

**Modelação Matemática para Avaliar o Risco de Fratura Associada à
Osteoporose**

Diana da Conceição de Azevedo Monteiro

Relatório Final do Trabalho de Estágio apresentado à

Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico de Bragança

para obtenção do grau de Mestre em

Tecnologia Biomédica

Outubro de 2015

**Modelação Matemática para Avaliar o Risco de Fratura Associada à
Osteoporose**

Diana da Conceição de Azevedo Monteiro

Relatório Final do Trabalho de Estágio apresentado à

Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico de Bragança

para obtenção do grau de Mestre em

Tecnologia Biomédica

Este trabalho foi efetuado sob orientação de:

Professora Doutora Ana Isabel Pinheiro Nunes Pereira

Mestre Maria do Carmo Viveiros Baptista

Professora Doutora Elza Maria Morais Fonseca

Outubro de 2015

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que estiveram comigo ao longo desta etapa tão importante da minha vida, em especial:

À Professora Doutora Ana Isabel Pereira por todo o apoio, orientação, incentivo e por tudo que me ensinou ao longo deste protejo, foram sem dúvida uma grande ajuda e uma mais-valia. Pela enorme ajuda para a compreensão dos muitos conceitos relacionados com o trabalho.

À Mestre Maria do Carmo Baptista, pela sua disponibilidade para ajudar, motivação, dando sempre sugestões construtivas ao longo do desenvolvimento do projeto, bem como o olhar atento contribuindo assim com a sua experiência no campo e a sua intuição científica.

À Professora Doutora Elza Fonseca pela sua total disponibilidade, ajuda, apoio, sugestões e motivação prestados ao longo do desenvolvimento do projeto.

À clínica Dr. Campos Costa pela oportunidade de estágio e à clínica Dr. Krug de Noronha pelos dados obtidos através dos inquéritos.

Agradeço ao Médico José Monteiro de Marco de Canaveses a total disponibilidade que teve ao descrever, esclarecer e ajudar em todas as dúvidas nos exames DEXA da osteoporose.

Ao grande amigo João Faria pela importantíssima ajuda, apoio, motivação e disponibilidade com a criação do sistema interoperável.

Finalmente, faço um agradecimento sincero aos meus pais, que são uma fonte de inspiração, irmã, namorado e amigos por todo o apoio, suporte que me têm dado, paciência e carinho. Sem eles não seria o que sou hoje.

*“A nossa maior fraqueza está em desistir. O caminho mais certo de vencer é tentar
mais uma vez.”*

Thomas Edison

Resumo

Nos últimos anos, as doenças associadas ao envelhecimento têm aumentado, provocando assim uma diminuição da qualidade de vida dos indivíduos. Deste modo, surge o conceito de osteoporose (OP), atualmente definido como uma patologia esquelética sistêmica, caracterizada pela diminuição da massa óssea, provocando uma diminuição da resistência do osso e, conseqüentemente um aumento do risco de fraturas no indivíduo.

O objetivo deste trabalho é prever o valor que permite determinar se um paciente tem ou não osteoporose, denominado de *T-Score*. Normalmente este valor é obtido através de um exame de densitometria óssea, a absorciometria de raios-X de dupla energia (DEXA). Além disso, pretendeu-se converter os valores de *T-Score* e a densidade mineral óssea (DMO) (ou *bone mineral density* - BMD) para os vários equipamentos existentes para este exame. Para finalizar, criou-se um documento PDF com as previsões e as conversões alcançadas.

Para alcançar os objetivos propostos foram realizados 232 inquéritos em várias clínicas da Dr. Campos Costa, obtendo-se os valores de *T-Score* e BMD. Desenvolveu-se um código computacional no Matlab[®] para prever os valores pretendidos. Também com os exames obtidos obtiveram-se os rácios dos equipamentos e, assim prever, de uma outra forma, o *T-Score*. Foram também realizadas diversas comparações de resultados.

Palavras-chave: Osteoporose, DEXA, otimização, interoperabilidade.

Abstract

In recent years, age-related diseases have increased, causing a decrease in the patient life quality. The concept of osteoporosis (OP) is currently defined as a systemic skeletal disease, characterized by low bone mass, causing a decrease in bone strength and therefore increasing fractures risk.

The main objective of this study is to predict the T-Score value that determines whether or not a patient has osteoporosis. Normally this value is obtained through a bone density testing, absorptiometry dual energy X-ray absorptiometry (DEXA). In addition, the aim was to convert the T-Score values and bone mineral density (BMD) (mineral density or bone - BMD) for the various existing equipment for this examination. Finally, a PDF document with forecasts and reached conversions was created.

To achieve the proposed objectives were carried out 232 inquiries in various clinics from Dr.Campos Costa, obtaining the values of T-score and BMD. Also a developed computational code in Matlab to predict the desired values was developed. With the tests were obtained the ratios of the equipment and thus provide, another way, the T-Score value. With all results were also carried out several comparisons.

Keywords: Osteoporosis, DEXA, optimization, interoperability.

Conteúdo

Agradecimentos	iii
Resumo	ix
Abstract.....	xi
Conteúdo.....	xiii
Lista de símbolos	xvii
Lista de tabelas	xviii
Lista de figuras	xx
Capítulo 1: Introdução	1
1.1 Motivação	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Organização do documento	3
Capítulo 2: Estudo Patológico da Osteoporose	5
Introdução	5
2.1 A constituição do osso	5
2.1.1 Tecido ósseo	6
2.1.2 Mecanismos de formação e reabsorção óssea	7
2.2 Osteoporose	10
2.2.1 Tipos de osteoporose.....	11
2.2.2 Sintomatologia	12
2.2.3 Fatores de risco.....	13

2.2.4 Diagnóstico.....	16
2.2.4.1 Técnicas de diagnóstico DMO/DEXA.....	17
2.2.5 Tratamento	23
2.2.5.1 Medidas não farmacológicas.....	24
2.2.5.2 Medidas farmacológicas.....	25
2.3 Osteoporose em Portugal	26
Capítulo 3: Otimização.....	31
Introdução	31
3.1 Otimização linear.....	33
3.2 Otimização não-linear.....	34
3.2.1. Algoritmos genéticos.....	36
Capítulo 4: Interoperabilidade	39
Introdução	39
4.1 Sistemas interoperáveis.....	39
4.1.1 Canais de comunicação	42
Capítulo 5: Estudos Computacionais.....	45
Introdução	45
5.1 Estudo comparativo dos dados	45
5.1.1 Clínica Dr. Krug Noronha.....	45
5.1.2 Clínica Dr. Campos Costa.....	47
5.1.2.1 Instituto CUF Porto	48
5.1.2.2 Clínica de Santo Tirso.....	49
5.1.2.3 Clínica no Porto.....	50
5.1.2.4 Clínica em Famalicão.....	52
5.1.2.5 Clínica em São João da Madeira.....	53

5.1.2.6 Clínica em Santa Maria da Feira	54
5.2 Modelação matemática para prever o <i>T-Score</i>	55
5.2.1 Clínica Dr. Krug Noronha	56
5.2.2 Clínica Dr. Campos Costa	58
5.2.2.1 Instituto CUF Porto	58
5.2.2.2 Clínica de Santo Tirso	59
5.2.2.3 Clínica no Porto	60
5.2.2.4 Clínica em Famalicão	61
5.2.2.5 Clínica em São João da Madeira	63
5.2.2.6 Clínica em Santa Maria da Feira	64
5.3 Modelação matemática para conversão de BMD e <i>T-Score</i>	65
5.4 Comparação entre equipamentos	69
5.5 Criação de um sistema interoperável	79
Capítulo 6: Conclusão e Trabalhos Futuros	83
6.1 Conclusão	83
6.2 Trabalhos futuros	84
Referências bibliográficas	85
Anexos	91
Anexo 1 – Propriedades dos equipamentos DEXA das clínicas Dr. Campos Costa ..	92
Anexo 2 – Inquérito realizado à clínica Dr. Campos Costa	93
Anexo 3 – Modelação matemática para prever o <i>T-Score</i> com base no valor da BMD	94
Anexo 4 – Modelação matemática para conversão de BMD e <i>T-Score</i>	127
Anexo 5 – Criação de um sistema interoperável	128

Lista de símbolos

BD	Base de dados
BMD	<i>Bone mineral density</i> (densidade mineral óssea)
DEXA	Absorciometria de raios-X de energia dupla
HL7	Health Level 7
GUIDE	<i>Graphical user interface development environment</i>
GA	<i>Genetic Algorithm</i>
IM	Informática Médica
IMC	Índice de massa corporal
OMS	Organização mundial de saúde
SD	Referência desvio-padrão
RBMD	Referência densidade mineral óssea

Lista de tabelas

Tabela 1 - Valores de referência do IMC para adultos maiores de 20 [28].....	21
Tabela 2 - Valores de referência do IMC para idosos (>65 anos) [28].	22
Tabela 3 - Valores de referência do IMC para crianças (2 - 20 anos) [28].	22
Tabela 4 - Parâmetros do exame realizado com o fantoma.	47
Tabela 5 - Idades escolhidas para a formação das primeiras amostras para estudo das estruturas anatómicas.....	47
Tabela 6 – Número de inquéritos das duas amostras para a coluna vertebral e o fémur.	56
Tabela 7 – Valores de RBMD e SD obtidos no Matlab.	56
Tabela 8 - Equações e coeficientes obtidos para a coluna vertebral e o fémur da Clínica Krug de Noronha.	57
Tabela 9 - Valores de RBMD e SD obtidos no Matlab [®]	58
Tabela 10 - Equações e coeficientes obtidos para a coluna vertebral e o fémur no Instituto CUF Porto.	59
Tabela 11 - Valores de RBMD e SD obtidos no Matlab [®]	59
Tabela 12 - Equações e coeficientes obtidos para a coluna vertebral e o fémur de Santo Tirso.....	60
Tabela 13 - Valores de RBMD e SD obtidos no Matlab [®]	60
Tabela 14 - Equações e coeficientes obtidos para a coluna vertebral e o fémur do Porto.	61
Tabela 15 - Valores de RBMD e SD obtidos no Matlab [®]	62

Tabela 16 - Equações e coeficientes obtidos para a coluna vertebral e o fémur de Famalicão.	62
Tabela 17 - Valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.....	63
Tabela 18 - Equações e coeficientes obtidos para a coluna vertebral e o fémur de São João da Madeira.....	64
Tabela 19 - Valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.....	64
Tabela 20 - Equações e coeficientes obtidos para a coluna vertebral e o fémur de Santa Maria da Feira.....	65
Tabela 21 – Valores médios de RBMD e RSD e os respetivos desvios-padrão.	70
Tabela 22 – Valores de RBMD para a coluna vertebral obtidos pelo Matlab® e exames realizados com o fantoma.	71
Tabela 23 – Rácios de conversão para os valores de BMD.....	72
Tabela 24 – Rácios de conversão para os valores de <i>T-Score</i>	73
Tabela 25 – Valores do desvio percentual dos rácios de conversão BMD.....	75
Tabela 26 - Valores do desvio percentual dos rácios de conversão <i>T-Score</i>	76
Tabela 27 – Exemplo de conversão da clínica de Santo Tirso do valor de BMD através dos rácios (fantoma) e do Matlab® com o respetivo desvio percentual.	77
Tabela 28 - Exemplo de conversão da clínica de Santo Tirso do valor de <i>T-Score</i> através dos rácios (fantoma) e do Matlab® com o respetivo desvio percentual.	77
Tabela 29 - Exemplo de conversão da clínica ICUF do valor de BMD através dos rácios (fantoma) e do Matlab® com o respetivo desvio percentual.....	78
Tabela 30 - Exemplo de conversão da clínica ICUF do valor de <i>T-Score</i> através dos rácios (fantoma) e do Matlab® com o respetivo desvio percentual.	79

Lista de figuras

Figura 1 - Osso trabecular e osso compacto [6].	7
Figura 2 - Células especializadas do tecido ósseo (adaptado de [9]).	8
Figura 3 - Esquema representativo da matriz óssea com as várias células especializadas [10].	8
Figura 4 - Esquema representativo do ciclo de remodelação óssea (adaptado de [10])... 9	
Figura 5 - Comparação de uma vértebra sem osteoporose (A) e com osteoporose (B) (C) [18].	11
Figura 6 - Esquema representativo dos tipos de osteoporose.	12
Figura 7 - Exemplos de fraturas no fêmur e curvaturas na coluna vertebral, respetivamente (adaptado [7]).	13
Figura 8 - Esquema representativo dos fatores de elevado risco de osteoporose.	14
Figura 9 - Esquema representativo dos fatores de baixo risco de osteoporose.	14
Figura 10 - Esquema representativo dos fatores modificáveis e dos fatores não modificáveis da osteoporose.	15
Figura 11 - Esquema representativo das técnicas de diagnóstico da osteoporose.	17
Figura 12 - Esquema representativo dos critérios de diagnóstico para o <i>T-Score</i>	19
Figura 13 - Esquema representativo dos critérios de diagnóstico para o <i>Z-Score</i>	20
Figura 14 - Esquema representativo dos vários tratamentos da osteoporose.	24
Figura 15 - Incidência de fraturas no colo do fêmur devido à osteoporose (adaptado [31]).	27

Figura 16 - Incidência de fraturas no colo do fémur devido à osteoporose através do MEDOS do Porto [33].	28
Figura 17 - Distribuição geográfica de fraturas do colo do fémur em Portugal [33].	29
Figura 18 - Representação de uma função com mínimo local e global (adaptado [39]).	35
Figura 19 - Arquitetura OSI (<i>standard</i>) (adaptado [43]).	41
Figura 20 - Exemplo de uma mensagem HL7.	41
Figura 21 - Esquema do funcionamento da solução Mirth Connect [®] .	42
Figura 22 - <i>T-Score</i> dos 22 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e no fémur, respetivamente.	46
Figura 23 - <i>T-Score</i> dos 23 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e no fémur, respetivamente.	46
Figura 24 - <i>T-Score</i> dos 10 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e dos 9 indivíduos função da faixa etária no fémur, respetivamente.	48
Figura 25 - <i>T-Score</i> dos 14 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e dos 13 indivíduos função da faixa etária no fémur, respetivamente.	49
Figura 26 - <i>T-Score</i> dos 10 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e dos 9 indivíduos função da faixa etária no fémur, respetivamente.	50
Figura 27 - <i>T-Score</i> dos 9 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e no fémur, respetivamente.	50
Figura 28- <i>T-Score</i> dos 10 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e dos 9 indivíduos função da faixa etária no fémur, respetivamente.	51
Figura 29 - <i>T-Score</i> dos 11 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e no fémur, respetivamente.	51
Figura 30 - <i>T-Score</i> dos 10 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e dos 9 indivíduos função da faixa etária no fémur, respetivamente.	52
Figura 31 - <i>T-Score</i> dos 8 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e no fémur, respetivamente.	52

Figura 32 - <i>T-Score</i> dos 10 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e dos 9 indivíduos função da faixa etária no fêmur, respetivamente.	53
Figura 33 - <i>T-Score</i> dos 7 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e dos 6 indivíduos função da faixa etária no fêmur, respetivamente.	53
Figura 34 - <i>T-Score</i> dos 10 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e dos 9 indivíduos função da faixa etária no fêmur, respetivamente.	54
Figura 35 - <i>T-Score</i> dos 11 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e no fêmur, respetivamente.	54
Figura 36 – Referência para determinação dos resultados dos exames DEXA.....	66
Figura 37 – Interface gráfica do GUIDE para a conversão de valores.....	67
Figura 38 – Exemplo da interface gráfica do GUIDE para a conversão de valores.....	68
Figura 39 - Esquema do sistema implementado.....	81
Figura 40 – Exemplo de um documento PDF.	82

Capítulo 1: Introdução

1.1 Motivação

Com o avanço da ciência e das novas tecnologias, a esperança média de vida tem aumentado mas com o avanço na idade a ocorrência no aparecimento de doenças é maior.

Uma doença que, geralmente com o avançar da idade, é provocada pela desmineralização óssea é a osteoporose. O conceito de osteoporose tem-se alterado com o tempo, no início do século XIX significava “ossos fracos” ou “menos osso”. Mais tarde, Fuller Albright [1] associou o termo osteoporose a doenças ósseas devido à diminuição de estrogénios na perimenopausa, aparecendo o conceito de osteoporose pós-menopausa (OPPM). Posteriormente, surgiu a osteoporose tipo II, por oposição à osteoporose pós-menopausa ou do tipo I, que relacionava a diminuição de massa óssea com o envelhecimento [1].

No início da década de 90, a Organização Mundial de Saúde (OMS) definiu a osteoporose como uma doença óssea sistémica, devido à diminuição da massa óssea provocando uma maior fragilidade no osso e uma maior suscetibilidade a fraturas. Assim, esta patologia foi associada a dois fatores, diminuição da massa óssea e aumento de fraturas [1].

Deste modo, foram impulsionados novos avanços para o diagnóstico da desmineralização da massa óssea e epidemiologias que demonstravam a importância das fraturas na OP. Assim sendo, houve um desenvolvimento no reconhecimento desta doença e na investigação de fármacos para a mesma. Em contrapartida, o diagnóstico baseava-se fundamentalmente na medição da massa óssea por absorciometria de dupla energia radiológica (DEXA) [1].

Atualmente, a definição da osteoporose ressalta a importância das alterações da microestrutura do osso, da diminuição da resistência do mesmo e do aumento da sua fragilidade, o que provoca um aumento do risco de fraturas. Contudo, hoje em dia, não é possível avaliar objetivamente a qualidade do osso numa fase precoce e com meios não invasivos. Além disso, o diagnóstico e a classificação da osteoporose baseiam-se ainda na DEXA e na definição da OMS [1].

Na época atual, é aceite de forma unânime que a osteoporose e a existência de fraturas osteoporóticas dependem de diversos fatores além da massa óssea, designadamente da idade, género, etnia, histórico familiar, existência de fraturas, entre outras. Refira-se, ainda que, a OMS está a rever a definição da osteoporose de maneira a introduzir outros fatores que não apenas os densitométricos [1].

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como finalidade prever se um paciente tem ou não osteoporose com base em valores da massa óssea. Para isso, foi calculado o valor de *T-Score* com recurso ao valor de BMD (*bone mineral density*).

A aplicação desenvolvida no programa Matlab[®] calcula os dois valores de referência dos equipamentos de cada clínica em análise (seis clínicas da empresa Dr. Campos Costa e uma clinica da Dr. Krug de Noronha). Após obtenção destes parâmetros, é possível prever o valor de *T-Score* para os pacientes que realizam estes exames nestas clínicas, com base no BMD.

Além disso, com estes dados foi possível incrementar outros estudos, incluindo a conversão de valores de BMD e *T-Score* para as várias clínicas analisadas bem como a obtenção de um documento em PDF com esses dados, em função da conversão automática.

Não esquecendo que, com o estudo da previsão do *T-Score*, foi possível obter os diferentes rácios dos vários equipamentos existentes na Dr. Campos Costa e, consequentemente prever o *T-Score*, de diferente forma.

Este trabalho foi realizado em parceria com o Departamento de Física Médica da clínica Dr. Campos Costa S.A, o que permitiu ter contactos com especialistas nesta área, bem como a recolha de dados, incluindo inquéritos, necessários ao estudo e fundamentais ao trabalho.

1.3 Organização do documento

Este documento compreende seis capítulos, incluindo o atual, que estão organizados na forma que se passa a descrever.

No **Capítulo 2** faz-se uma fundamentação teórica da investigação realizada, sendo apresentada a constituição do osso, os mecanismos de formação, de reabsorção e a remodelação óssea. É também mencionada a osteoporose, os tipos de patologia associada, a sintomatologia, fatores de risco, diagnóstico, tratamento, a osteoporose em Portugal e as técnicas de diagnóstico da densidade mineral óssea recorrendo a exames de densitometria óssea.

No **Capítulo 3** introduz-se conceitos de otimização, nomeadamente algoritmos genéticos, utilizados na previsão de *T-Score* através do Matlab[®].

No **Capítulo 4** refere-se a interoperabilidade, inclusive sistemas interoperáveis e canais de comunicação, que são importantíssimos na elaboração automática do documento PDF.

No **Capítulo 5** são apresentados todos os estudos realizados no trabalho, o estudo comparativo entre as idades dos pacientes com o valor de *T-Score*, a previsão do *T-Score*, a conversão de dois parâmetros para as várias clínicas onde foi realizado um inquérito, tendo por base os valores de referência dos equipamentos calculados no Matlab[®] ou os rácios dos mesmos e, por fim, a criação de um sistema interoperável com o objetivo de fazer as conversões automaticamente, apresentando-as através do documento em PDF.

Para concluir, no **Capítulo 6** apresentam-se as considerações finais do trabalho e algumas sugestões de propostas para trabalhos futuros.

Capítulo 2: Estudo Patológico da Osteoporose

Introdução

Com o aumento da esperança média de vida, são cada vez mais são diagnosticadas diversas patologias em indivíduos, sendo a osteoporose uma patologia predominante e recorrente.

Segundo a Sociedade Portuguesa de Osteoporose e Doenças Ósseas Metabólicas (SPODOM) esta doença afeta cerca de 500 mil pessoas em Portugal e, “estima-se que depois dos 50 anos uma em cada três mulheres ou um em cada cinco homens vão ter uma fratura provocada por osteoporose até ao fim da vida” [2].

A nível mundial, esta patologia encontra-se no mesmo patamar que as doenças cardiovasculares e do cancerígenas. Sendo a sua principal consequência a fratura, ocorrendo essencialmente na anca, coluna e punho [2].

2.1 A constituição do osso

As atividades quotidianas como, andar, falar, correr, mastigar, sentar, envolvem o sistema esquelético no seu desenvolvimento e manutenção. O sistema esquelético além de proteger as partes moles e os órgãos internos do corpo, também lhes confere a sua forma, devido à sua constituição.

O osso é um tecido multicelular e vivo que possui uma estrutura complexa, tem um papel imprescindível no sistema músculo-esquelético, desempenhando várias funções vitais como proteção, suporte, movimento, hematopoiese (medula óssea), armazenamento e manutenção da homeostasia do cálcio. Isto deve-se às determinadas características estruturais e propriedades mecânicas que o osso possui [1].

Os ossos são constituídos pela matriz e células ósseas, onde a matriz é responsável pelas características do osso enquanto as células são as produtoras da matriz óssea. A matriz óssea é formada por duas partes distintas: inorgânica (65%), que forma a maioria da matriz, e orgânica (35%). A parte inorgânica é constituída essencialmente por cristais de fosfato denominados hidroxiapatite e a orgânica é formada por colagénio e proteoglicanos. Por sua vez, as células ósseas são classificadas de acordo com a função em osteoblastos, osteoclastos e osteócitos [3].

A associação dos cristais de hidroxiapatite (parte inorgânica) às fibras de colagénio (parte orgânica) confere a dureza e a resistência do tecido ósseo para que possa desempenhar as suas funções. A remoção dos cristais de hidroxiapatite do tecido ósseo utilizando agentes ácidos torna o osso extremamente flexível. Por outro lado, a remoção da porção orgânica pela incineração torna o osso extremamente frágil [4].

2.1.1 Tecido ósseo

O tecido ósseo classifica-se em osso reticular ou lamelar de acordo com a organização das fibras de colagénio na matriz óssea. O osso reticular é o primeiro a ser formado e as fibras de colagénio estão orientadas aleatoriamente em muitas direções, enquanto o osso lamelar é o osso maduro onde as fibras de colagénio se dispõem paralelamente umas às outras, mas anguladas relativamente às fibras de colagénio das adjacentes [3, 4].

Estes dois tipos de osso podem ser classificados em osso esponjoso ou trabecular e osso compacto ou cortical, de acordo com a relação entre a quantidade de matriz óssea e os espaços vazios contidos no osso.

O osso trabecular é constituído por bastonetes ou placas ósseas interligadas denominadas trabéculas, entre elas existem espaços preenchidos pela medula óssea e vasos sanguíneos [3, 5]. Este tipo de osso é poroso e tem densidade variável e comparativamente baixa, o que faz com que o próprio osso seja flexível e resistente à estrutura óssea global. O osso trabecular é ligeiramente mais elástico que o osso cortical em virtude da sua natureza [6].

O osso cortical é formado por poucas cavidades o que lhe confere uma grande resistência em comparação com o osso trabecular devido à sua densidade e compactação [3,

7]. Este tecido é composto por diversas unidades micro-estruturais designadas de *Havers*, que estão à volta do canal de *Havers* de forma circular [1, 7].

Na Figura 1 encontra-se a representação do osso trabecular e o osso compacto para melhor compreensão deste estudo ósseo.

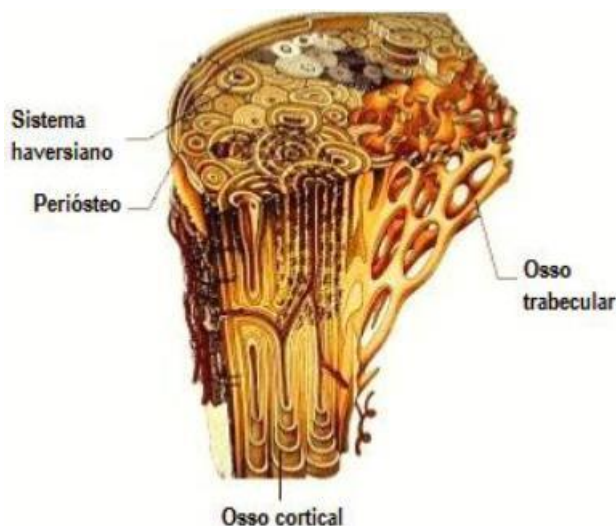


Figura 1 - Osso trabecular e osso compacto [6].

Na forma ideal, o osso deve ter a rigidez necessária para conseguir suportar a carga do corpo, a leveza adequada para permitir movimentos acelerados e flexibilidade suficiente para absorver impactos sem ocorrer fraturas. Estas propriedades são lhe conferidas devido à sua estrutura que opera como um compósito bifásico natural, ou seja, a parte inorgânica atribuí rigidez/dureza e a parte orgânica flexibilidade/ductilidade [1, 5, 7, 8].

Segundo os autores, conforme as referências [1, 5], a adaptação do osso é da responsabilidade da construção e da remodelação óssea. Estes dois tipos de mecanismos podem levar a alterações na dimensão, na forma e na microestrutura do osso.

2.1.2 Mecanismos de formação e reabsorção óssea

O tecido ósseo possui um sistema de desenvolvimento e maturação, que começa nas primeiras semanas de vida e se estende até à idade adulta. Este sistema é um processo cíclico, caracterizado pela produção de uma matriz proteica que, ao nível extracelular, é mineralizado sob a ação de enzimas específicas e através de células especializadas existentes no osso, permitindo a formação e a remodelação óssea [9].

Na Figura 2 apresenta-se uma ilustração das células especializadas existentes no tecido ósseo.

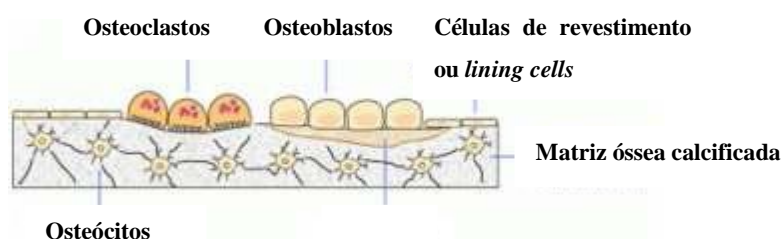


Figura 2 - Células especializadas do tecido ósseo (adaptado de [9]).

Os osteoblastos, células-chave da formação (osteoblastogénese) e mineralização óssea, são unicelulares, apresentam forma variável e refletem o nível da atividade celular [8, 10]. Encontram-se nas superfícies do osso em remodelação ou em maturação [9].

Os osteócitos são caracterizados pela imobilização e envolvimento da matriz óssea mineralizada, estando estrategicamente inseridos nos espaços interiores de toda a matriz [9], sendo as células mais abundantes presentes no tecido ósseo [10]. Este tipo de células favorece o crescimento e a reabsorção óssea [9].

Na Figura 3 são visíveis os osteócitos e as suas comunicações.

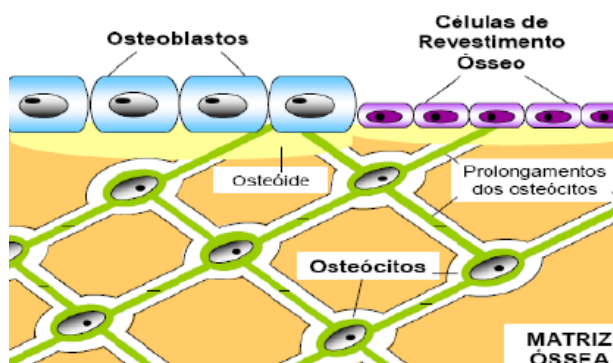


Figura 3 - Esquema representativo da matriz óssea com as várias células especializadas [10].

As células de revestimento ósseo ou *lining cells* (Figura 2 e Figura 3) formam uma camada contínua de células alongadas e achatadas que revestem a maioria da matriz calcificada, que se situa ao longo das superfícies do endóstio. Este tipo de células apresenta uma capacidade de síntese reduzida [10], tendo como principais funções o controlo do fluxo de minerais entre o tecido ósseo e o fluido extracelular, produzindo uma barreira entre o osso e o fluxo extracelular [9].

Os osteoclastos, visíveis nas Figura 2 e Figura 3, são células multinucleadas, de grandes dimensões e extensivamente ramificadas, com responsabilidade nos processos de reabsorção óssea [8, 9].

A remodelação óssea inicia-se antes do nascimento do ser vivo e ocorre até ao seu termo, residindo na manutenção da resistência óssea e na homeostasia mineral. É um processo contínuo e complexo englobando dois mecanismos (reabsorção e formação) [9] por eliminação ou substituição de uma área envelhecida do tecido ósseo sem quase nenhuma alteração da massa óssea [10].

Este processo depende de dois fatores, biológico e mecânico. O mecânico consiste na aplicação de forças externas no osso, aquando de estímulos mecânicos. O fator biológico abrange processos metabólicos complexos, moléculas e iões [9].

Quando o mecanismo de remodelação óssea entra em desequilíbrio podem ocorrer diversas patologias como a osteoporse, doença de Paget e artrite-reumatóide [9].

Na Figura 4 encontra-se um esquema representativo do ciclo de remodelação óssea.

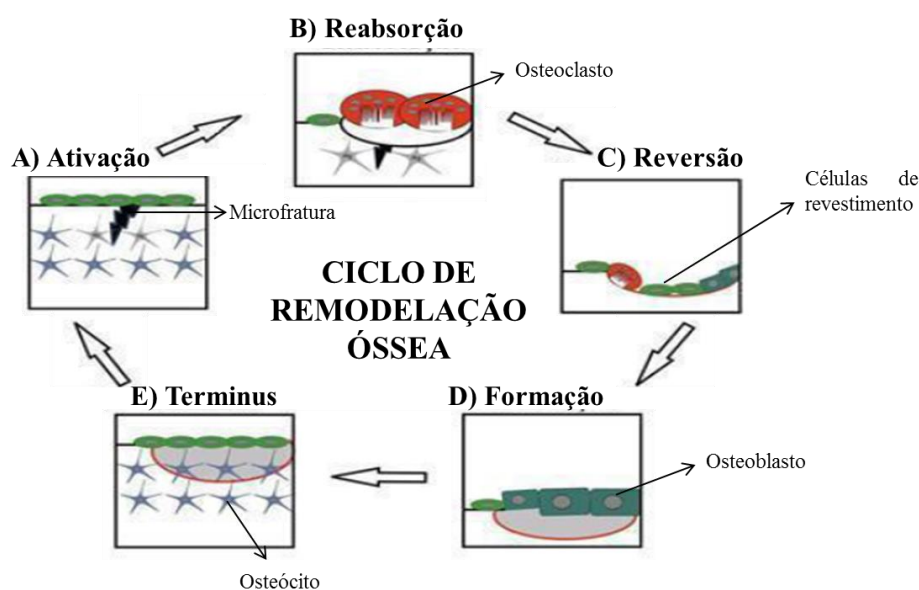


Figura 4 - Esquema representativo do ciclo de remodelação óssea (adaptado de [10]).

De salientar que, no ciclo de remodelação a fase de reabsorção é mais rápida que a de formação [10]. Desta forma, e ao longo deste processo, resulta o balanço entre a formação e a reabsorção óssea, permitindo um equilíbrio do metabolismo do cálcio, fósforo e a reparação de microdanos do osso [8].

Durante o envelhecimento existe uma diminuição da deposição do osso em relação àquele que é removido por cada unidade de remodelação ou unidade básica multicelular. Assim, o osso é removido com uma velocidade superior ao que é formado [8].

2.2 Osteoporose

Nos países mais desenvolvidos, a qualidade e a média de vida têm aumentado, o que leva a um aumento do envelhecimento populacional e conduz ao aumento das taxas de doenças crônicas-degenerativas como a osteoporose [11].

A osteoporose é uma patologia esquelética sistêmica, caracterizada pela diminuição da massa óssea e pela alteração da qualidade microestrutural do osso, que promovem uma diminuição da resistência óssea e conseqüentemente um aumento do risco de fraturas. Estas são mais frequentes no fêmur proximal, nas vértebras dorsais e lombares e na extremidade distal do rádio [12].

A identificação precoce dos pacientes com risco de sofrerem osteoporose é de grande importância clínica [13], pois na ausência de qualquer procedimento de prevenção ou tratamento, uma em cada duas mulheres com idade por volta dos 70 anos apresenta fraturas do fêmur e, aos 80 anos, duas em três passarão pela mesma patologia [14].

Nos últimos anos, têm sido identificados vários fatores de risco desta doença, são eles a idade, gênero, raça, fatores genéticos, baixa massa corporal, menopausa precoce, menarca tardia (baixo pico de massa óssea), sedentarismo, histórico familiar, ingestão deficiente de vitamina C e de cálcio, ingestão de álcool, baixa exposição solar, hiperparatiroidismo e uso de medicamentos como corticóides [13, 15].

O fator relativo à idade é o que mais influencia a densidade mineral óssea (BMD). De notar que, numa mulher, metade do seu osso trabecular e 35% do seu osso cortical podem reduzir ao longo de toda a vida. Isto acontece devido à diminuição da formação óssea por uma falência dos osteoblastos. Os homens são menos suscetíveis à osteoporose do que as mulheres, uma vez que não passam pela menopausa e possuem uma maior BMD. O gênero e a raça, tal como acontece com a idade são também causas que determinam a massa óssea e o risco de fraturas. Em relação aos fatores genéticos, estes são responsáveis pelas variações na massa óssea nos vários grupos etários e raciais. Indiví-

duos de raça negra possuem um maior pico de massa óssea e, desta forma, são menos predispostos a ter osteoporose que os brancos e os asiáticos [13].

A osteoporose é o principal fator na ocorrência de fraturas em mulheres pós-menopausa e idosos, indicando assim, altos níveis de morbidade e mortalidade. É importante referir que, as fraturas osteoporóticas coagem a sérias limitações sociais e emocionais, sujeitando significativamente a qualidade de vida desses indivíduos [16].

Esta patologia é considerada como um grave problema de saúde pública, sendo uma das mais importantes doenças associadas ao envelhecimento [17]. É uma “doença silenciosa” uma vez que, as primeiras demonstrações clínicas acontecem quando já ocorreu uma perda de 30 a 40% da massa óssea, especialmente em indivíduos que possuem osteoporose senil (definição no esquema da página seguinte) [16].

Na Figura 5 é possível observar a diferença de uma vértebra sem e com osteoporose, respectivamente.

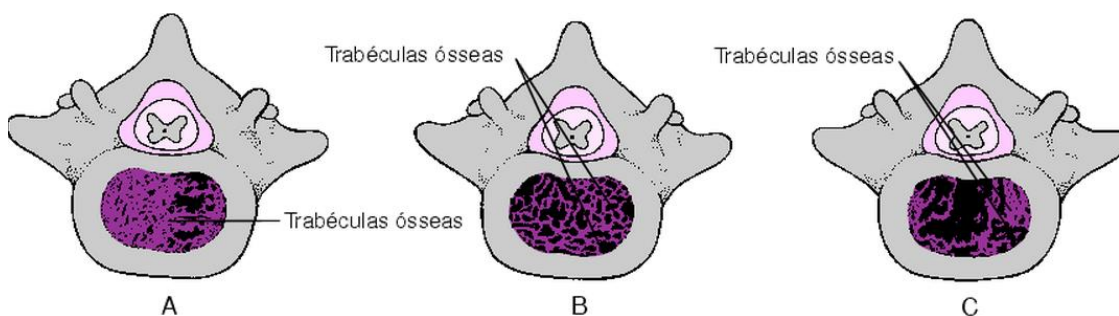


Figura 5 - Comparação de uma vértebra sem osteoporose (A) e com osteoporose (B) (C) [18].

2.2.1 Tipos de osteoporose

A osteoporose pode ser considerada primária, caso seja consequência da idade, ou secundária, se tiver origem em descontrolos hormonais, ingestão do consumo de álcool, tabaco e outras condições clínicas. Assim, esta patologia pode ser dividida conforme se representa no esquema da Figura 6 [18]:

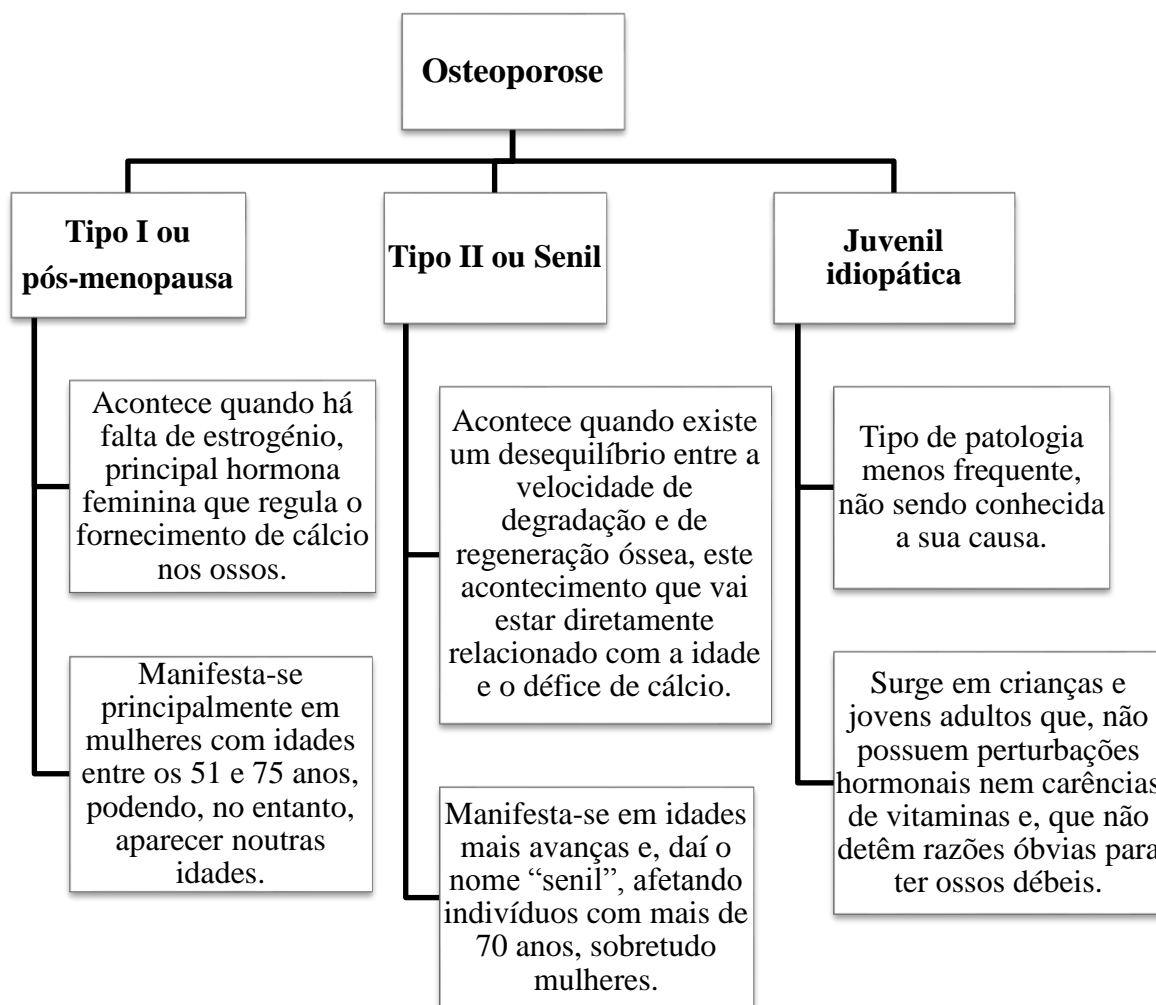


Figura 6 - Esquema representativo dos tipos de osteoporose.

2.2.2 Sintomatologia

O principal sinal da osteoporose é a ocorrência de fraturas inexplicáveis durante as tarefas do quotidiano [7]. Além da dor podem ocorrer deformações como, por exemplo, na coluna vertebral (lordose, cifose), podendo levar ao esmagamento ou fraturas dos ossos [18].

Quando a osteoporose está numa fase sintomática, a principal manifestação é a dor, que pode ser aguda ou crónica [16]. Esta dor localiza-se numa zona específica das costas e piora quando se está de pé ou a andar [18], podendo ocorrer ocasionalmente ou subitamente depois de uma queda, ao levantar um objeto pesado ou ao desenvolver outra atividade.

A dor aguda diminui gradualmente ao fim de 2 a 6 semanas [16]. A dor crônica de costas pode ter origem devido ao esmagamento das vértebras (fraturas por esmagamento vertebral). As vértebras mais frágeis podem fragmentar-se de forma espontânea ou em consequência de uma pancada. No caso de existir várias vértebras danificadas, pode ocorrer uma curvatura anormal da coluna vertebral (corcunda), causando uma distensão muscular e dor [18].

Na Figura 7 apresentam-se exemplos de fraturas que podem ocorrer quando se tem osteoporose.

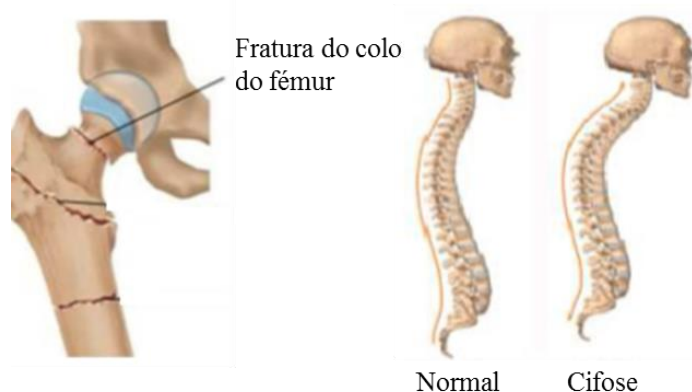


Figura 7 - Exemplos de fraturas no fêmur e curvaturas na coluna vertebral, respectivamente (adaptado [7]).

A ocorrência de osteoporose pode consistir num sintoma em algumas mulheres pós-menopausa após a existência da primeira fratura. No entanto, pode acontecer que, com esta primeira fratura não seja possível diagnosticar o risco de ocorrência de novas fraturas, o que vai fazer aumentar a possibilidade de existir múltiplas fraturas [1, 7].

Como normalmente sucede, a avaliação desta patologia deve ser iniciada com o histórico clínico e, todos os indivíduos acima dos 50 anos deverão ser interrogados quanto à possível existência de fatores de risco. Na observação clínica devem ser pesquisados também sintomas e sinais que façam levar a uma possível suspeita da existência de causas de osteoporose e de fraturas vertebrais [1, 7].

2.2.3 Fatores de risco

Segundo a Direção-Geral da Saúde, existem alguns fatores que possuem elevado e baixo risco de osteoporose, estando representados nos esquemas das Figuras 8 e 9 [12]:

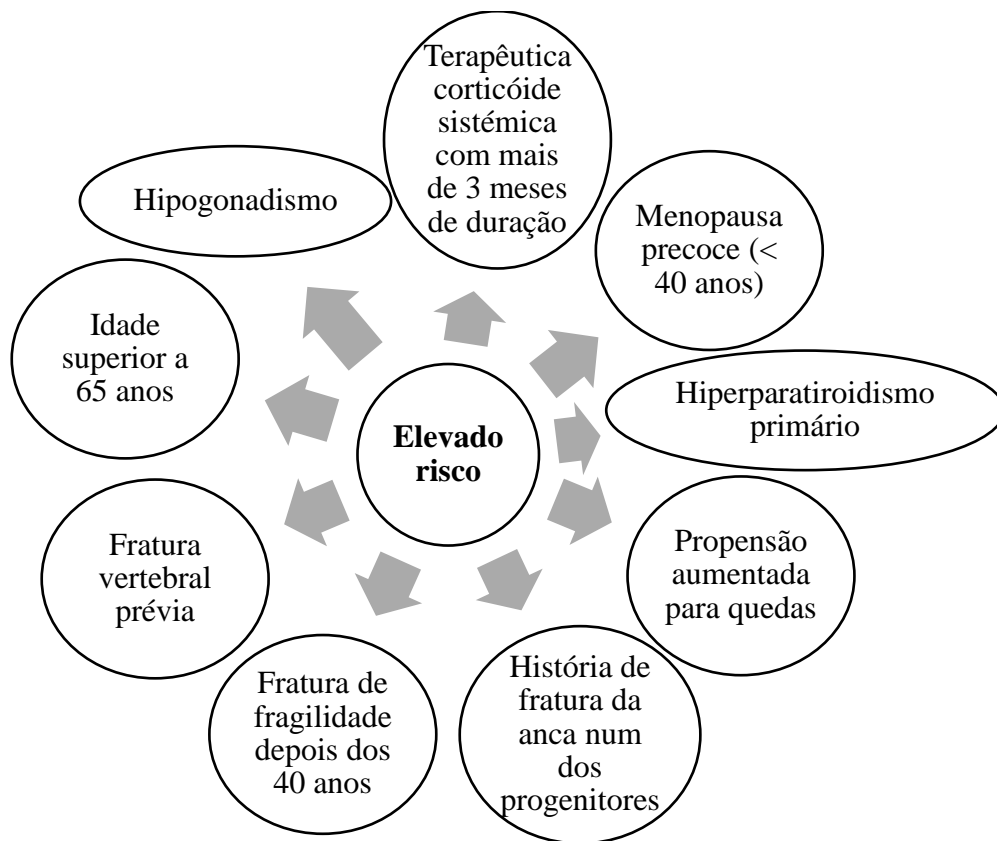


Figura 8 - Esquema representativo dos fatores de elevado risco de osteoporose.



Figura 9 - Esquema representativo dos fatores de baixo risco de osteoporose.

Os fatores de risco mencionados podem ser classificados de modificáveis e não modificáveis. O esquema apresentado na Figura 10 exemplifica essa classificação [5, 7].

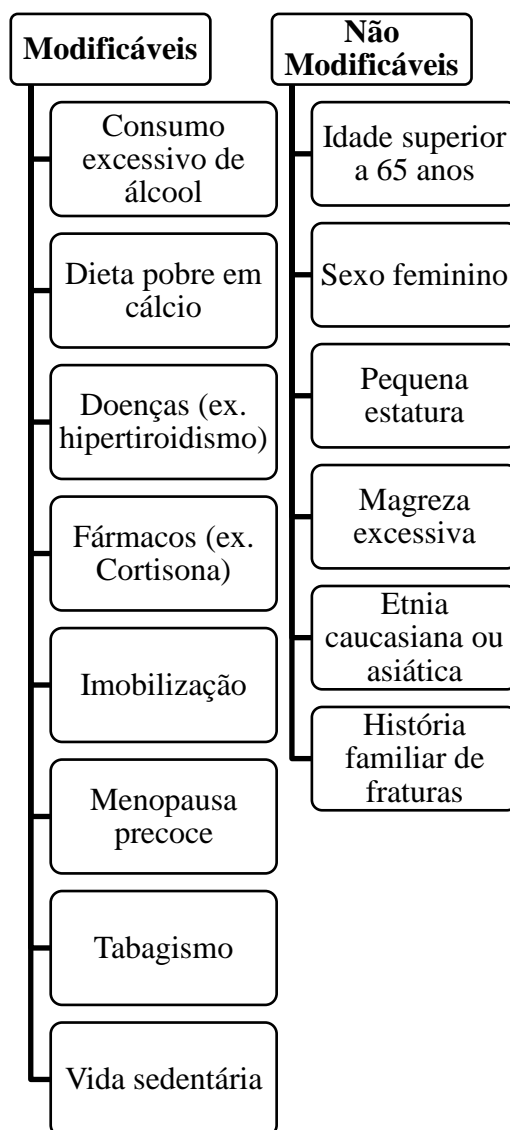


Figura 10 - Esquema representativo dos fatores modificáveis e dos fatores não modificáveis da osteoporose.

O risco associado a estes mesmos fatores é acrescentável, ou seja, quantos mais fatores de risco um indivíduo possuir, maior é a probabilidade de sofrer fraturas osteoporóticas e, conseqüentemente osteoporose. Deste modo, a identificação de indivíduos com um elevado risco em desenvolver osteoporose e fraturas, vai permitir o diagnóstico precoce e, concludentemente, uma intervenção atempada [5].

Devem ser consideradas medidas de prevenção, independentemente da idade, gênero e etnia. De notar que, a prática de exercício físico e uma alimentação saudável torna os

ossos mais fortes, pois os músculos vão estimular a manutenção e a formação óssea [7, 18, 19]. Na alimentação saudável, o consumo de alimentos ricos com vitamina D, como peixe, laticínios, cogumelos e ovos, vai melhorar a absorção de cálcio e, por isso ajudam na prevenção da osteoporose [20].

De um modo geral, a prevenção da osteoporose é realizada através da alteração, por parte do indivíduo, dos fatores modificáveis apresentados no esquema anterior.

As fraturas do colo do fêmur são consideradas as mais graves das fraturas osteoporóticas devido à taxa de mortalidade. As fraturas vertebrais estão associadas a um aumento da incidência de morbidade, incluindo dor de costas, diminuição da altura, deformabilidade (cifose), invalidez e mortalidade. Por outro lado, as fraturas torácicas podem levar a doenças pulmonares restritas e a anatomia abdominal alterada devido à existência de fraturas lombares, pode causar constipação, dor abdominal, distensão, redução do apetite e saciedade prematura [21].

É importante ter consciência que, as fraturas podem ter efeitos psicológicos graves, incluindo depressão, perda de autoestima, ansiedade, medo, raiva e relações interpessoais tensas [21].

2.2.4 Diagnóstico

A osteoporose pode ser diagnosticada através de várias técnicas de diagnóstico, representadas na Figura 11, sendo considerada patológica a partir de uma perda de 25% de massa óssea em relação a um jovem adulto [5, 22].

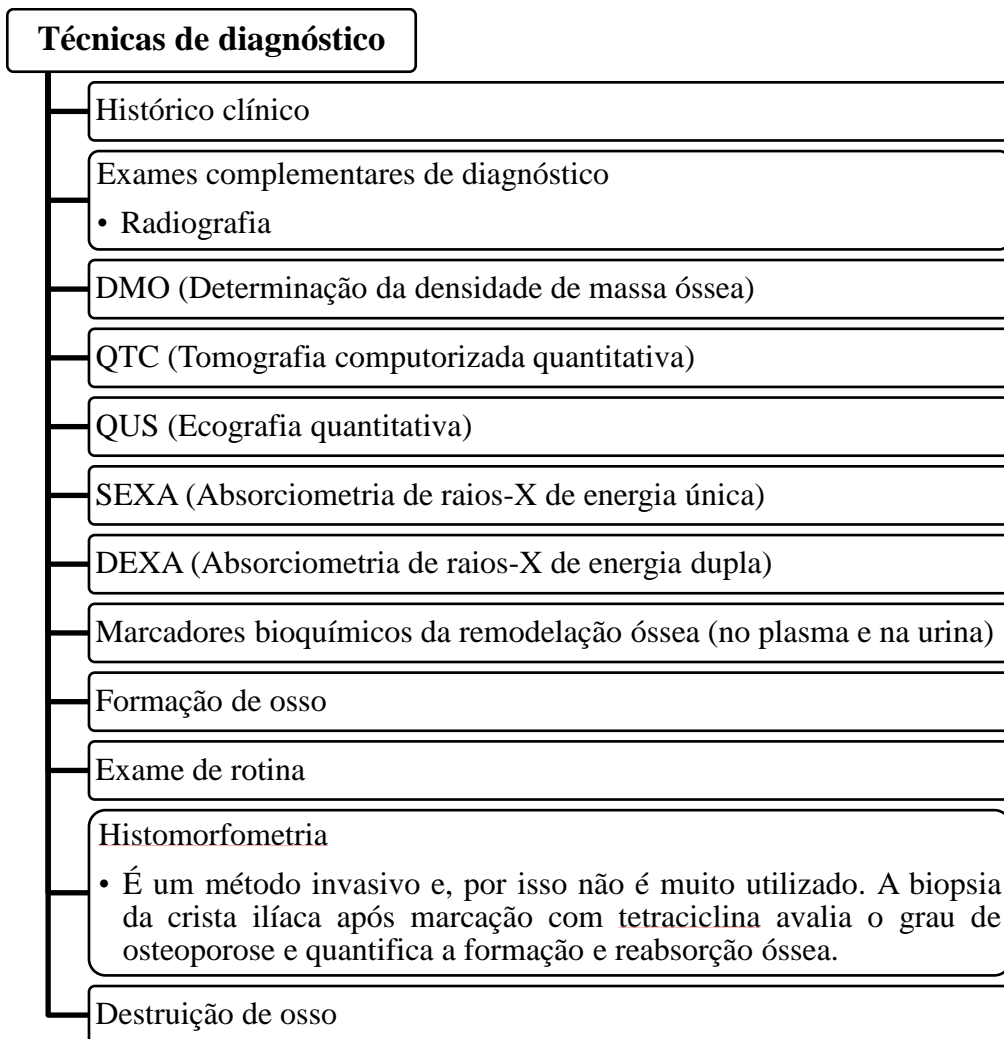


Figura 11 - Esquema representativo das técnicas de diagnóstico da osteoporose.

De notar que, a densitometria óssea efetua um diagnóstico precoce, enquanto o estudo radiológico mostra apenas alterações evidentes e quando já existe uma perda de 30% de massa óssea [5].

2.2.4.1 Técnicas de diagnóstico DMO/DEXA

A densidade mineral óssea atualmente é medida através de uma técnica de densitometria óssea. Esta técnica é importantíssima no que diz respeito ao diagnóstico e tratamento de doenças relacionadas com os ossos, nomeadamente a osteoporose. Além disso, permite avaliar o risco de fraturas nos pacientes que sofrem de osteoporose. Dentro deste método de medição, a DMO pode ser calculada através de absorciometria por raios-X de energia dupla (DEXA). Esta técnica é considerada a melhor do mercado para este tipo de objetivo.

As zonas mais afetadas pela patologia em estudo e, conseqüentemente as que a DEXA mais avalia, são o colo do fêmur e a coluna, havendo também, mas com menor incidência, no punho. Dependendo da zona a analisar, o tempo de realização deste exame é pequeno, podendo levar apenas minutos. É executado por um técnico de radiologia e o paciente que efetuará este tipo de análise não precisa de ter cuidados antes, durante ou após o exame. A posição do doente varia de acordo com a zona a avaliar. Após diagnosticada osteoporose nos indivíduos, estes devem fazer anualmente a densitometria por DEXA e, caso não haja esse diagnóstico, mulheres que já passaram pela menopausa devem efetuar de 2 em 2 anos. Existem poucas limitações quando se pretende realizar exames por DEXA, salientado que, em caso de gravidez o exame não se realiza devido há utilização de radiação. Quando há fraturas ou próteses efetua-se o exame através do contra lateral. Apenas quando há a existência de próteses bilaterais é que, tal como na gravidez, não se faz o exame.

Existem vários equipamentos no mercado que realizam este tipo de exames. Na clínica Dr. Campos Costa, onde este trabalho de projeto foi realizado, há diversos modelos distintos. No Anexo 1 encontram-se as propriedades dos equipamentos da clínica Dr. Campos Costa. A cada equipamento está associado um programa que vai permitir processar e obter os resultados pretendidos. No processamento das imagens, quando se analisa a coluna vertebral, é quando ocorre um maior ajustamento das mesmas devido à curvatura da estrutura anatómica, mas também a patologias que possa sofrer. Normalmente, neste tipo de exames, apenas incide entre as vértebras lombares com a exceção da L5, pois esta é a que sofre, por regra, maior desgaste e patologias. Os equipamentos da DEXA são muito sensíveis e, como tal, é necessário que diariamente sejam calibrados antes de qualquer realização de exame. A calibração é feita com um fantoma sendo o procedimento equivalente a um exame normal da DEXA.

O fantoma é uma “espécie de cubo em âmbar” em que possui no seu interior quatro vertebral lombares em 3D.

O diagnóstico da osteoporose é feito através da relação do valor da BMD de um determinado indivíduo e o valor médio da BMD de uma população de jovens adultos da mesma idade, género e massa (este valor representa a massa óssea máxima) [14].

A relação entre estes dois valores é expressa em número desvio-padrão e é designada por índice T (*T-Score*). O índice T representa a diferença entre a massa óssea atual do indivíduo e a massa óssea da população de jovens adultos [14].

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), os critérios para o diagnóstico de osteoporose, de acordo com a BMD calculada, são definidos através do desvio-padrão [23, 24].

A Figura 12 apresenta os critérios mencionados tendo em conta o *T-Score* [12, 21, 23].

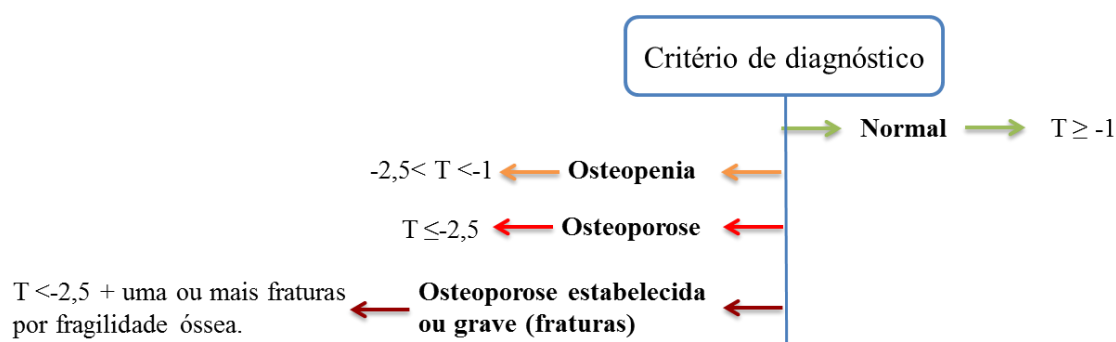


Figura 12 - Esquema representativo dos critérios de diagnóstico para o *T-Score*.

A osteopenia caracteriza-se na perda de massa óssea, onde a BMD é inferior ao normal. No entanto, ainda não é suficientemente baixa para ser considerada osteoporose, podendo mais tarde evoluir para tal [25].

Nem todos os indivíduos que têm osteopenia desenvolvem osteoporose. Se forem seguidas as medidas de prevenção mencionadas anteriormente e a redução na cafeína, no álcool e deixar de fumar, os ossos não se deterioram [25].

O cálculo realizado para se averiguar a osteoporose assenta na medida da BMD em g/cm^2 e na sua classificação numa escala de percentis definida pela OMS. Esta escala reflete na comparação da BMD de um paciente com a média da BMD de um jovem adulto saudável, que corresponde ao pico de massa óssea, do mesmo género. Este critério é caracterizado pela norma *T-Score*, sendo expresso matematicamente na seguinte equação [26]:

$$T-Score = \frac{P - RBMD}{SD} \quad (1)$$

onde P corresponde ao valor da BMD medido, $RBMD$ o valor médio da BMD de um jovem adulto saudável do mesmo género e SD é o desvio padrão da população para jovens adultos.

Existe também outra norma definida pela OMS, designada Z -Score que segue o mesmo princípio de classificação apresentada anteriormente. Este critério compara o resultado medido no exame com a média da população com idade e género correspondente, podendo ser expresso pela equação (2) [26]:

$$Z\text{-Score} = \frac{P - RBMD}{SD} \quad (2)$$

onde P corresponde ao valor da BMD medido, $RBMD$ o valor médio da BMD de um indivíduo da mesma idade e género e SD é o desvio-padrão relativo à população de indivíduos com idade e género correspondentes.

No esquema apresentado na Figura 13 estão representados os valores da norma de avaliação da osteoporose relativamente ao Z -Score [21, 27].

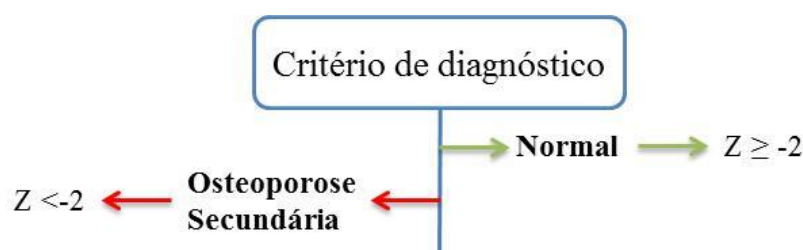


Figura 13 - Esquema representativo dos critérios de diagnóstico para o Z -Score.

A classificação através do Z -Score é utilizada para avaliar a BMD e diagnosticar a osteoporose em crianças, adolescentes e indivíduos com idade inferior a 50 anos. Este critério, também é útil, porque pode fazer suspeitar a existência de osteoporose secundária, que acontece quando um indivíduo possui uma BMD muito baixa, quando comparada com a dos indivíduos da mesma idade. Desta forma, vai sugerir a presença de uma causa secundária de osteoporose [1, 7].

Para ajudar a classificar a BMD, deve ter-se em conta o índice de massa corporal (IMC), que permite relacionar a massa corporal com a altura de um indivíduo. Este parâmetro é calculado a partir da equação 3 [28].

$$IMC = \frac{Peso}{Altura^2} \left(\frac{kg}{m^2} \right) \quad (3)$$

Esta fórmula é aceite como um padrão de medida internacional para identificar o grau de obesidade de um indivíduo. É um método rápido e fácil que, permite indicar, com um bom grau de acuidade, se está abaixo, acima ou mantém de um valor ideal [7].

De acordo com o resultado obtido, é possível indicar subnutrição ou sobrenutrição. Assim, é possível classificar os indivíduos de acordo com o seu IMC. Na tabela 1 encontram-se os valores de referência do IMC para adultos maiores de 20 anos [28]:

Tabela 1 - Valores de referência do IMC para adultos maiores de 20 [28].

Classificação adulta	IMC (kg/m²)
Baixo peso	< 18,5
Eutrofia	18,5-24,9
Pré-obesidade	25-29,9
Obesidade, grau I	30-34,9
Obesidade, grau II	35-39,9
Obesidade mórbida, grau III	≥ 40

Para os idosos com idade superior a 65 anos, os valores de IMC são ajustados, de acordo com a classificação da Tabela 2 [28]:

Tabela 2 - Valores de referência do IMC para idosos (>65 anos) [28].

Classificação idosa	IMC (kg/m ²)
Desnutrição	< 22
Risco de desnutrição	22-23,9
Eutrofia	24-26,9
Pré-obesidade	♂ 27-30
	♀ 27-32
Obesidade	♂ > 30
	♀ > 32

Contudo, em crianças entre os 2 e os 20 anos deve usar-se os percentis de IMC da OMS e IOTF (*International Obesity Task Force*) indicados para rapazes e raparigas. Assim sendo, poder-se-á observar o percentil em que se encontra a criança de acordo com a classificação da Tabela 3 e verificar o seu estado nutricional [28].

Tabela 3 - Valores de referência do IMC para crianças (2 - 20 anos) [28].

Classificação crianças	Percentil
Baixo peso	< 10
Eutrofia	15-85
Excesso de peso	85-95
Obesidade	>97

O aumento da quantidade de tecido adiposo expressa a diminuição do coeficiente de atenuação linear dos tecidos moles adjacentes ao osso, o que eleva a diferença nos perfis de absorção registados g/cm^2 e, conseqüentemente o aumento do valor de BMD registado. Em relação a este aspeto, é importante notar que, os valores de BMD podem ser alterados, se o paciente em questão exibir grandes variações de massa corporal durante

o período de estudo. Em contrapartida, é necessário ter em atenção a interpretação da BMD de indivíduos obesos, já que pode ser sobrestimada [7].

De referir que, para o mesmo paciente, quando avaliado por equipamentos distintos os valores de *T-Score*, *Z-Score* e BMD podem variar. Isto pode acontecer devido à área a analisar pelos equipamentos serem diferentes devido à posição do paciente bem como os limites das áreas de cada vértebra formado pelo *software* dos equipamentos serem também distintos. Assim, torna-se importante avaliar qual a relação entre os valores descritos com os equipamentos usados.

2.2.5 Tratamento

O tratamento da osteoporose é realizado no sentido de prevenir fraturas ósseas, em especial as vertebrais e da anca. Um dos tratamentos para esta patologia é o farmacológico, este deve ser direcionado a doentes que estão definidos com alto risco e idosos que apresentaram uma multiplicidade de fatores de risco para fraturas quando comparadas com jovens. A prevenção para a doença em estudo é mais eficiente que o próprio tratamento e, consiste em manter ou aumentar a densidade óssea através do consumo adequado de cálcio, da prática de exercício físico e, em algumas situações, a toma de fármacos [5].

Hoje em dia existem diversos fármacos para o tratamento da osteoporose, atuando no sentido de diminuir a reabsorção óssea ou aumentando a sua formação. O tratamento definido para cada doente é feito tendo em conta a idade e as patologias que lhe estão associadas. Adicionalmente ao tratamento básico, a terapêutica farmacológica começa quando o paciente apresenta uma fratura osteoporótica [5, 7].

Atualmente, um dos maiores desafios da gestão adequada desta doença está relacionado com a fraca adesão dos pacientes ao tratamento com as terapêuticas atuais. É reconhecido que apenas uma pequena percentagem (20%) dos doentes com fraturas de fragilidade recebem uma terapia de prevenção para futuro no ano seguinte à fratura inicial. Estes problemas de adesão acarretam grandes consequências na densidade mineral óssea e contribuem obrigatoriamente para o risco de fraturas. A monitorização adequada do indivíduo e a identificação precoce da diminuição da adesão são essenciais para garantir

de forma contínua que o paciente associa o seu tratamento a benefícios como a redução do risco de fratura e melhoria na qualidade de vida [29].

No esquema da Figura 14 seguinte encontram-se os vários tratamentos para esta patologia [30].

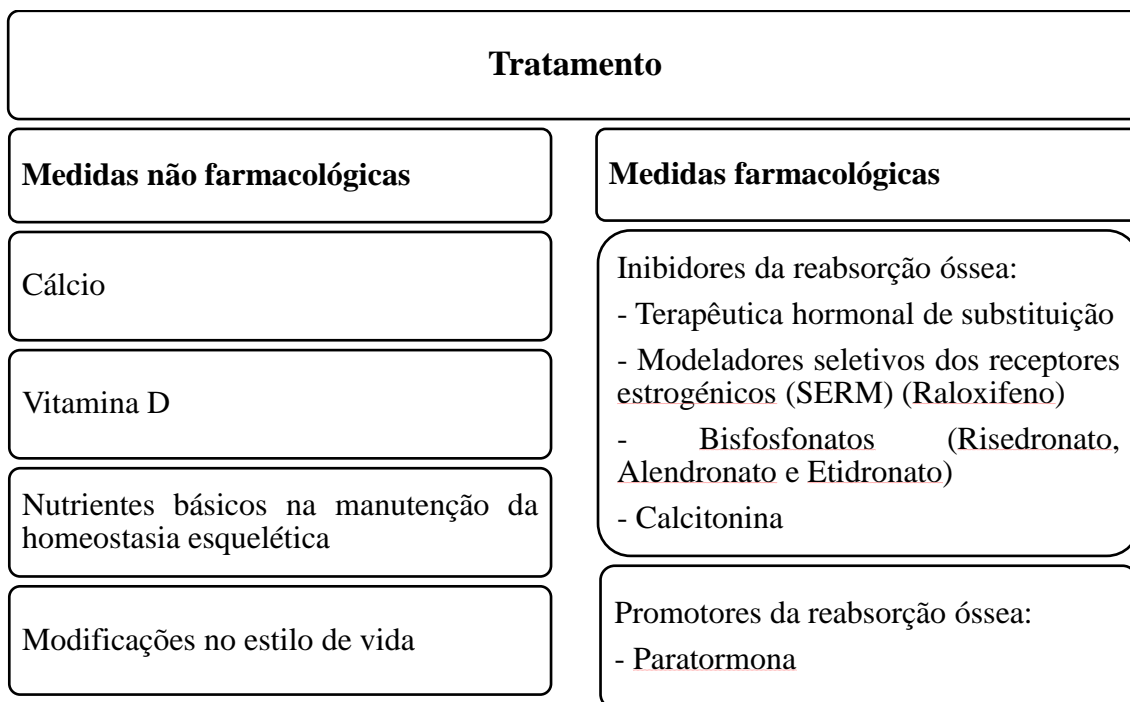


Figura 14 - Esquema representativo dos vários tratamentos da osteoporose.

2.2.5.1 Medidas não farmacológicas

A terapêutica da osteoporose, usando medidas farmacológicas é de extrema importância. No entanto, é possível intervir, sem utilização de fármacos, orientando este tratamento para a correção dos défices nutricionais, modificação dos estilos de vida nocivos ao osso, evitando quedas e minimizando a intensidade do impacto quando estas acontecem [30].

O tratamento não usando fármacos consiste essencialmente em assegurar ingestões adequadas de cálcio e vitamina D, nutrientes básicos na manutenção da homeostasia esquelética e modificações no estilo de vida, onde se evidencia a prática de exercício físico [30].

O cálcio participa na fórmula química dos cristais de hidroxiapatite dando resistência mecânica ao osso [27]. As necessidades diárias deste nutriente varia ao longo da vida,

não sendo iguais para ambos os gêneros e, a melhor maneira de o ingerir é com a alimentação. O cálcio encontra-se em maior concentração no leite e derivados. Quando não há as quantidades diárias ingeridas recomendadas devem tomar-se suplementos [30].

A vitamina D é “quase uma hormona”, atua na absorção intestinal do cálcio alimentar e na reabsorção tubular renal do cálcio urinário. Esta vitamina estimula a osteogênese levada a cabo pelos osteoblastos, ativando também a diferenciação e inibindo a proliferação celular. A sua dose diária aumenta com a idade, sendo que, o seu nível ideal é de 800 a 1,200 UI de vitamina D3 (vitamina que tem a responsabilidade absorção e reabsorção) por dia [27].

É necessário ter em conta outras substâncias nutricionais como as vitaminas A, C e K, magnésio e zinco, entre outras, pois são imprescindíveis para a manutenção da saúde óssea [30].

Relativamente às modificações do estilo de vida, aconselha-se a prática de exercício físico, abstenção do tabagismo e evitar a ingestão excessiva de álcool. O exercício físico tende a aumentar a massa óssea e pode diminuir a perda da mesma. Além disso, aumenta a flexibilidade, a coordenação e a força muscular, são fatores importantes na redução do risco de queda [30].

2.2.5.2 Medidas farmacológicas

Os fármacos utilizados no tratamento da osteoporose estão divididos em dois grandes grupos, de acordo com a função do seu mecanismo de ação, os agentes inibidores da reabsorção óssea (anti-reabsorção) e os agentes promotores da formação óssea (osteofrmadores) [30].

Nos agentes inibidores da reabsorção óssea encontra-se a terapêutica de substituição hormonal (TSH). A TSH tem como base os estrogénios, atuando diretamente no tecido ósseo, diminuindo a taxa de remodelação e a perda de massa óssea. Permite ainda melhorar o balanço do cálcio, facilitando na sua absorção e diminuindo a sua excreção [30].

Os moduladores seletivos dos recetores estrogénicos (SERM) são fármacos que se unem aos recetores dos estrogénios modificando a transcrição genética o que vai provo-

car um efeito antagonista em função do tecido alvo [30]. Um dos SERM utilizados como terapêutica para a osteoporose é o raloxifeno.

Os bisfosfonatos são medicamentos que inibem a reabsorção óssea em consequência da retração do recrutamento, da diferenciação e da atividade dos osteoclastos. No tratamento da OP usam-se o risedronato, o alendronato e o etidronato [30].

A calcitonina é uma hormona peptídica que atua nos osteoclastos diminuindo a sua quantidade, alterando a sua estrutura e inibindo a motilidade do citoplasma, que, consequentemente leva à redução da reabsorção óssea [30].

Nos promotores de reabsorção óssea encontra-se a paratormona. Esta é uma substância proteica, produto da secreção das glândulas paratiroides, que tem como função estimular a formação óssea [30].

2.3 Osteoporose em Portugal

A osteoporose é um problema de saúde pública a nível mundial cuja importância e impacto têm crescido nas últimas décadas. Esta doença tem vindo a ter uma grande incidência, uma vez que, com os progressos da medicina, as pessoas começam a alcançar idades mais avançadas [5, 7].

Uma pesquisa Europeia prevê que até se atingir o ano de 2040 o número de idosos com esta patologia será duas vezes maior devido ao aumento de fraturas relacionadas com a osteoporose, pois estima-se um aumento entre 50 a 70% [5, 7].

Na Europa cerca de 40% das mulheres e 15% dos homens de meia-idade poderão sofrer pelo menos uma fratura osteoporótica. A fratura que mais ocorre associada à osteoporose e, que é a mais problemática, é a do fémur, uma vez que são relacionadas a uma maior morbidade, pois normalmente necessitam de internamento e tratamento cirúrgico [5].

Na Figura 15 mostra-se a incidência de fraturas desta patologia por faixa etária e género.

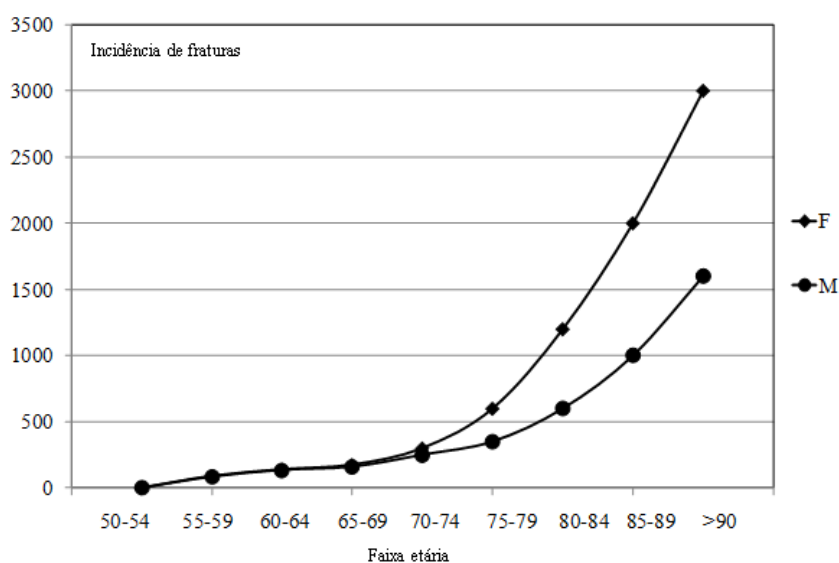


Figura 15 - Incidência de fraturas no colo do fêmur devido à osteoporose (adaptado [31]).

Como se pode observar através do gráfico, a incidência de fraturas no colo do fêmur é superior no género feminino na faixa etária dos 65-69 e 70-74. É de notar que, é a partir destas idades que, a evolução das fraturas se traduz numa exponencial, onde se pode visualizar também que é nas mulheres que ocorre mais fraturas, aproximadamente 2 vezes superior que nos homens.

Deste modo, com auxílio da Figura 15, pode-se concluir que são as mulheres que possuem um maior risco de sofrer fraturas e, que a incidência dessas mesmas fraturas, aumenta com a idade de uma forma exponencial. Isto acontece também no género masculino.

Em Portugal, o custo global associado ao tratamento da osteoporose já é superior ao custo do tratamento de enfarte do miocárdio e das doenças hepáticas [5].

Ao contrário do que acontece internacionalmente, em Portugal os estudos relacionados com a incidência ou prevalência de fraturas são raros. No entanto, um estudo realizado estimou que, entre 2000 e 2002 ocorreram cerca de 36,846 fraturas do colo do fêmur em Portugal, onde os indivíduos tinham uma média de idades de 69,1% anos (desvio padrão 23,3), sendo 65% em mulheres com uma média de idades de 76,7 anos e 35% em homens com média de 54,9 anos [32]. Outro estudo menciona que em Portugal foram efetuados quatro estudos epidemiológicos sobre este mesmo tema entre 1981 e 1988 (dois no Porto, um em Lisboa e um na Ilha da Madeira) onde se verificou que a

incidência de fraturas variava entre 125 e 297 por 100,000 habitantes no género feminino e entre 81 e 136 no género masculino [33].

Na Figura 16 apresentam-se dados obtidos através do centro MEDOS (*Mediterranean Osteoporosis Study*) do Porto.

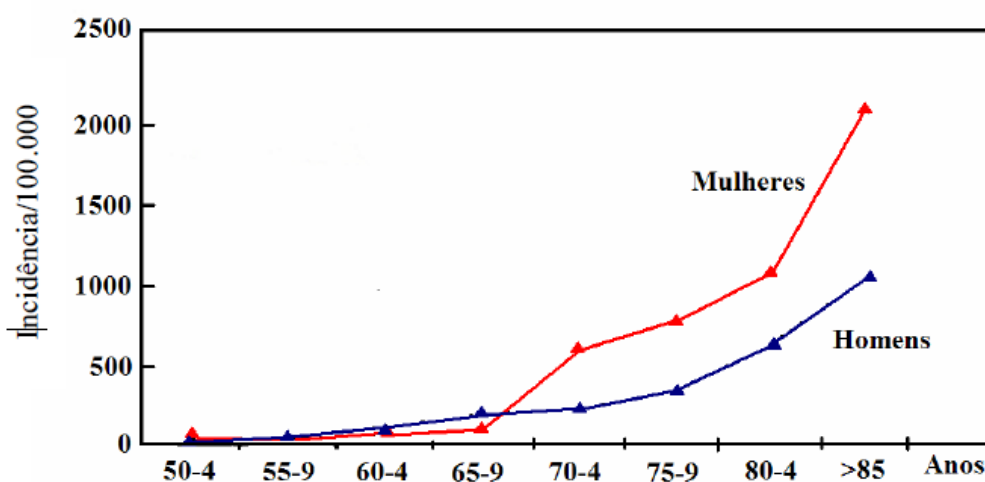


Figura 16 - Incidência de fraturas no colo do fémur devido à osteoporose através do MEDOS do Porto [33].

Através desta Figura 16 é possível sustentar ainda mais que, são as mulheres que sofrem estas fraturas osteoporóticas no colo do fémur e que, aumentam substancialmente com a idade.

Na Figura 17 apresenta-se uma distribuição geográfica de fraturas do colo do fémur em Portugal, por género.

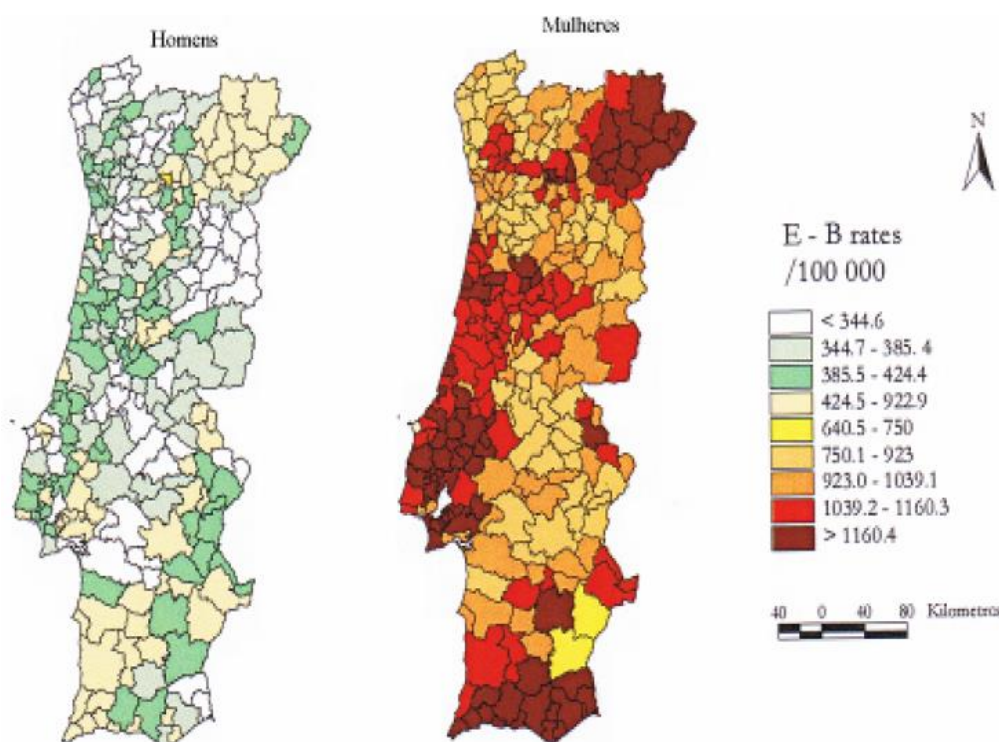


Figura 17 - Distribuição geográfica de fraturas do colo do fémur em Portugal [33].

Como se pode visualizar através da Figura 17, há diferenças na distribuição de incidências de fraturas osteoporóticas entre homens e mulheres. Nas mulheres existem maiores taxas de ocorrência no Nordeste e em toda a faixa costeira, com exceção do Noroeste e parte do Alentejo, com taxas mais baixas em Viana do Castelo e Porto. Nos homens, é no Nordeste, certos concelhos centrais e no litoral sul que se encontram valores mais elevados, em contrapartida, é no Noroeste, no centro leste e algumas zonas do interior sul que ocorrem menor incidência de fraturas.

É possível também concluir que, pela escala apresentada, a ordem de incidência de fraturas em mulheres é cerca de duas vezes superior em relação à mesma ocorrência em indivíduos do género masculino. O risco é maior nos pacientes femininos que nos masculinos em todas as regiões.

Capítulo 3: Otimização

Introdução

Na atualidade, no mundo da matemática, existem representações de processos reais através de modelos simplificados ou modelos matemáticos. Estes modelos são utilizados em diversas áreas, nomeadamente em Engenharia, Economia, Astrologia, Comunicação, Saúde, Processamento de Imagens, entre outras áreas, de modo a permitir um estudo e compreensão de diversos fenómenos e problemas reais.

Como já referido anteriormente, um modelo matemático é uma representação de um sistema real, representando o sistema pretendido bem como as suas características primordiais, para que o comportamento do modelo matemático seja próximo ou igual ao sistema real.

Um dos processos matemáticos que existe e muito utilizado hoje em dia é a otimização. A otimização teve um impulso no seu desenvolvimento no século XX, entre a década 30 e 40, considerado na atualidade o inspirador do ramo da otimização, devido ao desenvolvimento industrial e à competição neste sector, nessa altura [34].

Os métodos de otimização são um instrumento importante na análise dos sistemas, em que, o primeiro passo a realizar é a identificação dos objetivos do sistema e aclarar quantitativamente o desempenho do sistema em estudo. Em relação à identificação dos objetivos, estes podem ser expressos de diversas formas, nomeadamente em lucro, tempo, ou qualquer outra quantidade ou combinação de quantidades que podem ser exibidas em número. Desta forma, pode referir-se que, estes métodos são quantitativos, visto que apresentam resultados sob forma numérica para as soluções exatas dos problemas [35, 36].

Os problemas de otimização são abundantes, havendo a necessidade de determinar soluções que correspondem o melhor possível à realidade. Assim, o principal objetivo é

encontrar os valores das variáveis que otimizam, ou seja, maximizam ou minimizam, dependendo dos objetivos de cada variável das funções objetivo. A seleção de valores das restrições pode ser limitada ou não pela presença das mesmas [7, 34-37].

Na otimização, o principal fator é a construção adequada de um modelo que defina toda a informação do problema para um bom resultado, isso implica a identificação das variáveis e dos objetivos, bem como as restrições para as variáveis. Contudo, um problema complexo pode dificultar ou mesmo impossibilitar a sua resolução [7, 35]

Os métodos de otimização são iterativos, necessitam que inicialmente se faça uma aproximação para depois se gerar uma sucessão de aproximações ao problema. Estes métodos são caracterizados pelo algoritmo do próprio método e pelo estudo da sua convergência, não esquecendo a robustez (o algoritmo deverá funcionar para uma grande variedade de problemas), a eficiência (o algoritmo não deve requerer muito tempo/memória para se resolver o problema) e a precisão (o algoritmo deverá determinar uma boa aproximação à solução com uma boa precisão) [38].

Matematicamente, um problema de otimização geral é definido por [7, 34, 35, 38].

$$\begin{aligned} \min \quad & f(x) \\ \text{s.a.} \quad & c_i(x) = 0, \text{ para } i \in I \\ & c_i(x) \leq 0, \text{ para } i \in D \end{aligned} \tag{4}$$

onde, x representa o vetor das variáveis, f a função objetivo, c_i as restrições e o I e o D os conjuntos de índices das restrições de igualdade e desigualdade, respetivamente.

Segundo os autores das referências [35, 38, 39] os problemas de otimização são representados, de uma maneira geral, pela equação (4), podendo ser classificada de acordo com o carácter da função objetivo e das restrições (lineares ou não-lineares), o número de variáveis e propriedades das funções que são envolvidas (diferenciáveis ou não). Mas o mais importante nestes problemas é identificar se o problema de otimização apresenta, ou não, funções de restrição.

Os problemas de otimização que não possuem restrições advêm diretamente de muitas aplicações práticas e são designados por problemas de otimização sem restrições. As aplicações de problemas de otimização com restrições podem ser facilmente transfor-

mados em problemas de otimização sem restrições, onde as funções de restrição são substituídas por termos de penalização com o objetivo de diminuir a violação das restrições [35, 36, 38].

Os problemas de otimização que possuem restrições provêm de modelos que contêm restrições precisas sobre as variáveis, podendo estas ser lineares ou não, de igualdade e/ou desigualdade [35, 36, 38].

Além da classificação anteriormente apresentada, os problemas de otimização podem ser categorizados como problemas de otimização linear ou de otimização não-linear. Esta denominação vai depender do tipo de função objetivo e das funções de restrição. Para serem problemas de otimização linear, a função objetivo e as restrições têm de ser lineares, caso contrário, se a função objetivo se apresenta na forma não-linear ou algumas das funções de restrição, os problemas de otimização serão do tipo não-linear [35, 36, 38].

3.1 Otimização linear

A otimização linear, como já referido, representa uma área da otimização com o objetivo de solucionar problemas lineares constituídos unicamente por funções e restrições lineares. Este tipo de problemas matemáticos pode possuir ou não restrições (de igualdade e/ou desigualdade), e se possuírem restrições devem ser lineares.

Assim sendo, um problema de otimização linear pode ser caracterizado matematicamente pela equação 5 [35, 39].

$$\begin{aligned} \min \quad & f(x) \\ \text{s.a.} \quad & Ax = b \\ & Cx \leq d \end{aligned} \tag{5}$$

onde f é a função objetivo linear, x representa o vetor das variáveis e tem domínio em $R^n \rightarrow R$.

Há vários métodos que permitem resolver este tipo de problemas, sendo que os mais utilizados são o Método Simplex e o Método de Pontos Interiores [35, 39].

3.2 Otimização não-linear

Os problemas de otimização não-linear, tal como já se mencionou anteriormente, abrangem uma área de otimização formada por funções e restrições lineares e não lineares, sendo apenas necessário que o problema apresente uma função ou uma restrição não-linear.

Matematicamente, os problemas de otimização não-linear são representados na seguinte forma [35, 38, 39].

$$\begin{aligned} \min \quad & f(x) \\ \text{s.a.} \quad & c_i(x) = 0, \text{ para } i \in I \\ & c_i(x) \leq 0, \text{ para } i \in D \end{aligned} \tag{6}$$

onde $f: R^n \rightarrow R$, I e D são os conjuntos de índices das restrições de igualdade e desigualdade, respetivamente.

São muitos os métodos para a resolução de problemas de otimização não linear. Estes vão variar consoante apresentem ou não restrições. Se não tiverem restrições, alguns métodos que se podem utilizar são, por exemplo, o Método de Newton, o Método de Quasi-Newton, Nelder-Mead, entre outros. Caso apresentem restrições podem usar-se os Métodos de Penalidade, como o de Penalidade Quadrática, L1, Exponencial e Métodos de Programação Quadrática Sequencial [38].

Os métodos no ramo da otimização dividem-se em dois grupos, os métodos baseados no cálculo (*Deterministic Optimization* – Otimização Determinística) e os métodos aleatórios (*Stochastic Optimization/Heuristic Methods*– Otimização Estocástica/Métodos Heurísticos) [40].

Os métodos determinísticos (Otimização Determinística) caracterizam-se no cálculo do gradiente e de derivadas ou aproximação delas. Este tipo de método produz bons resultados se as funções são contínuas, convexas e unimodais, quando isto não acontece e os problemas não são diferenciáveis e descontínuos os resultados não são os melhores [40].

Os métodos heurísticos (Otimização Estocástica) também designados de naturais e estocásticos baseiam-se em probabilidades de forma “aleatória orientada”, de modo a

atingirem uma solução ótima. Este tipo de métodos usa unicamente as informações dadas pela função de otimização, não necessitando de informações extra, acerca das derivadas e descontinuidades. Neste tipo de otimização, para se encontrar a solução ótima é necessário que haja um elevado número de avaliações do problema, para que o método tenha a possibilidade de investigar devidamente toda a região do espaço onde está contida a solução pretendida, isto impõe a que o computador tenha uma grande capacidade de memória e armazenamento [40].

Os métodos estocásticos são fáceis de implementar, não impondo condições especiais à função objetivo. Exemplos de métodos de otimização estocástica são *Simulated Annealing* (SA) ou algoritmo genético (GA) [40]. Neste último é necessário ter algum cuidado, pois pode apresentar uma solução local e não global.

Há que ter em atenção que, os métodos de otimização podem ser também classificados de otimização local e global. O primeiro tipo de otimização identifica unicamente uma solução local, enquanto o segundo tipo apresenta uma solução global, ou seja, mostra o menor valor correspondente à função objetivo. Um exemplo de otimização local é o Método SQP e de otimização global é o GA [7, 34].

Na Figura 18 apresenta-se um exemplo sobre otimização local e global.

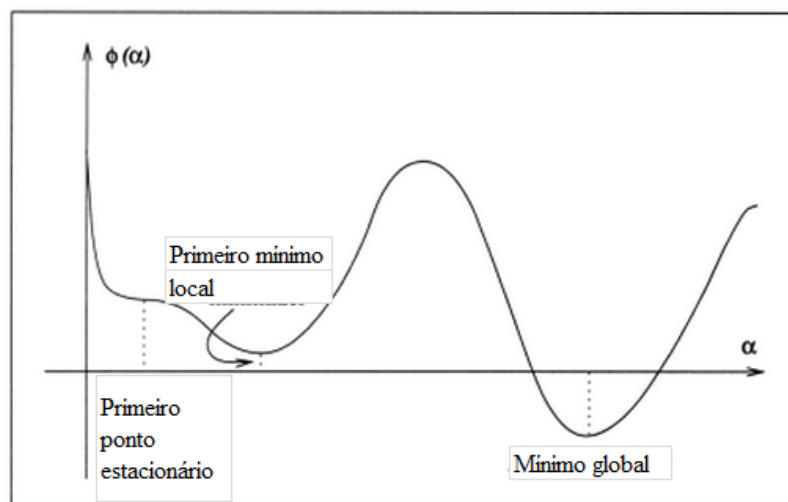


Figura 18 - Representação de uma função com mínimo local e global (adaptado [39]).

3.2.1. Algoritmos genéticos

No início da década de 70, na Universidade de Michigan, o professor John Holland e os seus alunos desenvolveram trabalhos sobre algoritmos genéticos que deram origem, em 1975, ao livro “*Adaptation in Natural and Artificial Systems*”. A partir desta altura, os algoritmos têm sido utilizados com sucesso em vários problemas de otimização [41].

Os GA constituem um método de procura aleatória aptos a alcançar uma solução ótima global num espaço de procura complexo em problemas de otimização com e sem restrições. Este tipo de algoritmo baseia-se na seleção natural, ou seja, o processo que impulsiona a evolução biológica. Assim sendo, os algoritmos genéticos atuam num conjunto de soluções onde sobressaem os indivíduos mais aptos, isto quer dizer que, ao longo de cada etapa, o algoritmo seleciona os indivíduos mais eficientes aleatoriamente da população atual para darem origem à próxima geração [41, 42].

Deste modo, este tipo de algoritmo cria, geração após geração, um conjunto de indivíduos através do processo de seleção dos progenitores de acordo com o nível de aptidão que está associado ao problema. Por conseguinte a procriação é realizada por meio de operadores extraídos da genética natural. Este processo vai levar à evolução de indivíduos que se adaptam melhor ao problema, de modo idêntico ao processo de adaptação natural [41].

Os algoritmos genéticos são bons para resolver uma diversidade de problemas de otimização que não são os mais adequados aos algoritmos de otimização padrão, ou seja, problemas não diferenciáveis, estocásticos e/ou não-lineares e em que a função objetivo é descontínua [42].

Estes algoritmos possuem três regras principais, em cada passo, para criar a próxima geração de indivíduos atuais, são elas [42]:

- Regras de seleção: há a seleção de indivíduos, designados de pais, que vão contribuir para a geração seguinte;
- Regras de cruzamento: ocorre a combinação dos progenitores para formar as “crianças”;
- Regras de mutação: aplicar as alterações aleatórias efetuadas aos pais para originarem descendentes com essas mesmas alterações.

Este método difere do algoritmo clássico de otimização (baseado na derivada) através de duas formas, a primeira é que gera uma população de pontos a cada iteração e, o melhor ponto dessa população aproxima-se de uma solução ótima, a segunda é que seleciona a população seguinte através de computação que utiliza geradores de números aleatórios [42].

No programa *Matlab*[®], na secção *toolbox global optimization*, consta o método de algoritmos genéticos através da função *GA*. A estrutura desta função é a seguinte:

$[x, fval, exitflag, output] = ga(fun, nvars, A, b, Aeq, beq, lb, ub, nonlcon, options)$, onde as variáveis de entrada são [7, 38, 42].

fun M-file com a função objetivo

nvars Número de variáveis independentes para a função objetivo

A Matriz dos coeficientes das restrições lineares de desigualdade

b Vetor independente das restrições lineares de desigualdade

Aeq Matriz dos coeficientes das restrições lineares de igualdade

beq Vetor independente das restrições lineares de igualdade

lb Vetor do limite inferior de x

ub Vetor do limite superior de x

nonlcon M-file com restrições não-lineares de desigualdade e igualdade

options Opções criadas com *optimset* (mais detalhes em referência [42])

E as variáveis de saída são:

x Minimizante da função objetivo

fval Valor mínimo da função objetivo

exitflag Inteiro identifica a razão que o algoritmo termina

output Estrutura que contém informações sobre a otimização

Capítulo 4: Interoperabilidade

Introdução

Na área da saúde existem vários ramos especializados em diversas áreas e, que permitem ajudar a melhorar a qualidade de vida dos pacientes, bem como o trabalho dos especialistas das distintas especialidades.

Uma das especialidades da saúde é a informática médica (IM), esta estuda os aspetos teóricos das ciências da informação referentes à compreensão, informação e conhecimentos de dados biomédicos. Além disso, recai sobre a aplicação de tecnologias de informação em sistemas da saúde com o objetivo de aumentar a eficiência e a eficácia de processos na área da saúde através de sistemas informáticos. Para além disso, um dos objectivos principais consiste na criação de sistemas de apoio à decisão clínica, que melhora a segurança para o paciente, redução de custos através de melhores decisões tomadas por parte dos profissionais.

A IM tem uma grande variedade de especialidades, desde registos clínicos eletrónicos, sistemas de codificação, classificação e procedimentos de diagnósticos, processamento de sinal e imagem, implementação e avaliação de tecnologia, sistemas de informação, sistemas de apoio à decisão clínica, entre outras [43].

Em suma, a IM tem uma série de recursos que podem ser empregados na gestão e manutenção da informação médica, o que inclui a computação médica e o estudo da essência da mesma informação.

4.1 Sistemas interoperáveis

Os *Standards* ou Normas têm surgido com o objetivo de permitir que certos processos trabalhem de forma económica e simples ou até mesmo se tornem funcionais. São

definidos essencialmente como um conjunto de regras e definições que especificam como proceder ou produzir um determinado produto [44].

Um *Standard* pode, às vezes, revelar-se extraordinariamente importante, pois fornece uma possível forma de resolução de problemas, podendo ser usado por diversas entidades, sem necessidade de “reinventar da roda”. Além disso, a sua utilização permite que pessoas ou organizações desassociadas trabalhem entre si de forma cooperativa [44].

Um exemplo de um *standard* usualmente utilizado sem se dar conta é quando se reproduz *CD*'s de música. Para que todos os utilizadores possam usufruir do seu conteúdo foi necessário primeiramente realizar um *standard* para esse efeito, caso contrário cada empresa desenvolvedora de leitores deste tipo de dispositivo teria de criar os seus próprios mecanismos, significando que, por vezes, um determinado *CD* apenas funcionaria para um aparelho específico [43, 44].

Deste modo, pode-se concluir ainda que a utilização de *standards* pode relevar-se de extrema importância no que diz respeito à interoperabilidade.

A interoperabilidade na saúde é entendida como a capacidade de se trocar informação entre sistemas distintos sem utilizar sistemas ou interfaces específicas, para tal a utilização de *standards* é fundamental. Com a utilização de normas pode-se fazer com que dois sistemas passem a comunicar num mesmo formato interpretável para ambos [45].

Na informática médica a utilização de *standards* são importantíssimos, sobretudo na troca de dados. Suponha-se a seguinte situação, a clínica A quer trocar informações médicas com a clínica B. Neste caso como serão trocados os dados? Como serão os dados interpretados pela clínica que os recebe? Assim, surge o *standard* Health Level 7 (HL7). Esta norma foi criada pelo grupo HL7, que é a associação desenvolvedora de normas para a saúde. O número 7 diz respeito à camada de aplicações do Modelo de Interconexão de Sistemas Abertos ou Modelo OSI (do inglês *Open Systems Interconnection*), visível na Figura 19 [43].

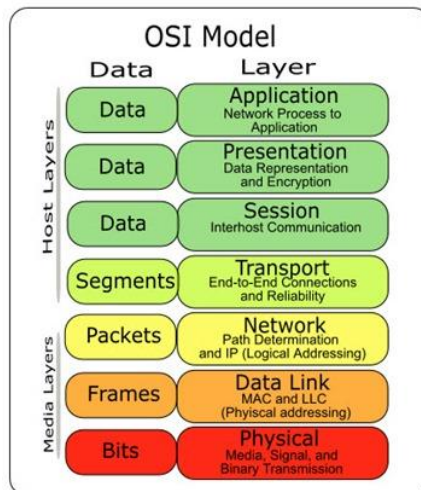


Figura 19 - Arquitetura OSI (standard) (adaptado [43]).

A norma HL7 especifica um conjunto de “regras” de forma a se poder trocar informações clínicas entre unidades de saúde, laboratórios clínicos, entre outras unidades. A Figura 20 apresenta um exemplo de uma mensagem HL7, sendo este exemplo a mensagem utilizada para este trabalho que será apresentada no próximo capítulo.

```
MSH|^~\&|IMAGLAB|CDCC|CADT|CDCC|20150728120216||ORU^R01|1|P|2.4||AL
PID|||750000^^^CDCC^NP|||1963112000000|F|||||
PV1||0|1^^^^^^^Imagiologia|||||2^^^^^^^Laboratorio de Imagiologia Clinica|||||1
OBR|0|206775993|3646083|C18^Densitometria Óssea^IMAGLAB||Data_pedido|Data_observação|||||^Fémur/Coluna'
OBX|0|C18^Densitometria Óssea|0|||||F|||Data_observação
OBX|1|NM|E1^BMD|1|9.5|g/cm^2|18.5-24.9|L|||||Data_observação
OBX|2|NM|E2^T-SCORE|2|9.5||-2.5-0|H|||||Data_observação
```

Figura 20 - Exemplo de uma mensagem HL7.

A mensagem HL7 apresentada na Figura 20 é do tipo “ORU”, como se pode verificar na primeira linha de código. Isto significa que esta mensagem é usada para troca de dados relativos a observações/exames clínicos. É possível observar também na primeira linha o “MSH”, que corresponde a *Message Header*. Este segmento está presente em cada tipo de mensagem HL7 e define a origem da mesma, sendo obrigatoriamente o primeiro segmento das mensagens HL7 [43, 46].

Neste tipo de mensagens há vários campos no segmento, sendo o mais importante o campo que especifica que tipo de mensagem está a ser transmitida, neste caso é o “ORU”. É importante referir que cada segmento está dividido por um pipe, ou seja, por “|”.

Na segunda linha de código é possível ver um “PID”, este campo diz respeito ao ID do paciente, visto que esta mensagem diz respeito a troca de dados. Ao analisar a mensagem demonstrada é possível concluir que está a transmitir informação de exames de densitometria óssea, transportando os valores de BMD e *T-Score* de duas estruturas anatómicas possíveis, a coluna vertebral ou o fêmur.

4.1.1 Canais de comunicação

Para que seja possível a transmissão das mensagens HL7 é necessário criar canais de comunicação de modo a permitir a troca de mensagens entre sistemas. Assim sendo, surge o *software* open source Mirth Connect[®]. Este permite então, criar os canais mencionados anteriormente, sem necessidade de criar interfaces específicas para a troca de informação entre sistemas diferentes. Sendo por isso, uma das soluções mais conhecidas a nível mundial neste ramo. Além disso, o Mirth faz com que sistemas não interoperáveis passem a sê-lo, uma vez que permite gerar mensagens HL7 através das informações contidas numa base de dados de uma unidade de saúde. Por outras palavras, é possível considerar que esta solução funciona como “tradutor” entre sistemas distintos.

Desta forma, o Mirth permite uma interoperabilidade entre os vários sistemas, como se pode visualizar no esquema da Figura 21.

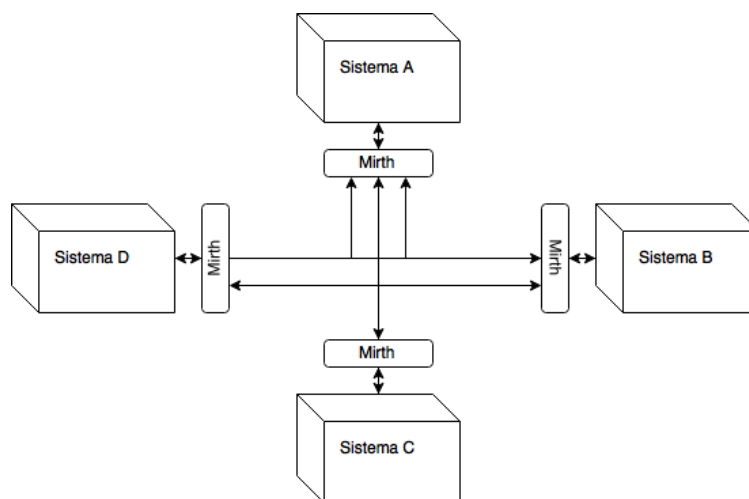


Figura 21 - Esquema do funcionamento da solução Mirth Connect[®].

Através da Figura 21 é possível observar que, o sistema Mirth é instalado em cada ponto das estruturas onde vão “sair” e “entrar” as informações, servindo de interface

para a troca e recepção de dados entre os diferentes sistemas. Posteriormente, esta aplicação comunica com o sistema estando configurada conforme as suas especificações.

No final da troca de informação esta pode ser armazenada ou visualizada de diversas formas, dependendo da configuração pretendida pelo sistema. Um exemplo da apresentação dos dados é através do formato PDF.

Outro exemplo sobre este tema de interoperabilidade é o seguinte, imagine-se que numa determinada clínica um profissional de saúde faz uma medição da pressão arterial e regista no sistema de registos eletrónicos em milímetros de mercúrio. Por sua vez, um outro profissional regista numa unidade de saúde diferente a mesma medição mas com outra unidade. Deste modo, passa a existir uma incoerência [43]. Este exemplo leva à interoperabilidade funcional, sendo que a solução passa pela utilização *standard* openEHR. Este tem o objetivo de criar sistemas de registos clínicos eletrónicos interoperáveis, através da normalização/standardização funcional do sistema (por exemplo standardização da BD).

O exemplo apresentado pode ser visto em várias clínicas distintas, onde cada uma delas pode registar as medições com unidades diferentes. O que vai dificultar a troca de informação, interoperabilidade, assim sendo a utilização de *standards* revela ser de extrema importância, constituindo um passo importante para a diminuição deste tipo de problemas.

A troca de informação na IM é de extrema importância, podendo em determinados casos ditar um desfecho positivo ou negativo para o doente. Para além disso, permite reduzir custos associados diretamente à repetição de exames que, porventura eram recomendados dada a falta de informações acerca da sua anterior realização. Além disso, para o paciente, a boa troca de informações permite uma redução de riscos no que diz respeito a tratamentos já efetuados e que são desnecessários [43].

Capítulo 5: Estudos Computacionais

Introdução

Este capítulo tem como objetivo descrever a modelação do problema em estudo, bem como a análise dos inquéritos realizados nas clínicas Dr. Campos Costa, a resolução do problema e demonstrar as investigações realizadas para chegar à solução pretendida.

A solução mencionada é, partindo dos inquéritos e com o histórico clínico do paciente, chegar ao valor de BMD e, conseqüentemente ao valor *T-score*, de forma a verificar se o paciente em causa poderá ou não possuir osteoporose, prevendo assim o desenvolvimento da patologia.

Outro objetivo é estabelecer uma correspondência entre os diferentes valores de BMD obtidos nos diversos equipamentos.

5.1 Estudo comparativo dos dados

Outros investigadores efetuaram pesquisas no âmbito em estudo concluindo que, com o aumento da idade há ocorrência de osteopenia e/ou osteoporose.

Assim, seguindo o exemplo da investigadora Daniela Rocha [5] efetuou-se o estudo comparativo entre parâmetros como a idade do paciente e o *T-Score*.

5.1.1 Clínica Dr. Krug Noronha

Para o primeiro estudo, foram utilizados dados de inquéritos obtidos previamente na clínica Dr. Krug Noronha.

Recorrendo a 45 inquéritos de mulheres com idades entre os 47 e 83 anos que realizaram densitometrias ósseas através da DEXA em duas zonas distintas, fémur e coluna vertebral foi possível obter os gráficos das Figuras 22 e 23. Estas representações expressam que, o valor de *T-Score* aumenta com a idade.

Desta forma, dividiu-se o conjunto de inquéritos obtidos em duas amostras, a primeira formada por 22 inquéritos e a segunda por 23 inquéritos. É de notar que, os inquéritos foram escolhidos aleatoriamente para fazerem parte da amostragem e nenhum foi repetido nas amostras.

Esta investigação ocorreu nas duas estruturas anatómicas em que as pacientes realizaram exames, coluna vertebral e fémur.

A Figura 22 mostra os valores de *T-Score* dos 22 indivíduos relativos à primeira amostra dos inquéritos, para a coluna vertebral e o fémur, respetivamente.

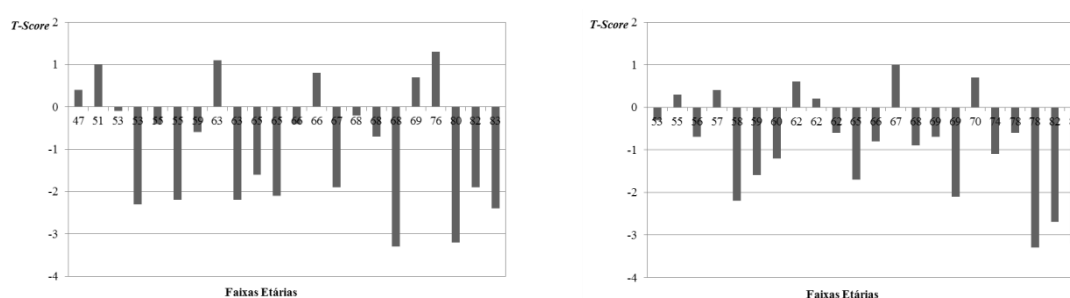


Figura 22 - *T-Score* dos 22 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e no fémur, respetivamente.

Através dos resultados é possível concluir que, com o aumento da idade os casos de patologia tornam-se mais intensos tanto na coluna vertebral como no fémur.

A Figura 23 mostra os valores de *T-Score* para os 23 indivíduos da segunda amostra.

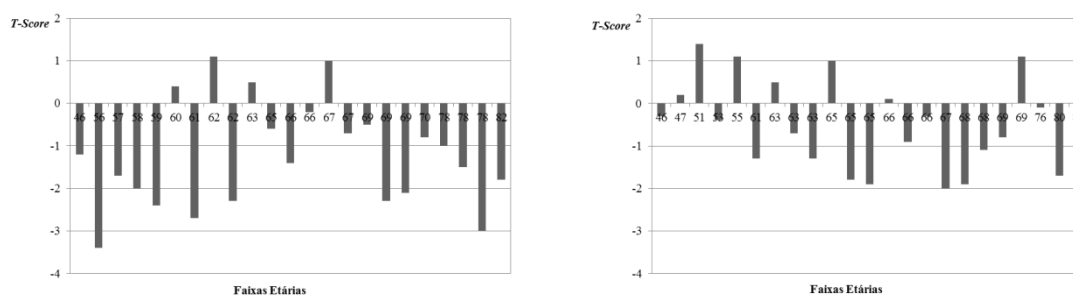


Figura 23 - *T-Score* dos 23 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e no fémur, respetivamente.

Fazendo o mesmo estudo para o conjunto dos 23 inquéritos, a segunda amostra, pode verificar-se que a prevalência das patologias são mais equilibradas, isto quer dizer que, as patologias não se manifestam em faixas etárias específicas, mas em várias idades.

É importante referir que, a amostra é limitada e, portanto, as conclusões podem não ser muito significativas.

5.1.2 Clínica Dr. Campos Costa

A mesma análise foi feita com os dados da clínica Dr. Campos Costa. A clínica Dr. Campos Costa é composta por diversas sucursais a saber: Instituto CUF do Porto, Clínica de Santo Tirso, Clínica no Porto, Clínica em Famalicão, Clínica de São João da Madeira e Clínica de Santa Maria da Feira, entre outras. É importante referir que, o número de inquiridos envolvidos foi menor do que na clínica Dr. Krug de Noronha.

O inquirido implementado na clínica Dr. Campos costa encontra-se no Anexo 2.

Na clínica Dr. Campos Costa a análise teve uma pequena diferença em relação à clínica Dr. Krug de Noronha. Para a estrutura anatómica coluna vertebral, além de se usar para o estudo os inquiridos realizados, incluiu-se um exame do fantoma do equipamento. Na Tabela 4 encontram-se os parâmetros do exame referido.

Tabela 4 - Parâmetros do exame realizado com o fantoma.

Idade	Idade Menopausa	Peso	Altura	Sexo
46	46	47	1,53	F

Além disso teve-se o cuidado em escolher a primeira amostra de inquiridos e, consequentemente exames, para as estruturas anatómicas em estudo. Na primeira amostra para a coluna e o fémur utilizaram-se inquiridos de mulheres com idades representadas na Tabela 5. Quando os inquiridos obtidos não tinham as idades pretendidas escolheram-se idades próximas.

Tabela 5 - Idades escolhidas para a formação das primeiras amostras para estudo das estruturas anatómicas.

Idades
46
51
55
59
63
67
70
74
78
83

A primeira idade representada na Tabela 5 diz respeito à idade obtida no exame com o fantoma. Assim, os 46 anos fazem parte da primeira amostra da coluna vertebral, não estando na primeira amostra do fêmur, visto que os fantasmas existentes para os equipamentos DEXA apenas caracterizam a coluna vertebral.

5.1.2.1 Instituto CUF Porto

Para a coluna vertebral, foram utilizados no total 45 inquéritos de mulheres com idades compreendidas entre os 50 e 88 anos, tendo também realizado os exames nos equipamentos DEXA, para a coluna vertebral e ao fêmur. Além do acesso aos 45 inquéritos, foi adicionado o exame com o fantoma do próprio equipamento, num total de 46 exames.

Neste estudo, os 24 exames foram divididos aleatoriamente em dois grupos tal como anteriormente, o primeiro tem uma amostra de 10 exames, incluindo o exame com o fantoma, o segundo é formado pelos restantes inquéritos, os 14 restantes.

Para o fêmur o procedimento foi o mesmo, mas com uma amostragem de valores menor e, sem a existência de fantoma. Nesta estrutura anatómica considerou-se na totalidade 22 exames, um grupo formado por 9 exames e o outro por 13 exames.

As Figuras 24 e 25 apresentam os resultados obtidos.

A Figura 24 exhibe os valores de *T-Score* dos 10 indivíduos da primeira amostra e 9 indivíduos da segunda amostra para a coluna vertebral e o fêmur, respetivamente.

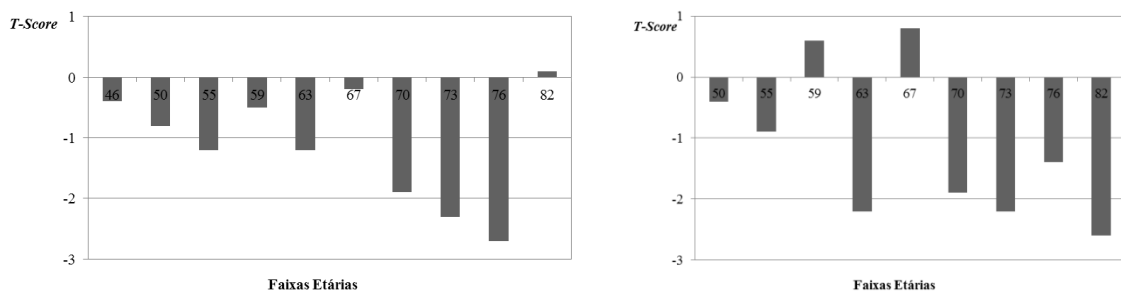


Figura 24 - *T-Score* dos 10 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e dos 9 indivíduos função da faixa etária no fêmur, respetivamente.

Através destas imagens, pode concluir-se que em ambas as estruturas anatómicas, coluna vertebral e fêmur, há um aumento de *T-Score* negativo com a idade. Isto significa que, há medida que a idade aumenta há um maior número de casos patológicos.

Na Figura 25 representam-se os valores de *T-Score* dos 14 e 13 indivíduos, respetivamente.

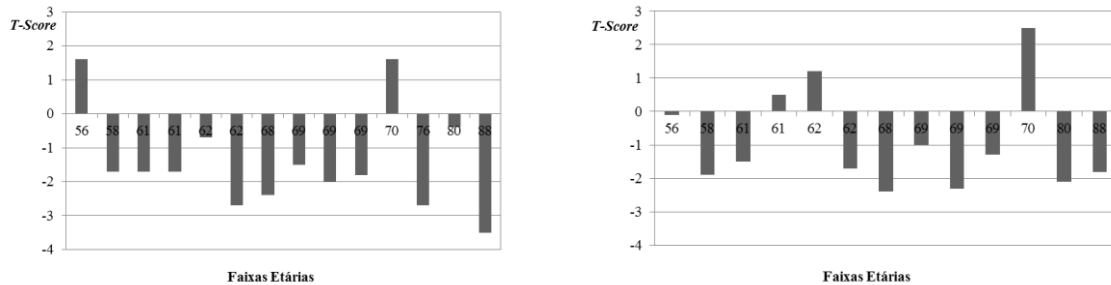


Figura 25 - *T-Score* dos 14 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e dos 13 indivíduos função da faixa etária no fémur, respetivamente.

Neste conjunto de amostras para as estruturas anatómicas é também possível obter as mesmas conclusões anteriores, ou seja, com o aumento da idade há um aumento do aparecimento de osteopenia e osteoporose.

5.1.2.2 Clínica de Santo Tirso

Para esta clínica obteve-se 37 inquéritos a mulheres com idades entre os 50 e 79 anos, também elas realizaram exames no mesmo tipo de equipamento para ambas as estruturas anatómicas em estudo.

Para a coluna vertebral a análise foi feita a 19 inquéritos, não esquecendo a introdução do fantoma. Assim, para esta estrutura anatómica as amostras tinham uma dimensão de 10 e 9 inquéritos.

Já para o fémur, o número de exames analisados foi menor, ambas as duas amostras foram construídas com 9 exames cada.

Para ambos os casos, como tem vindo a acontecer, os exames foram escolhidos aleatoriamente para cada grupo de amostragem.

As Figuras 26 e 27 mostram os resultados obtidos para a clínica de Santo Tirso.

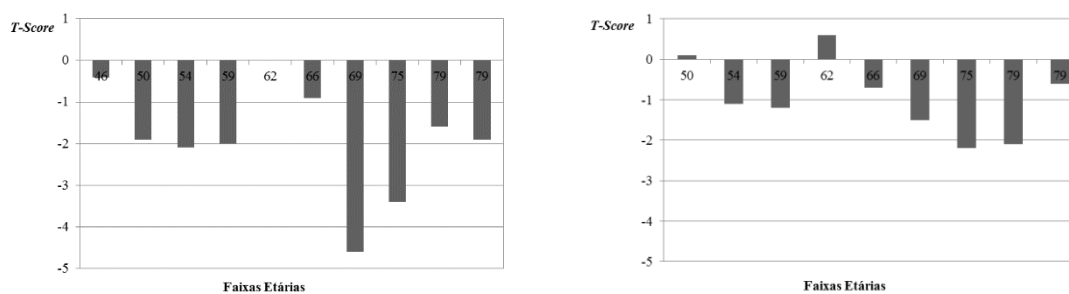


Figura 26 - T-Score dos 10 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e dos 9 indivíduos função da faixa etária no fêmur, respetivamente.

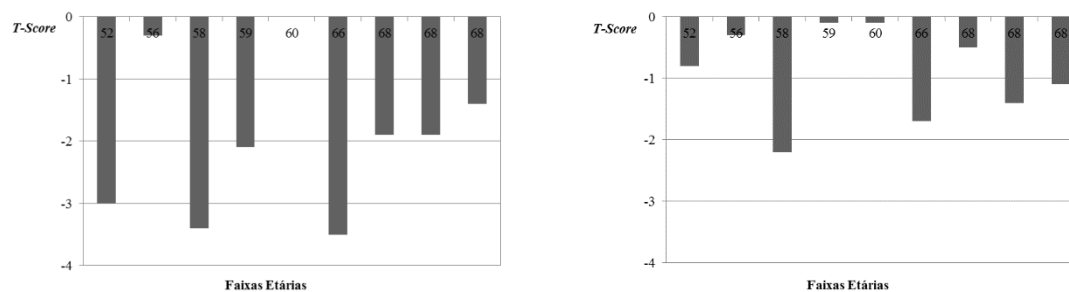


Figura 27 - T-Score dos 9 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e no fêmur, respetivamente.

Analisando os resultados para os dois grupos de amostras, é possível concluir também que com o aumento da idade há mais casos da patologia em estudo.

De notar que, em todos os casos há a existência da doença nas várias faixas etárias apresentadas. No entanto, nas amostras da coluna vertebral verifica-se uma maior percentagem de osteopenia e osteoporose, uma vez que, no total da amostra apenas dois pacientes não têm qualquer patologia.

5.1.2.3 Clínica no Porto

Para a clínica representante da Dr. Campos Costa no Porto recorreu-se a 40 inquéritos efetuados a mulheres com idades compreendidas entre 52 a 73 anos, juntamente com um exame do fantoma realizado à coluna vertebral, formando um total final de 41 exames à coluna vertebral e fêmur. Sendo que, existem 21 exames à coluna vertebral, incluindo o fantoma e 20 exames ao fêmur.

Tal como tem vindo a acontecer, os inquéritos obtidos para as duas estruturas anatómicas em estudo têm sido divididas aleatoriamente e sem nunca se repetirem em ambas

amostras. Assim sendo, para a coluna os conjuntos formados têm uma dimensão de 10 e 11 exames respectivamente e para o fêmur 9 e 11 exames respectivamente.

De seguida procedeu-se à análise gráfica dos resultados, onde estão expressos nas Figuras 28 e 29.

A Figura 28 mostra os valores de *T-Score* dos indivíduos para a primeira amostra da coluna vertebral e do fêmur, respetivamente e a Figura 29 para o segundo conjunto de amostras para ambas as estruturas anatómicas em estudo.

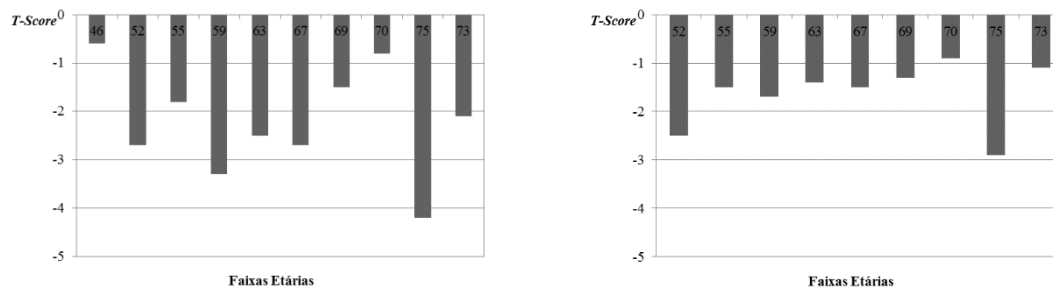


Figura 28- *T-Score* dos 10 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e dos 9 indivíduos função da faixa etária no fêmur, respetivamente.

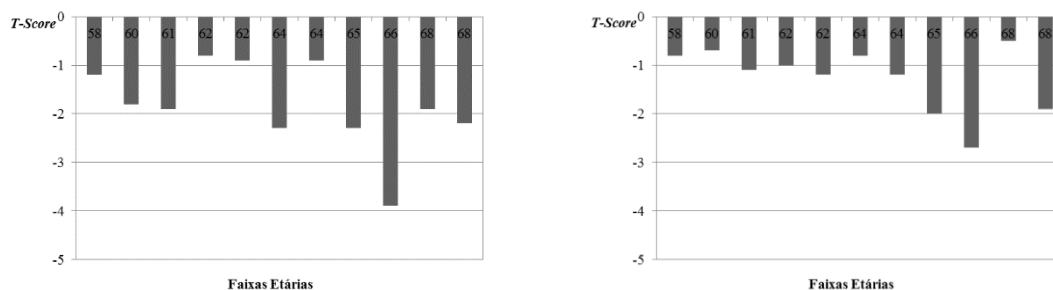


Figura 29 - *T-Score* dos 11 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e no fêmur, respetivamente.

Ao analisar os resultados das Figuras 28 e 29 é possível chegar a uma conclusão idêntica da clínica de Santo Tirso, ou seja, que há uma ocorrência de patologias em praticamente todas as faixas etárias apresentadas. É também na estrutura da coluna vertebral que se manifesta uma percentagem maior e mais acentuada das patologias, isto quer dizer, de osteopenia e osteoporose.

5.1.2.4 Clínica em Famalicão

Para a clínica de Famalicão o processo foi igual em relação às clínicas anteriormente apresentadas no que corresponde à formação das amostras para análise. Estas amostras foram obtidas com recurso a 34 exames mais um exame adicional realizado através do fantoma. As pacientes do género feminino possuem idades compreendidas entre os 51 e 77 anos.

As amostras da coluna vertebral têm uma dimensão de 10 e 8 exames cada e do fémur 9 e 8 exames respetivamente.

As Figuras 30 e 31 apresentam os resultados gráficos dos resultados adquiridos.

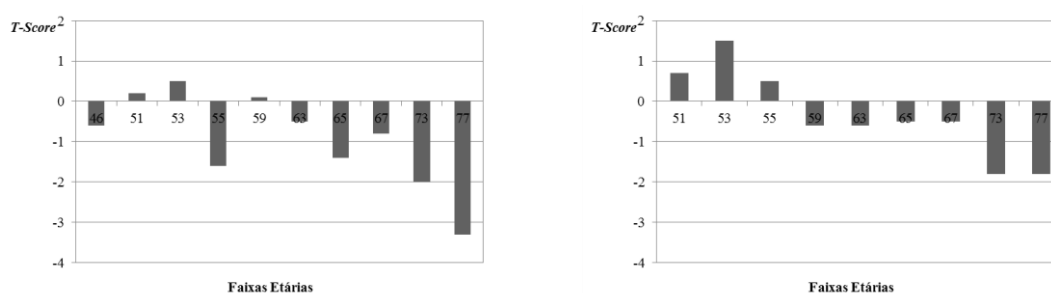


Figura 30 - *T-Score* dos 10 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e dos 9 indivíduos função da faixa etária no fémur, respetivamente.

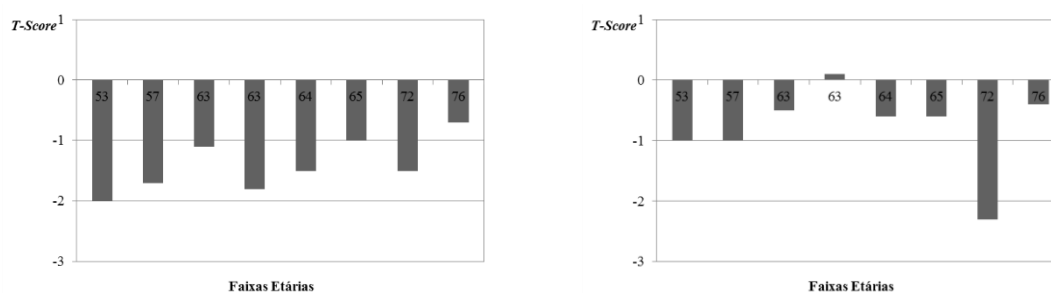


Figura 31 - *T-Score* dos 8 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e no fémur, respetivamente.

Após observação da Figuras 30 é possível concluir que à medida que se aumenta a idade aumenta-se o número de casos patológicos, sendo cada vez mais severos com o aumento da faixa etária. Através da Figura 31 pode-se visualizar que, para a coluna, há a existência de patologias em praticamente todas as faixas etárias. Em contrapartida para o fémur, só existe um caso de osteoporose nas idades representadas.

5.1.2.5 Clínica em São João da Madeira

Tanto para a coluna como para o fémur foram obtidos um total de 32 exames incluindo o exame com o fantoma a mulheres com idades entre os 37 e 77 anos. No exame com o fantoma só faz parte na primeira amostra da coluna vertebral e o procedimento da criação das amostras em estudo é igualmente feito como nas anteriores.

Assim sendo, o conjunto das duas amostras da coluna vertebral é formado por 10 e 7 exames respetivamente e as duas amostras do fémur constituído por 9 e 6 exames cada.

As Figuras 32 e 33 mostram os resultados gráficos alcançados.

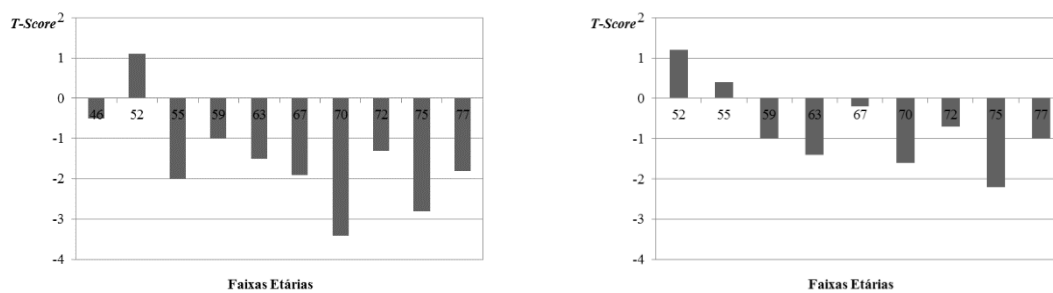


Figura 32 - *T-Score* dos 10 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e dos 9 indivíduos função da faixa etária no fémur, respetivamente.

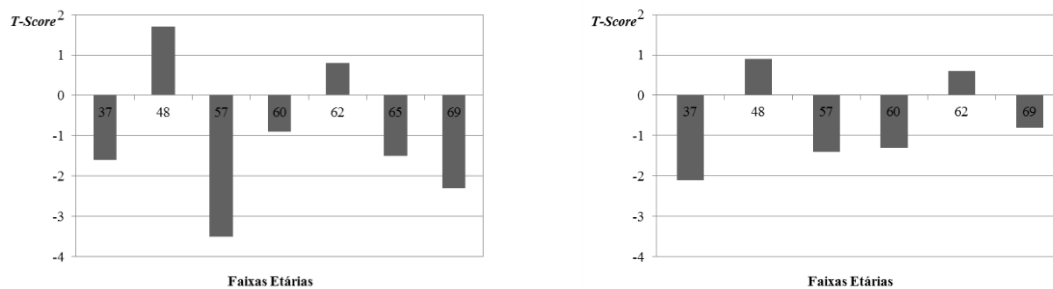


Figura 33 - *T-Score* dos 7 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e dos 6 indivíduos função da faixa etária no fémur, respetivamente.

Através das Figuras 32 e 33 é possível concluir que em todas as faixas etárias encontra-se a presença de patologias tanto na coluna vertebral como no fémur. Sendo que é na coluna onde se encontram os valores mais baixos de *T-Score*.

Deste modo, com estes resultados não é possível chegar à mesma conclusão da investigadora Daniela Rocha [5], ou seja, que com o aumento da idade há um maior aparecimento de osteoporose.

5.1.2.6 Clínica em Santa Maria da Feira

Para a clínica representante em Santa Maria da Feira foram obtidos 41 exames incluindo o exame realizado com o fantoma. As pacientes neste conjunto tinham idades entre os 37 e os 79 anos. O processo de seleção de amostras foi exatamente o mesmo e a existência do exame realizado com o fantoma foi incluído no primeiro conjunto de amostras da coluna vertebral.

Os dois conjuntos de amostragem da coluna vertebral e do fêmur são constituídos por 10 e 11 exames e 9 e 11 exames, respetivamente.

As Figuras 34 e 35 mostram os resultados obtidos para a clínica de Santa Maria da Feira.

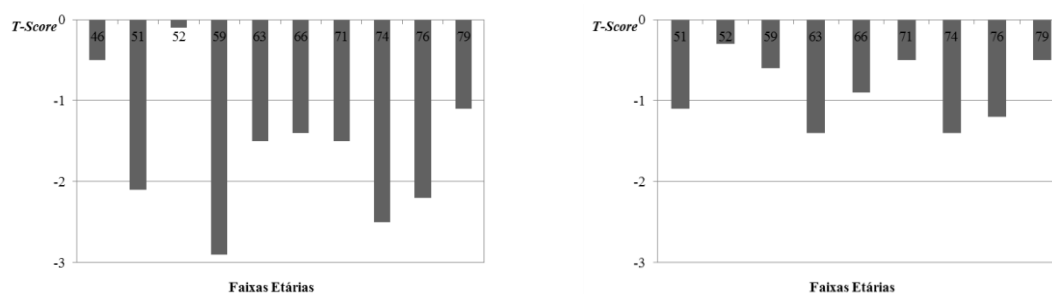


Figura 34 - T-Score dos 10 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e dos 9 indivíduos função da faixa etária no fêmur, respetivamente.

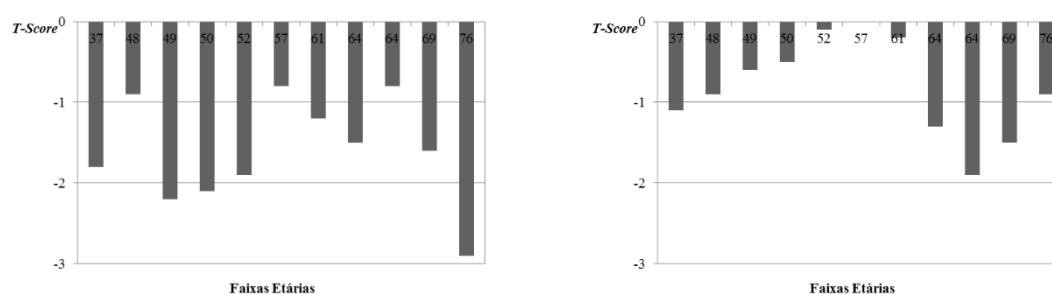


Figura 35 - T-Score dos 11 indivíduos, função da faixa etária na coluna vertebral e no fêmur, respetivamente.

Tal como aconteceu anteriormente com algumas clínicas representativas da Dr. Campos Costa, é possível concluir a partir das Figuras 34 e 35 que, existem patologias em praticamente todas as faixas etárias apresentadas, sendo visível uma pequena diminuição entre os 50 e 60 anos.

E como aconteceu com a clínica de São João da Madeira, não é possível concluir que, com o aumento da idade há um aumento de aparecimento da osteoporose.

5.2 Modelação matemática para prever o *T-Score*

O segundo estudo realizado para este trabalho de estágio foi desenvolver um código em Matlab[®], executado por métodos dos algoritmos genéticos, tendo por base os dados dos inquéritos adquiridos, no qual determina qual o valor de referência RBMD e SD usado em cada equipamento.

Para construir o referido código foi necessário utilizar a equação que relaciona a densidade mineral óssea com o valor de *T-Score*:

$$T\text{-Score} = \frac{BMD - RBMD}{SD} \quad (7)$$

onde BMD representa a densidade mineral óssea, RBMD a referência da densidade mineral óssea e SD a referência do desvio padrão.

O problema de otimização que se pretende resolver está expresso na equação (8) e não possui qualquer tipo de restrições:

$$\min \sum (T\text{-Score} - \frac{BMD - x_1}{x_2})^2 \quad (8)$$

onde x_1 representa o RBMD e o x_2 o SD.

Após obter a relação entre os dois parâmetros, expressa na equação (7), construiu-se o código tendo-se em consideração a modelação do problema. Os códigos realizados para este efeito encontram-se em Anexo 3.1.

Neste estudo foram utilizados os inquéritos da análise anterior bem como a distribuição e formação dos dois grupos de amostragem, tal como é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 – Número de inquéritos das duas amostras para a coluna vertebral e o fémur.

		1ª Amostra	2ª Amostra	Total
Dr. Krug de Noronha	Coluna vertebral	22	23	45
	Fémur	22	23	45
Instituto CUF Porto	Coluna vertebral	10	14	24
	Fémur	9	13	22
Clínica de Santo Tirso	Coluna vertebral	10	9	19
	Fémur	9	9	18
Clínica no Porto	Coluna vertebral	10	11	21
	Fémur	9	11	20
Clínica em Famalicão	Coluna vertebral	10	8	18
	Fémur	9	8	17
Clínica de São João da Madeira	Coluna vertebral	10	7	17
	Fémur	9	6	15
Clínica em Santa Maria da Feira	Coluna vertebral	10	11	21
	Fémur	9	11	20

5.2.1 Clínica Dr. Krug Noronha

Inicialmente foram utilizados os 22 inquéritos do primeiro grupo de amostragem desta clínica e, com a ajuda da interface Matlab-Excel, foi possível determinar os valores de RBMD e SD da expressão (7). Este procedimento realizou-se para as duas áreas em estudo, ou seja, para a coluna vertebral e para o fémur.

Os valores obtidos neste primeiro passo encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 – Valores de RBMD e SD obtidos no Matlab.

	Coluna Vertebral	Fémur
RBMD	1,1795060	1,0006
SD	0,1200634	0,1202288

Para testar se os valores obtidos estavam corretos efetuou-se o cálculo do *T-Score* e, constatou-se que os valores eram aproximadamente iguais aos obtidos nos exames da DEXA, como é possível verificar nos Anexo 3.2.1 e Anexo 3.2.2.

O passo seguinte foi utilizar os 23 inquéritos do segundo grupo de amostras e, com os valores de RBMD e SD calculados anteriormente prever o valor de *T-Score*. Tal como anteriormente, o valor correspondeu ao obtido no exame da DEXA. Os resultados obtidos neste passo encontram-se nos Anexo 3.2.3 e Anexo 3.2.4.

Podemos concluir que 91% e 96% dos casos é possível prever o valor de *T-Score* do paciente.

De seguida, construíram-se gráficos, onde se obteve as equações da linha de tendência bem como o coeficiente de determinação. Na Tabela 8 encontram-se as equações e o coeficiente de determinação para os dados das amostras e teóricos (previstos pelo Matlab®). Os gráficos que permitiram obter a Tabela 8 apresentam-se nos Anexos 3.3.1 a 3.3.4.

Tabela 8 - Equações e coeficientes obtidos para a coluna vertebral e o fémur da Clínica Krug de Noronha.

Legenda:

	Dados da primeira amostra de dados obtidos pelos inquéritos
	Dados previstos pelo programa Matlab®

	1ª amostra - Coluna	2ª amostra - Coluna	1ª amostra - Fémur	2ª amostra - Fémur
Equação	$y = 8,3322x - 9,8268$ $R^2 = 0,9995$	$y = 8,298x - 9,8085$ $R^2 = 0,9997$	$y = 8,3183x - 8,323$ $R^2 = 0,9997$	$y = 8,2291x - 8,2344$ $R^2 = 0,9994$
Equação	$y = 8,3289x - 9,824$ $R^2 = 1$	$y = 8,3289x - 9,824$ $R^2 = 1$	$y = 8,3175x - 8,3225$ $R^2 = 1$	$y = 8,3175x - 8,3225$ $R^2 = 1$

Na Tabela 8 as colunas “1ª amostra - Coluna” e “1ª amostra - Fémur” correspondem à primeira amostra de dados, ou seja, aos 22 inquéritos e as colunas “2ª amostra - Coluna” e “2ª amostra - Fémur” dizem respeito à segunda amostra de dados, 23 inquéritos.

Como é possível observar, as equações dos dados da primeira amostra não são iguais entre si mas o coeficiente de determinação é aproximadamente 1. Esta situação é contrária ao que acontece com os coeficientes de determinação dos dados previstos, ou seja, das previsões *T-Score*. Nestes casos, o $R^2=1$ e as equações são iguais entre estruturas

anatômicas. Estes resultados também eram de esperar pois os valores dos dados previstos foram obtidos através de um algoritmo e como tal, o erro é quase inexistente ou nulo.

5.2.2 Clínica Dr. Campos Costa

Também nas várias filiais da clínica Dr. Campos Costa foi feito este estudo. Conforme aconteceu na clínica Dr. Krug Noronha, o objetivo é obter o valor de RBMD e SD para ambas as estruturas anatômicas, coluna vertebral e fémur.

5.2.2.1 Instituto CUF Porto

Tal como aconteceu para a clínica anterior, foram aproveitados os grupos de amostras já efetuados no primeiro estudo. Assim, realizaram-se os testes no Matlab[®] e alcançaram-se os valores pretendidos, apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Valores de RBMD e SD obtidos no Matlab[®].

	Coluna Vertebral	Fémur
RBMD	1,0493820	0,9417830
SD	0,1144224	0,1218676

Para se verificar a exatidão destes valores, efetuou-se o cálculo do *T-Score* e foram idênticos aos obtidos nos exames DEXA. No Anexo 3.2.5 e Anexo 3.2.6 encontram-se os resultados obtidos das primeiras amostras para as duas estruturas anatômicas.

De seguida procedeu-se ao passo seguinte, prever o valor de *T-Score* através dos valores calculados pelo programa Matlab[®]. Para este conjunto de exames, também os resultados foram o esperado, ou seja, os valores calculados foram os mesmos que os obtidos nos equipamentos DEXA. Os valores estão apresentados no Anexo 3.2.7 e Anexo 3.2.8, para a coluna vertebral e fémur, respetivamente. É possível concluir que 93% e 92%, para o estudo da coluna vertebral e do fémur, respetivamente, foi possível prever corretamente o valor do *T-Score*.

Após construção dos gráficos foi possível confirmar o esperado e, uma das formas de se poder comprovar é a partir da linha de tendência, onde se verifica que o coeficiente

de determinação é 1 ($R^2 = 1$). Os gráficos desta clínica, referentes às equações e aos coeficientes de determinação, são representados nos Anexo 3.3.5 a 3.3.8.

Na Tabela 10 apresentam-se os dados obtidos nos gráficos.

Tabela 10 - Equações e coeficientes obtidos para a coluna vertebral e o fémur no Instituto CUF Porto.

Legenda:

	Dados da primeira amostra de dados obtidos pelos inquéritos
	Dados previstos pelo programa Matlab®

	1ª amostra - Coluna	2ª amostra - Coluna	1ª amostra - Fémur	2ª amostra - Fémur
Equação	$y = 8,7574x - 9,1852$ $R^2 = 0,998$	$y = 8,8871x - 9,3616$ $R^2 = 0,995$	$y = 8,2059x - 7,7281$ $R^2 = 0,9994$	$y = 8,3122x - 7,8254$ $R^2 = 0,9972$
Equação	$y = 8,7395x - 9,1711$ $R^2 = 1$	$y = 8,7395x - 9,1711$ $R^2 = 1$	$y = 8,2056x - 7,7279$ $R^2 = 1$	$y = 8,2056x - 7,7279$ $R^2 = 1$

Após analisar os dados é possível concluir que, tal como o esperado, as equações dos dados das amostras dos exames diferem entre si nas duas estruturas anatómicas em estudo e que as equações dos dados previstos são iguais. Assim como a igualdade à unidade unitária do coeficiente de determinação dos valores previstos e a desigualdade da unidade unitária dos valores das amostras.

5.2.2.2 Clínica de Santo Tirso

Como tem vindo a acontecer, a primeira tarefa foi chegar aos valores de RBMD e SD computacionalmente, conforme a Tabela 11.

Tabela 11 - Valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

	Coluna Vertebral	Fémur
RBMD	1,0379320	0,9464540
SD	0,1031016	0,1190474

Após a obtenção dos valores pretendidos procedeu-se à análise gráfica, onde foi possível obter os dados nos Anexo 3.2.9 e Anexo 3.2.10 e os gráficos dos Anexo 3.3.9 e Anexo 3.3.10. Ambos mostram que os valores obtidos pelo programa estão corretamen-

te previstos, pois as soluções previstos pelo RBMD e SD permitem chegar aos resultados de *T-Score* realizados nos exames DEXA pelas pacientes.

A etapa seguinte foi prever o *T-Score* através dos dados alcançados, o que permitiu obter os Anexo 3.2.11 e Anexo 3.2.12. Através da visualização destes dados é possível concluir que os valores previstos de *T-Score* são aproximadamente idênticos das amostras obtidos no exame DEXA.

Os gráficos obtidos para esta clínica encontram-se entre os Anexos 3.3.9. e 3.3.12.

Na Tabela 12 encontram-se representadas as equações da linha de tendência dos valores obtidos e os respetivos coeficientes de determinação.

Tabela 12 - Equações e coeficientes obtidos para a coluna vertebral e o fémur de Santo Tirso.

Legenda:

	Dados da primeira amostra de dados obtidos pelos inquiridos
	Dados previstos pelo programa Matlab®

	1ª amostra - Coluna	2ª amostra - Coluna	1ª amostra - Fémur	2ª amostra - Fémur
Equação	$y = 9,6998x - 10,068$ $R^2 = 0,9937$	$y = 9,1468x - 9,5444$ $R^2 = 0,9997$	$y = 8,4366x - 7,9775$ $R^2 = 0,9817$	$y = 8,0912x - 7,6529$ $R^2 = 0,9986$
Equação	$y = 9,6992x - 10,067$ $R^2 = 1$	$y = 9,6992x - 10,067$ $R^2 = 1$	$y = 8,4x - 7,9502$ $R^2 = 1$	$y = 8,4x - 7,9502$ $R^2 = 1$

As conclusões observadas são as mesmas que se têm vindo a tirar, o $R^2 = 1$ nos valores previstos, assim sendo, a conjectura de *T-Score* está correta.

5.2.2.3 Clínica no Porto

A fase inicial foi chegar aos valores de RBMD e SD computacionalmente, estando estes demonstrados na Tabela 13.

Tabela 13 - Valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

	Coluna Vertebral	Fémur
RBMD	1,0475260	0,9789412
SD	0,1102216	0,1220756

Após a obtenção dos valores pretendidos procedeu-se à análise gráfica e aquisição das equações e os respetivos coeficientes de determinação como se tem vindo a efetuar. Isto tanto para o primeiro grupo de amostras de 10 e 9 inquéritos para a coluna e o fémur, respetivamente. Como para o segundo grupo de amostras formado por 11 inquéritos.

A validação dos valores previstos de *T-Score* está apresentada entre o Anexo 3.2.13 e o Anexo 3.2.16. Através da observação dos anexos é possível concluir que os valores previstos de *T-Score* são aproximadamente idênticos aos valores das amostras obtidos na DEXA. Os gráficos dos dados obtidos podem ser observados nos Anexos 3.3.13 a 3.3.16. Neste caso, 100% dos dados analisados obtiveram uma previsão correta.

Na Tabela 14 encontram-se representadas as equações da linha de tendência dos valores obtidos bem como os respetivos coeficientes de determinação.

Tabela 14 - Equações e coeficientes obtidos para a coluna vertebral e o fémur do Porto.

Legenda:

	Dados da primeira amostra de dados obtidos pelos inquéritos
	Dados previstos pelo programa Matlab®

	1ª amostra - Coluna	2ª amostra - Coluna	1ª amostra - Fémur	2ª amostra - Fémur
Equação	$y = 9,0165x - 9,4629$ $R^2 = 0,9994$	$y = 9,2448x - 9,6627$ $R^2 = 0,999$	$y = 8,2132x - 8,037$ $R^2 = 0,9986$	$y = 8,128x - 7,9759$ $R^2 = 0,9995$
Equação	$y = 9,0726x - 9,5038$ $R^2 = 1$	$y = 9,0726x - 9,5038$ $R^2 = 1$	$y = 8,1916x - 8,0191$ $R^2 = 1$	$y = 8,1916x - 8,0191$ $R^2 = 1$

As conclusões observadas são as mesmas que anteriormente, ou seja, que a previsão de *T-Score* pelo Matlab® está correta, pois $R^2 = 1$ para os valores previstos.

5.2.2.4 Clínica em Famalicão

Para a clínica de Famalicão, tal como vem a acontecer com as clínicas anteriores, foram aproveitados os grupos de amostras já efetuados no primeiro estudo para se realizar os testes no Matlab® e obter os valores de RBMD e SD, que se encontram na Tabela 15.

Tabela 15 - Valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

	Coluna Vertebral	Fémur
RBMD	1,04609	0,9438622
SD	0,1095022	0,1223340

Para se verificar a exatidão dos valores apresentados, efetuou-se o cálculo do *T-Score* e, também estes valores, foram idênticos aos obtidos nos exames da DEXA, como tem vindo a acontecer. Nos Anexos 3.2.17 e 3.2.18 encontram-se os resultados obtidos para o primeiro grupo de dados para as duas estruturas anatómicas em estudo.

De seguida procedeu-se ao passo seguinte, ou seja, prever o valor de *T-Score* através dos valores calculados pelo programa Matlab®. Para este conjunto de exames, também os resultados foram aproximadamente idênticos aos valores das amostras. Os valores obtidos estão apresentados no Anexo 3.2.19 e Anexo 3.2.20. Nesta clínica, foram obtidos 88% de previsão correta nos valores do *T-Score*.

Após construção dos gráficos foi possível obter a linha de tendência e o respetivo coeficiente de determinação, que é 1 ($R^2 = 1$). Os gráficos desta clínica, referentes às equações e aos coeficientes de determinação, são representados no Anexo 3.3.17 ao Anexo 3.3.20.

Na Tabela 16 apresentam-se os dados obtidos nos gráficos.

Tabela 16 - Equações e coeficientes obtidos para a coluna vertebral e o fémur de Famalicão.

Legenda:

	Dados da primeira amostra de dados obtidos pelos inquéritos
	Dados previstos pelo programa Matlab®

	1ª amostra - Coluna	2ª amostra - Coluna	1ª amostra - Fémur	2ª amostra - Fémur
Equação	$y = 9,1284x - 9,5508$ $R^2 = 0,9996$	$y = 9,177x - 9,6041$ $R^2 = 0,994$	$y = 8,1853x - 7,7239$ $R^2 = 0,9993$	$y = 8,1235x - 7,6518$ $R^2 = 0,9986$
Equação	$y = 9,1322x - 9,5531$ $R^2 = 1$	$y = 9,1322x - 9,5531$ $R^2 = 1$	$y = 8,1743x - 7,7155$ $R^2 = 1$	$y = 8,1743x - 7,7155$ $R^2 = 1$

Por fim, é possível concluir que, tal como tem vindo a acontecer com as clínicas anteriores, as equações dos dados das amostras diferem entre si e as equações dos dados previstos são iguais. Assim como $R^2 = 1$ para os resultados previstos e $R^2 \neq 1$ para os valores das amostras.

5.2.2.5 Clínica em São João da Madeira

Também para esta clínica a primeira tarefa foi chegar aos valores de RBMD e SD através do Matlab[®], estando estes demonstrados na Tabela 17.

Tabela 17 - Valores de RBMD e SD obtidos no Matlab[®].

	Coluna Vertebral	Fémur
RBMD	1,04745	0,9448096
SD	0,11062	0,1238416

Após a obtenção dos valores pretendidos procedeu-se à análise gráfica, onde foi possível obter os dados nos Anexos 3.2.21 e 3.2.22 e os gráficos dos Anexos 3.3.21 e 3.3.22. Ambos mostram que os valores adquiridos no Matlab[®] são corretos, pois as soluções previstos pelo RBMD e SD permitem chegar aos resultados de *T-Score* realizados nos exames da DEXA pelas pacientes.

A etapa seguinte foi prever o *T-Score*, tal como tem vindo a acontecer consecutivamente, através dos dados alcançados, o que permitiu obter os Anexos 3.2.23 e 3.2.24. Através da visualização destes dados é possível concluir que os valores previstos de *T-Score* são aproximadamente idênticos aos valores reais das amostras.

Os gráficos obtidos para esta etapa encontram-se entre os Anexos 3.3.23. e 3.3.24.

Na Tabela 18 encontram-se representadas as equações da linha de tendência dos valores das amostras e dos previstos bem como os respetivos coeficientes de determinação.

Tabela 18 - Equações e coeficientes obtidos para a coluna vertebral e o fémur de São João da Madeira.

Legenda:

	Dados da primeira amostra de dados obtidos pelos inquéritos
	Dados previstos pelo programa Matlab®

	1ª amostra - Coluna	2ª amostra - Coluna	1ª amostra - Fémur	2ª amostra - Fémur
Equação	$y = 9,0352x - 9,4655$ $R^2 = 0,9996$	$y = 9,1566x - 9,6396$ $R^2 = 0,9929$	$y = 8,0956x - 7,6457$ $R^2 = 0,9992$	$y = 8,0872x - 7,61$ $R^2 = 0,9998$
Equação	$y = 9,04x - 9,4689$ $R^2 = 1$	$y = 9,04x - 9,4689$ $R^2 = 1$	$y = 8,0748x - 7,6292$ $R^2 = 1$	$y = 8,0748x - 7,6292$ $R^2 = 1$

As conclusões observadas são iguais às clínicas já estudadas anteriormente, ou seja, que as equações dos valores das amostras diferem entre si e que as equações dos valores previstos são iguais. Também se conclui que o R^2 é igual a 1 nos valores previstos e diferente de 1 nos valores das amostras. Podendo, então, afirmar que os valores determinados inicialmente pelo Matlab® são corretos e que é possível prever o valor de *T-Score*.

5.2.2.6 Clínica em Santa Maria da Feira

Para esta clínica de Santa Maria da Feira a primeira tarefa foi também chegar aos valores de RBMD e SD através do Matlab®, estando estes demonstrados na Tabela 19.

Tabela 19 - Valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

	Coluna Vertebral	Fémur
RBMD	1,051767	0,946159
SD	0,106433	0,119043

Após a obtenção dos valores pretendidos procedeu-se à análise gráfica, obtendo-se os dados dos Anexos 3.2.25 e 3.2.26 e os gráficos dos Anexos 3.3.25 e 3.3.26. Neste caso, os resultados obtidos não foram tão satisfatórios como os casos anteriormente estudados. Esta situação deve-se ao facto do algoritmo genético não conseguir encontrar o

ótimo global e terminar num ótimo local. Mesmo testando diferentes algoritmos, como o *Simulated Annealing* e o Nelder-Mead, não foi possível encontrar uma solução melhor.

A etapa seguinte foi prever o *T-Score*, tal como tem vindo a acontecer sucessivamente, através dos dados alcançados, o que permitiu obter os Anexos 3.2.27 e 3.2.28. Através da visualização destes dados é possível concluir que são obtidos resultados satisfatórios. É importante referir que se aumentou o valor da percentagem de erro devido ao percalço apresentado anteriormente.

Os gráficos obtidos para esta etapa encontram-se entre os Anexos 3.3.27. e 3.3.28.

Na Tabela 20 encontram-se representadas as equações da linha de tendência dos valores da amostra e os valores previstos bem como os respetivos coeficientes de determinação.

Tabela 20 - Equações e coeficientes obtidos para a coluna vertebral e o fémur de Santa Maria da Feira.

Legenda:

	Dados da primeira amostra de dados obtidos pelos inquéritos
	Dados previstos pelo programa Matlab®

	1ª amostra - Coluna	2ª amostra - Coluna	1ª amostra - Fémur	2ª amostra - Fémur
Equação	$y = 9,3958x - 9,8821$ $R^2 = 0,8956$	$y = 10,071x - 10,496$ $R^2 = 0,8318$	$y = 8,4004x - 7,9481$ $R^2 = 0,854$	$y = 7,0388x - 6,8356$ $R^2 = 0,8826$
Equação	$y = 9,3956x - 9,882$ $R^2 = 1$	$y = 9,3956x - 9,882$ $R^2 = 1$	$y = 8,4003x - 7,948$ $R^2 = 1$	$y = 8,4003x - 7,948$ $R^2 = 1$

As conclusões observadas são equivalentes às clínicas anteriormente analisadas, isto quer dizer, o R^2 é igual a 1 nos valores previstos e diferente de 1 nos valores da amostra.

5.3 Modelação matemática para conversão de BMD e *T-Score*

No estudo anterior, para se obter os valores de BMD e *T-Score* recorreu-se às filiais da clínica Campos Costa, onde se realizou o procedimento de um exame normal de densitometria óssea. Foi possível verificar que, estes valores eram diferentes entre equipa-

mentos apesar do fantoma usado ser o mesmo em todos os exames. Assim, para maior certeza e validação dos resultados, procedeu-se à execução de 10 exames adicionais com valores de entrada diferentes em todas as clínicas. Os diferentes parâmetros para os exames referidos encontram-se apresentados no Anexo 4.1 e os valores obtidos de cada equipamento no Anexo 4.2. Foi possível concluir que, de modelo para modelo neste tipo de equipamento os resultados de BMD e *T-Score* são diferentes e, que todos eles estão corretos.

Isto pode levar a uma incoerência, uma vez que, por exemplo, para a mesma paciente o “equipamento A” pode revelar um determinado resultado como osteoporose e o “equipamento B” um resultado distinto como osteopenia. De notar que em ambos os casos os diagnósticos estão corretos. Isto pode acontecer se os resultados forem muito distintos, caso contrário não se torna relevante. Esta diferença é associada à referência de cada equipamento dos resultados DEXA, que pode/é diferente. Como se verificou no estudo anterior.

Na Figura 36 apresenta-se a base de calibração para os resultados dos exames.

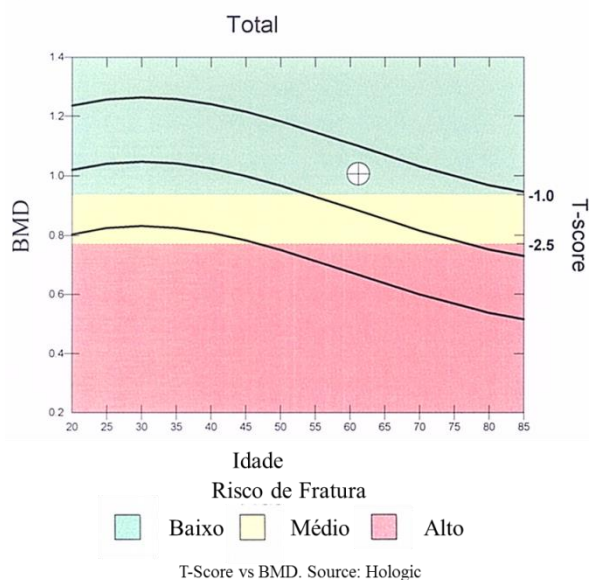


Figura 36 – Referência para determinação dos resultados dos exames DEXA.

Na fase seguinte do estudo o objetivo foi, através dos valores obtidos numa qualquer clínica com determinado equipamento, converter esse resultado para outra clínica com outro modelo DEXA.

Para isto, foi utilizado o Matlab[®], com o GUIDE (*Graphical User Interface Development Environment*), como ferramenta de desenvolvimento de interfaces gráficas.

Na Figura 37 é possível visualizar a interface gráfica construída para a conversão.

The image shows a MATLAB GUIDE window titled "Exemplo1". It contains two main sections for data entry:

- Dados da Clínica onde foi feito o exame:** This section includes a dropdown menu for "Nome da Clínica" (set to "Clínica Dr. Krug..."), and five input fields for "Idade", "IMC", "Idade da Menopausa", "Café", and "Exercício Físico". Below these are two more input fields for "BMD (L1-L4)" and "T-Score L4".
- Dados Equivalentes:** This section includes a dropdown menu for "Nome da Clínica" (set to "Clínica Dr. Kru..."), a dropdown menu for "Estrutura Anatómica" (set to "Coluna Verteb..."), and a "Converter" button. Below these are two more input fields for "BMD (L1-L4)" and "T-Score L4".

A "Sair" button is located at the bottom center of the window.

Figura 37 – Interface gráfica do GUIDE para a conversão de valores.

Assim, colocando os valores de entrada nos “Dados da Clínica onde foi feito o exame” (ver Figura 37) e, nos “Dados equivalentes” selecionar a clínica para a qual se pretende converter os valores de *T-Score* e BMD bem como a estrutura anatómica em causa e, automaticamente obtêm-se os valores pretendidos.

Isto acontece, porque no código foram utilizados os valores obtidos no estudo anterior bem como a equação (7).

Um exemplo de como funciona este código é demonstrado na Figura 38.

The image shows a graphical user interface window titled "Exemplo1". It is divided into two main sections: "Dados da Clínica onde foi feito o exame" and "Dados Equivalentes".

Dados da Clínica onde foi feito o exame:

- Nome da Clínica: Clínica Dr. Krug... (dropdown menu)
- Idade: 60 (text input)
- IMC: 25.4 (text input)
- Idade da Menopausa: 45 (text input)
- Café: 0 (text input)
- Exercício Físico: 1 (text input)
- BMD (L1-L4): 0.885 (text input)
- T-Score L4: -1.5 (text input)

Dados Equivalentes:

- Nome da Clínica: Clínica IcuF (D... (dropdown menu)
- Estrutura Anatómica: Coluna Verteb... (dropdown menu)
- Converter: (button)
- BMD (L1-L4): 0.877748 (text input)
- T-Score L4: -1.43662 (text input)

At the bottom of the window is a "Sair" button.

Figura 38 – Exemplo da interface gráfica do GUIDE para a conversão de valores.

Na introdução de valores, é possível visualizar que no “Café” e no “Exercício Físico” estão atribuídos valores, “0” e “1” respectivamente. O “0” no “café” significa que a paciente não toma 2 ou mais cafés por dia, caso tomasse o valor atribuído seria 1. O mesmo acontece para o “Exercício Físico”, neste exemplo, a nossa paciente faz exercício regu-

larmente mais que 30 minutos e daí o “1”, caso isso não acontecesse o valor colocado seria o “0”.

5.4 Comparação entre equipamentos

O estudo seguinte foi a comparação dos valores que se obteram nos diferentes equipamentos das clínicas em análise.

Para a validação dos valores obtidos pelos equipamentos das diversas clínicas, foram realizados 10 exames em cada equipamento de cada clínica, onde se utilizou o mesmo fantoma alterando apenas os valores de entrada. Os parâmetros de entrada para a realização destes exames encontram-se no Anexo 4.1. Tal como no estudo anterior.

Após obtenção dos 10 exames mencionados, foi calculado no Matlab[®] os valores de RBMD e SD como aconteceu no estudo da modelação matemática para prever o *T-Score* com base no BMD.

Assim sendo, a Tabela 21 mostra os valores médios de RBMD e SD e os respetivos desvios-padrão obtidos no Matlab[®] para os 10 exames realizados com o fantoma.

Tabela 21 – Valores médios de RBMD e RSD e os respectivos desvios-padrão.

Fantoma	Média	Desvio Padrão	Clínica
RBMD	1,316298	0,081329555	ICUF
SD	0,7882444	0,203320832	
RBMD	1,446208	0,062899901	Santo Tirso
SD	0,9084078	0,125810873	
RBMD	1,387128	0,13163254	Porto
SD	0,66854554	0,219389221	
RBMD	1,446246	0,066774175	São João da Madeira
SD	0,8984954	0,133540413	
RBMD	1,443342	0,079454145	Santa Maria da Feira
SD	0,9006834	0,158907519	
RBMD	1,314494	0,078524886	Fafe
SD	0,7737556	0,196310985	
RBMD	1,442722	0,08764506	Amarante
SD	0,5055162	0,087648212	
RBMD	1,46819	0,03561816	Carvalhos
SD	0,6543856	0,071237612	
RBMD	1,328930902	0,17278133	Ermesinde
SD	0,589424526	0,293918769	
RBMD	1,318073133	0,078856854	Felgueiras
SD	0,800183087	0,197142361	
RBMD	1,148201562	0,142041875	Famalicão
SD	0,349355403	0,336322205	
RBMD	1,378506278	0,791687455	Krug de Noronha
SD	0,791687455	0,221345167	

Ao analisar os dados apresentados é possível concluir que os valores são idênticos entre equipamentos e, portanto a base de análise dos exames DEXA é a mesma, o que seria de esperar, pois as clínicas apresentadas são da Dr. Campos Costa. Caso a base não fosse a mesma os resultados obtidos teriam uma discrepância maior.

No estudo foram consideradas duas estruturas anatómicas, a coluna vertebral e o fémur, no entanto, os 10 exames realizados com o fantoma na DEXA apenas incidiu na coluna vertebral.

De seguida procedeu-se à comparação dos resultados obtidos através destes exames e dos obtidos na simulação no Matlab[®]. A Tabela 22 apresenta os valores de RBMD

mencionados para a comparação com os respetivos rácios (RBMD fantoma/RBMD Matlab[®]).

Tabela 22 – Valores de RBMD para a coluna vertebral obtidos pelo Matlab[®] e exames realizados com o fantoma.

	Coluna vertebral (Matlab[®])	Coluna vertebral (Fantoma)	Rácio	Clínica
RBMD	1,179506	1,179506	1	Krug Noronha
	1,049382	1,001	0,953895	ICUF
	1,037932	0,992	0,955747	Santo Tirso
	1,047526	0,986	0,941265	Porto
	1,04609	0,982	0,938734	Famalicão
	1,04745	0,997	0,951835	São João da Madeira
	1,051767	0,993	0,944125	Santa Maria da Feira

Através da Tabela 22 é possível concluir que os valores obtidos pelas duas formas mencionadas anteriormente são próximos, sendo visível com o auxílio do valor do rácio, que ronda os 95 %.

Após a comparação dos valores obtidos no Matlab[®] e através dos exames realizados com o fantoma, procedeu-se à realização dos rácios entre clínicas de modo a permitir a conversão dos valores BMD e *T-Score*. As Tabelas 23 e 24 mostram os resultados dos rácios de conversão. O rácio é sempre calculado através da divisão entre os valores (BMD ou *T-Score*) da clínica onde o paciente realizou o exame para a clínica que se quer converter. Por exemplo, para se calcular o rácio de conversão entre as clínicas de ICUF e São João da Madeira visível na Tabela 23 e com resultado 1,00401, efetuou-se a divisão entre o valor de BMD obtido nos equipamentos da ICUF com o valor da BMD alcançados nos equipamentos da clínica de São João da Madeira. O procedimento é o mesmo para o cálculo dos rácios de conversão do *T-Score*.

Tabela 23 – Rácios de conversão para os valores de BMD.

Rácios de conversão BMD												
	ICUF	São João da Madeira	Fafe	Santo Tirso	Porto	Santa Maria da Feira	Amarante	Carvalhos	Felgueiras	Ermesinde	Famalicão	Krug de Noronha
ICUF	1	1,00401	0,99602	1,00907	1,01521	1,00806	1,06716	0,87730	1,00301	1,01883	0,9997	0,877301
São João da Madeira	0,996004	1	0,99204	1,00504	1,011156	1,004028	1,0629	0,873795	0,998998	1,014758	0,995706	0,873795
Fafe	1,003996	1,008024	1	1,013105	1,01927	1,012085	1,071429	0,880806	1,007014	1,022901	1,003695	0,880806
Santo Tirso	0,991009	0,994985	0,987065	1	1,006085	0,998993	1,057569	0,869413	0,993988	1,009669	0,990712	0,869413
Porto	0,985015	0,988967	0,981095	0,993952	1	0,992951	1,051173	0,864154	0,987976	1,003562	0,98472	0,864154
Santa Maria da Feira	0,992008	0,995988	0,98806	1,001008	1,007099	1	1,058635	0,870289	0,99499	1,010687	0,991711	0,870289
Amarante	0,937063	0,940822	0,933333	0,945565	0,951318	0,944612	1	0,822086	0,93988	0,954707	0,936782	0,822086
Carvalhos	1,13986	1,144433	1,135323	1,150202	1,157201	1,149043	1,216418	1	1,143287	1,161323	1,139519	1
Felgueiras	0,997003	1,001003	0,993035	1,006048	1,01217	1,005035	1,063966	0,874671	1	1,015776	0,996704	0,874671
Ermesinde	0,981518	0,985456	0,977612	0,990423	0,99645	0,989426	1,047441	0,861087	0,984469	1	0,981224	0,861087
Famalicão	1,0003	1,004313	0,996318	1,009375	1,015517	1,008359	1,067484	0,877564	1,003307	1,019135	1	0,877564
Krug de Noronha	1,13986	1,144433	1,135323	1,150202	1,157201	1,149043	1,216418	1	1,143287	1,160732	1,139519	1

Tabela 24 – Rácios de conversão para os valores de *T-Score*.

Rácios de conversão <i>T-Score</i>												
	ICUF	São João da Madeira	Fafe	Santo Tirso	Porto	Santa Maria da Feira	Amarante	Carvalhos	Felgueiras	Ermesinde	Famalicão	Krug de Noronha
ICUF	1,000	0,800	1,000	0,800	0,667	0,800	0,404	0,800	1,000	0,681	0,952	1,333
São João da Madeira	1,250	1,000	1,250	1,000	0,833	1,000	0,505	1,000	1,000	0,852	1,190	1,667
Fafe	1,000	0,800	1,000	0,800	0,667	0,800	0,404	0,800	1,000	0,681	0,952	1,333
Santo Tirso	1,250	1,000	1,250	1,000	0,833	1,000	0,505	1,000	1,250	0,852	1,190	1,667
Porto	1,500	1,200	1,500	1,200	1,000	1,200	0,606	1,200	1,500	1,022	1,429	2,000
Santa Maria da Feira	1,250	1,000	1,250	1,000	0,833	1,000	0,505	1,000	1,250	0,852	1,190	1,667
Amarante	2,475	1,980	2,475	1,980	1,650	1,980	1,000	1,980	2,475	1,687	2,357	3,300
Carvalhos	1,250	1,000	1,250	1,000	0,833	1,000	0,505	1,000	1,250	0,852	1,190	1,667
Felgueiras	1,000	0,800	1,000	0,800	0,667	0,800	0,404	0,800	1,000	0,681	0,952	1,333
Ermesinde	1,468	1,174	1,468	1,174	0,978	1,174	0,593	1,174	1,468	1,000	1,398	1,957
Famalicão	1,050	0,840	1,050	0,840	0,700	0,840	0,424	0,840	1,050	0,716	1,000	1,400
Krug de Noronha	0,750	0,600	0,750	0,600	0,500	0,600	0,303	0,600	0,750	0,511	0,714	1,000

Depois da obtenção dos rácios calculou-se o desvio percentual das duas conversões apresentadas nas Tabelas 25 e 26 de modo a validar os resultados. Como se pode visualizar os resultados para a conversão do BMD são baixos, nunca ultrapassando os 14%, o que permite concluir que as conversões estão corretas. Em contrapartida, os desvios percentuais para a conversão do *T-Score* são mais elevados, isto acontece, porque os valores são mais pequenos e, deste modo qualquer variação quando comparada com os valores de *T-Score* é grande, daí os valores rondarem os 56%.

O desvio percentual foi calculado através da subtração da unidade unitária com os respetivos rácios.

De seguida, efetuaram-se dois exemplos de conversão de valores de BMD e *T-Score* para as várias clínicas através dos rácios calculados. Foi tida em consideração os valores obtidos através do Matlab[®], de modo a se comparar os resultados entre eles.

Esses exemplos incidiram nas clínicas de Santo Tirso e ICUF, encontrando-se os resultados nas Tabelas 27 a 30.

Os valores de BMD das Tabelas 27 e 29 de 1,012 e 0,685, respetivamente, correspondem ao valor obtido no exame realizado pelas pacientes na DEXA. Para obter os resultados dos valores para a coluna das tabelas referentes ao fantoma multiplica-se os valores atrás mencionados com o respetivo rácio das clínicas apresentado na Tabela 23. Para obter os valores de *T-Score* das Tabelas 28 e 30 realiza-se o mesmo procedimento, mas tendo em conta os rácios apresentados na Tabela 24.

Os valores apresentados na coluna do Matlab[®] dizem respeito ao estudo realizado para prever o *T-Score* e, como tal, tem por base a equação (7).

Nas tabelas dos exemplos para as duas clínicas são também demonstrados os desvios percentuais.

Tabela 25 – Valores do desvio percentual dos rácios de conversão BMD.

Desvio percentual BMD												
	ICUF	São João da Madeira	Fafe	Santo Tirso	Porto	Santa Maria da Feira	Amarante	Carvalhos	Felgueiras	Ermesinde	Famalicão	Krug de Noronha
ICUF	0%	-0,401%	0,398%	-0,907%	-1,521%	-0,806%	-6,716%	12,270%	-0,301%	-1,883%	0,030%	12,270%
São João da Madeira	0,400%	0%	0,796%	-0,504%	-1,116%	-0,403%	-6,290%	12,621%	0,100%	-1,476%	0,429%	12,621%
Fafe	-0,400%	-0,802%	0%	-1,310%	-1,927%	-1,208%	-7,143%	11,919%	-0,701%	-2,290%	-0,370%	11,919%
Santo Tirso	0,899%	0,502%	1,294%	0%	-0,609%	0,101%	-5,757%	13,059%	0,601%	-0,967%	0,929%	13,059%
Porto	1,499%	1,103%	1,891%	0,605%	0%	0,705%	-5,117%	13,585%	1,202%	-0,356%	1,528%	13,585%
Santa Maria da Feira	0,799%	0,401%	1,194%	-0,101%	-0,710%	0%	-5,864%	12,971%	0,501%	-1,069%	0,829%	12,971%
Amarante	6,294%	5,918%	6,667%	5,444%	4,868%	5,539%	0%	17,791%	6,012%	4,529%	6,322%	17,791%
Carvalhos	- 13,986%	- 14,443%	- 13,532 %	-15,020%	- 15,720%	- 14,904%	-21,642%	0%	-14%	-16,132%	-13,952%	0,000%
Felgueiras	0,300%	-0,100%	0,697%	-0,605%	-1,217%	-0,504%	-6,397%	12,533%	0%	-1,578%	0,330%	12,533%
Ermesinde	1,848%	1,454%	2,239%	0,958%	0,355%	1,057%	-4,744%	13,891%	1,553%	0%	1,878%	14%
Famalicão	-0,030%	-0,431%	0,368%	-0,938%	-1,552%	-0,836%	-6,748%	12,244%	-0,331%	-1,913%	0,000%	12,244%
Krug de Noronha	- 13,986%	- 14,443%	- 13,532 %	-15,020%	- 15,720%	- 14,904%	-21,642%	0,000%	-14,329%	-16,073%	-13,952%	0,000%

Tabela 26 - Valores do desvio percentual dos rácios de conversão *T-Score*.

Desvio percentual <i>T-Score</i>												
	ICUF	São João da Madeira	Fafe	Santo Tirso	Porto	Santa Maria da Feira	Amarante	Carvalhos	Felgueiras	Ermesinde	Famalicão	Krug de Noronha
ICUF	0%	20,000%	0,000%	20,000%	33,333%	20,000%	59,596%	20,000%	0,000%	31,857%	4,762%	-33,333%
São João da Madeira	- 25,000%	0%	- 25,000%	0,000%	16,667%	0,000%	49,495%	0,000%	0,000%	14,821%	-19,048%	-66,667%
Fafe	0,000%	20,000%	0%	20,000%	33,333%	20,000%	59,596%	20,000%	0,000%	31,857%	4,762%	-33,333%
Santo Tirso	- 25,000%	0,000%	- 25,000%	0%	16,667%	0,000%	49,495%	0,000%	-25,000%	14,821%	-19,048%	-66,667%
Porto	- 50,000%	- 20,000%	- 50,000%	-20,000%	0%	- 20,000%	39,394%	-20,000%	-50,000%	-2,215%	-42,857%	- 100,000%
Santa Maria da Feira	- 25,000%	0,000%	- 25,000%	0,000%	16,667%	0%	49,495%	0,000%	-25,000%	14,821%	-19,048%	-66,667%
Amarante	- 147,500%	- 98,000%	- 147,500%	-98,000%	- 65,000%	- 98,000%	0%	-98,000%	-147,500%	-68,654%	-135,714%	- 230,000%
Carvalhos	- 25,000%	0,000%	- 25,000%	0,000%	16,667%	0,000%	49,495%	0%	-25%	14,821%	-19,048%	-66,667%
Felgueiras	0,000%	20,000%	0,000%	20,000%	33,333%	20,000%	59,596%	20,000%	0%	31,857%	4,762%	-33,333%
Ermesinde	- 46,750%	- 17,400%	- 46,750%	-17,400%	2,167%	- 17,400%	40,707%	-17,400%	-46,750%	0%	-40%	-96%
Famalicão	-5,000%	16,000%	- 5,000%	16,000%	30,000%	16,000%	57,576%	16,000%	-5,000%	28,450%	0,000%	-40,000%
Krug de Noronha	25,000%	40,000%	- 25,000%	40,000%	50,000%	40,000%	69,697%	40,000%	25,000%	48,893%	28,571%	0,000%

Tabela 27 – Exemplo de conversão da clínica de Santo Tirso do valor de BMD através dos rácios (fantoma) e do Matlab® com o respetivo desvio percentual.

Santo Tirso			
BMD	1,012		
Clínicas	Fantoma	Matlab	Desvio Percentual
ICUF	1,00290	1,0151	1,21%
São João da Madeira	1,00692	1,0143	0,73%
Fafe	0,99891	n.a.	n.a.
Santo Tirso	1,01200	1,012	0,00%
Porto	1,01816	1,0145	-0,36%
Santa Maria da Feira	1,01098	1,0198	0,87%
Amarante	1,06233	n.a.	n.a.
Carvalhos	0,87985	n.a.	n.a.
Felgueiras	1,005916	n.a.	n.a.
Ermesinde	1,021785	n.a.	n.a.
Famalicão	1,002601	1,0132	1,05%
Krug de Noronha	0,879846	1,1435	26,05%

Tabela 28 - Exemplo de conversão da clínica de Santo Tirso do valor de *T-Score* através dos rácios (fantoma) e do Matlab® com o respetivo desvio percentual.

Legenda:

(F-M) – Desvio percentual através da diferença do valor do fantoma e do valor do Matlab®.

(M-real) - Desvio percentual através da diferença com o valor real obtido na simulação do Matlab®.

Santo Tirso				
T-score	-0,3			
Clínicas	Fantoma	Matlab	Desvio Percentual (F-M)	Desvio Percentual (M-real)
ICUF	-0,3750	-0,3113	-21,23%	3,77%
São João da Madeira	-0,3000	-0,3205	6,83%	6,83%
Fafe	-0,3750	n.a.	n.a.	n.a.
Santo Tirso	-0,3000	-0,3	0,00%	0,00%
Porto	-0,2500	-0,3223	24,10%	7,43%
Santa Maria da Feira	-0,3000	-0,3736	24,53%	24,53%
Amarante	-0,1667	n.a.	n.a.	n.a.
Carvalhos	-0,3000	n.a.	n.a.	n.a.
Felgueiras	-0,3750	n.a.	n.a.	n.a.
Ermesinde	-0,2555	n.a.	n.a.	n.a.
Famalicão	-0,35714	-0,3113	-15,28%	3,77%
Krug de Noronha	-0,5	-1,3951	298,37%	365,03%

Nas tabelas apresentam-se em alguns resultados a sigla “n.a.”, isto acontece, porque não se teve acesso aos inquéritos nestas clínicas e como tal foi impossível obter os valores previstos no Matlab[®].

Através da análise às Tabelas 27 e 28 é possível concluir que os valores de BMD e *T-Score* obtidos pelo rácio e pelo Matlab[®] são aproximadamente iguais, uma vez que os desvios percentuais apresentados são baixos. Com a exceção dos valores obtidos para a clínica Dr. Krug de Noronha. Isto acontece porque a referência de análise do equipamento para o exame DEXA é diferente e, como tal, quando comparados os valores das duas clínicas estes diferem entre si, não sendo por vezes muito próximos.

Tabela 29 - Exemplo de conversão da clínica ICUF do valor de BMD através dos rácios (fantoma) e do Matlab[®] com o respetivo desvio percentual.

ICUF			
BMD	0,685		
Clínicas	Fantoma	Matlab	Desvio Percentual
ICUF	0,685	0,685	0,0000%
São João da Madeira	0,687748	0,6603	-4,0070%
Fafe	0,682274	n.a.	n.a.
Santo Tirso	0,691215	0,6771	-2,0605%
Porto	0,695421	0,6618	-4,9082%
Santa Maria da Feira	0,690519	0,6793	-1,6378%
Amarante	0,731007	n.a.	n.a.
Carvalhos	0,600951	n.a.	n.a.
Felgueiras	0,687059	n.a.	n.a.
Ermesinde	0,697898	n.a.	n.a.
Famalicão	0,684795	0,6628	-3,2109%
Krug de Noronha	0,600951	0,7593	23,1167%

Tabela 30 - Exemplo de conversão da clínica ICUF do valor de *T-Score* através dos rácios (fantoma) e do Matlab® com o respetivo desvio percentual.

Legenda:

(F-M) – Desvio percentual através da diferença do valor do fantoma e do valor do Matlab®.

(M-real) - Desvio percentual através da diferença com o valor real obtido na simulação do Matlab®.

ICUF				
<i>T-score</i>	-3,5			
Clínicas	Fantoma	Matlab	Desvio Percentual (F-M)	Desvio Percentual (M-real)
ICUF	-3,5	-3,5	0,00%	0,00%
São João da Madeira	-2,8	-3,2765	13,61%	-6,39%
Fafe	-3,5	n.a.	n.a.	n.a.
Santo Tirso	-2,8	-3,4231	17,80%	-2,20%
Porto	-2,33333	-3,2891	27,31%	-6,03%
Santa Maria da Feira	-2,8	-3,446	18,46%	-1,54%
Amarante	-1,41414	n.a.	n.a.	n.a.
Carvalhos	-2,8	n.a.	n.a.	n.a.
Felgueiras	-3,5	n.a.	n.a.	n.a.
Ermesinde	-2,38501	n.a.	n.a.	n.a.
Famalicão	-3,33333	-3,2976	-1,02%	-5,78%
Krug de Noronha	-4,66667	-4,1187	-15,66%	17,68%

Após observação das Tabelas 29 e 30 é permitido afirmar que os valores alcançados através do rácio e da conversão com auxílio ao Matlab® são equivalentes, tal como aconteceu para o exemplo apresentado da clínica de Santo Tirso. Neste caso, os valores obtidos para a clínica Dr. Krug de Noronha são mais próximos, não tendo um desvio mais elevado como aconteceu anteriormente.

5.5 Criação de um sistema interoperável

Após os estudos realizados anteriormente, decidiu-se fazer um documento em formato PDF onde se apresentavam os dados obtidos nas várias conversões possíveis através do Matlab® para as diferentes clínicas, onde se realizaram os inquéritos. O objetivo des-

te documento PDF foi obter as conversões automaticamente sem que o profissional de saúde tivesse de interagir com o Matlab[®].

Desta forma, desenvolveu-se um sistema interoperável entre as diversas clínicas onde é possível qualquer profissional interpretar os valores independentemente da clínica onde se encontra. Esta é a solução mais adequada para um problema destes, pois o programa desenvolvido no Matlab[®] pressupõe que seja o profissional de saúde a registar e introduzir dados.

Para a criação deste documento foi imprescindível ter por base de trabalho os sistemas interoperáveis bem como os canais de comunicação. Deste modo, foram implantados no Mirth dois canais de comunicação distintos.

O primeiro canal implementado liga-se a uma base de dados (BD) da clínica, ver a BD no Anexo 5.1, realizada previamente com os dados necessários, tendo sido programado para construir automaticamente as mensagens HL7, havendo por base um *template* criado para o efeito, conforme as especificações necessárias, mas sempre cumprindo a norma. A BD foi criada no programa MySQL. Este canal pode ser visto como um motor gerador de mensagem no formato HL7. Após a criação destas mensagens neste tipo de formato, este primeiro canal envia-as para um segundo canal, que na prática pode ser um canal de comunicação entre clínicas ou hospitais ou até mesmo dentro da mesma unidade clínica/hospitalar, entre departamentos.

De seguida, no segundo canal de comunicação foi implementado um conjunto de transformadas, em Java Script, de forma a serem extraídas das mensagens HL7 as informações sobre o paciente, bem como o médico que realizou o exame e a data da sua concretização, entre outros parâmetros. Tendo por base os valores dos exames, foram também programadas conclusões caso o valor esteja fora dos limites expectáveis. Foram também convertidos os valores para as restantes clínicas, com a exceção do local onde foi realizado o exame. Esta conversão foi possível, uma vez que se utilizou os valores obtidos no estudo da modelação matemática para prever o *T-Score* com base no valor de BMD. Neste canal é ainda gerado automaticamente um relatório em PDF com todas estas informações, para que isto seja possível, foi necessário implementar um código em HTML.

Nos Anexos 5.2 apresenta-se a janela do Mirth, programa onde foram feitos os dois canais de comunicação, bem como a programação realizada.

Na Figura 39 apresenta-se um esquema que traduz o que foi feito para este quinto estudo.

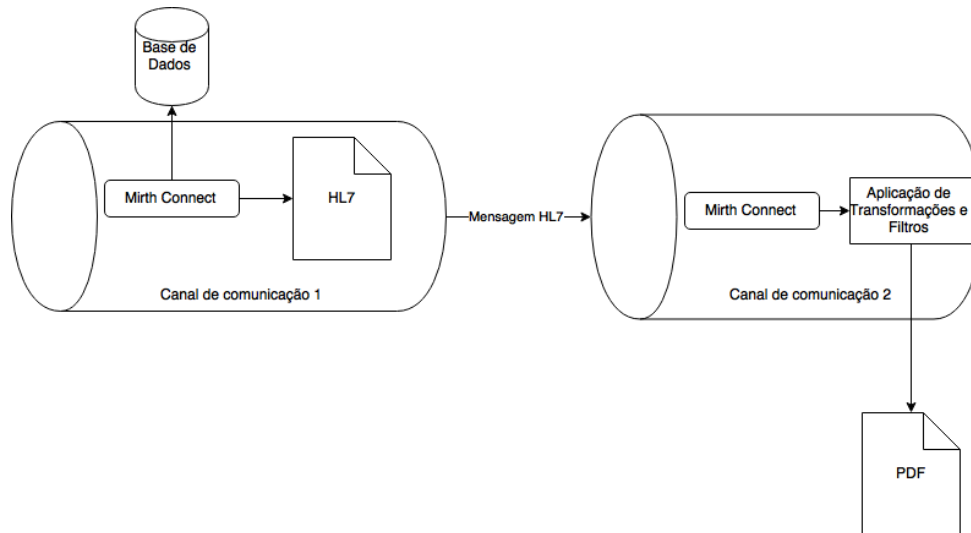



Figura 39 - Esquema do sistema implementado.


É importante referir que o documento PDF gerado pode ser enviado para qualquer sistema, unidade de saúde ou até por correio eletrónico para o profissional de saúde ou doente, através do canal de comunicação 2. Neste caso, é enviado para uma pasta do computador, visto que, este sistema foi implementado apenas para validação do conceito na máquina pessoal do autor.

Na Figura 40 é apresentado um exemplo do documento PDF.



Dr. Faupers Costa
100 ANOS 1915-2015

Relatório do Exame de Densitometria óssea



ipb
INSTITUTO POLITÉCNICO
DE BRAGANÇA

Informação do Paciente

Nº Processo: 2259920
 Nome: *Marcela Rebelo*
 Idade: 88
 Género: F - (Feminino)
 Idade da Menopausa: 47
 Médico: 147- Rita Castro
 Exame Realizado em: 27/04/2015

Resultados

	Clínica	Est. Anatomica	Resultado	Conclusões
BMD	<i>ICUF</i>	<i>Fémur</i>	<i>0.727 g/cm²</i>	
T-SCORE	<i>ICUF</i>	<i>Fémur</i>	<i>-1.8</i>	<i>Osteopenia</i>

Conversões

Clínica	BMD [g/cm²]	T-SCORE
<i>Porto</i>	<i>0.7592</i>	<i>-2.0638</i>
<i>Famalicão</i>	<i>0.7237</i>	<i>-1.7727</i>
<i>Santo Tirso</i>	<i>0.7322</i>	<i>-1.8434</i>
<i>Krug Noronha</i>	<i>0.7842</i>	<i>-2.2757</i>
<i>S. João da Madeira</i>	<i>0.7219</i>	<i>-1.7588</i>
<i>S. Maria da Feira</i>	<i>0.7319</i>	<i>-1.8410</i>

Intervalos de Referência:

Osteoporose: *T-Score < -2.5*

Osteopenia: *-2.5 < T-Score < -1*

Normal: *T-Score > -1*

Processado por computador em: 12/10/2015 14:21:10

Figura 40 – Exemplo de um documento PDF.

No Anexo 5.2.3 apresenta-se outro exemplo do documento PDF criado através deste tipo de sistema.

Capítulo 6: Conclusão e Trabalhos Futuros

6.1 Conclusão

A osteoporose é uma doença esquelética metabólica silenciosa mais conhecida e comum, sendo referida pela OMS como uma das patologias mais dramáticas na saúde pública. É caracterizada pela diminuição da massa óssea e, conseqüente destruição microestrutural do osso, levando a uma diminuição da resistência óssea e a um aumento do risco de fratura. Esta patologia é mais frequente no fémur e na coluna vertebral.

Neste trabalho foram analisados diferentes inquéritos e realizados estudos com os dados obtidos. Assim, primeiramente foi possível concluir que com o aumento da idade há mais casos de patologia, podendo ser osteopenia ou osteoporose.

Através de um código Matlab[®] e/ou dos rácios dos vários equipamentos, foi possível prever o *T-Score* com uma baixa taxa de erro, sendo que os valores obtidos pelas duas formas possíveis são aproximados com um desvio percentual baixo. Posteriormente foi efetuada a conversão dos valores de *T-Score* e BMD para as outras clínicas analisadas.

Estes dois procedimentos requerem que o profissional introduza todos os dados numa máquina de cálculo para obter as conversões. Deste modo, surge o estudo dos sistemas interoperáveis, para conversão automática dos valores pretendidos sem que seja necessário a introdução de qualquer valor. Este procedimento vai facilitar o profissional de saúde.

Com a realização deste trabalho foi possível obter de uma forma simples o cálculo de *T-Score* com base no valor de BMD sem que seja preciso recorrer a exames de densitometria óssea. Deste modo, os pacientes não necessitam de submeter a radiação, uma vez que este tipo de exames tem esse inconveniente, prejudicial à saúde.

6.2 Trabalhos futuros

Apesar das aplicações apresentadas estarem funcionais há sempre melhorias que se podem fazer. Deste modo surgem várias propostas de trabalhos futuros:

- Na aplicação realizada no Matlab[®] para fazer as conversões seria interessante não introduzir os valores manualmente. Uma forma seria efetuar um código associado a uma base de dados e, deste modo os campos a introduzir manualmente passariam a ser introduzidos automaticamente. Além disso, como os dados são confidenciais e de uso exclusivo da clínica, outra melhoria era colocar uma aplicação inicial na abertura a solicitar um código. Desta forma, apenas pessoas autorizadas teriam acesso aos dados registados.
- Em relação à aplicação do sistema interoperável poderia aumentar-se os campos dos dados apresentados no documento PDF de modo a ser ainda mais preciso, por exemplo a morada, a data de nascimento, o profissional que realizou o exame e o que o solicitou.

Além das sugestões nas aplicações, seria interessante obter um maior número de inquéritos para se poder aprofundar mais as conclusões, tanto a indivíduos do género feminino, como do género masculino.

Referências bibliográficas

- [1] Canhão, H.C.d.M., *Contribuição para a prevenção da osteoporose - Avaliação de factores genéticos, antropométricos, ambientais, laboratoriais e dados densitométricos e de ultrasons em portugueses de ambos os sexos.*, Universidade de Lisboa - Faculdade de Medicina, Lisboa, 2007.
- [2] Notícias, J.d. *Osteoporose afeta 500 mil portugueses.* 18 de Outubro de 2013 [Acedido a 25 de Setembro de 2014] em: http://www.jn.pt/PaginaInicial/Sociedade/Saude/Interior.aspx?content_id=3484604&page=-1.
- [3] Seeley, R.R., Stephens, T.D. e Tate, P., *Anatomy & Physiology.* 6º ed.: Martin J. Lange, 2003.
- [4] Teixeira, C., *Anatomo-Histo-Fisiologia I. Sistema Osteo-Articular - Aspectos Histológicos.*, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2009.
- [5] Rocha, D., *Risco de fratura no tecido ósseo em pacientes do género feminino da zona Litoral Norte de Portugal.*, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2011.
- [6] Dias, N., *Metodologia para avaliação da perda de massa óssea em Rattus norvegicus.*, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2013.
- [7] Dinis, J.C., *Estudo dos Fatores de Risco na Ocorrência de Osteoporose.*, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2012.
- [8] Canhão, H., Fonseca, J.E. e Queiroz, M.V., *Acta Reumatológica Portuguesa - Epidemiologia da Osteoporose. Mecanismos de Remodelação Óssea e Fatores Protetores do Osso*, Sociedade Portuguesa de Reumatologia, M. Farma, Editor, 2005.

- [9] Silva, P.M., *Interpretação do comportamento e funcionamento da remodelação óssea através de modelos matemáticos.*, Universidade Católica Portuguesa, Faculdade de Engenharia, Porto, 2011.
- [10] Judas, F., Palma, .P., Falacho, R.I. e Figueiredo, H., *Estrutura e Dinâmica do Tecido Ósseo.*, Clínica Universitária de Ortopedia dos HUC-CHUC, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, 2012.
- [11] Frazão, P. e Naveira, M., *Fatores associados à baixa densidade mineral óssea em mulheres brancas*, *Revista Saúde Pública*, pp.740-748, 2007.
- [12] Saúde, D.G.d., *Orientação Técnica para a utilização da absorciometria radiológica de dupla energia (DEXA)*, 2008.
- [13] Costa-Paiva, L., Horovitz, A.P., Santos, A.O., Fonsechi-Carvasan, G.A., Pinto-Neto, A.M., *Prevalência de Osteoporose em Mulheres na Pós-menopausa e Associação em Fatores Clínicos e Reprodutivos.*, Departamento de Tocoginecologia, Faculdade de Ciências Médicas - CAISM - Unicamp, Campinas, 2013.
- [14] Rocha, D.F.S., Fonseca, E.M.M., e Noronha, J.K., *Risco de Fratura no Tecido Ósseo em Pacientes do Género Feminino da Zona Litoral Norte de Portugal*, 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, 2011.
- [15] Silva, L.K., *Avaliação tecnológica em saúde: densitometria óssea e terapêuticas alternativas na osteoporose pós-menopausa.*, Rio de Janeiro, 2003.
- [16] Driusso, P., Oishi, J., Rennó, A.C.M. e Ferreira, V., *Efeitos de um programa de atividade física na qualidade de vida de mulheres com osteoporose.*, São Paulo, *Revista. Fisioterapia Universidade São Paulo*, pp.1-9, 2000.
- [17] Dinis, J.C., Pereira, A.I. e Fonseca, E.M.M., *Varição da Densidade Mineral Óssea em Função da Massa Corporal no Colo do Fémur e Coluna Vertebral*, 5º Congresso Nacional de Biomecânica., Espinho, Portugal, 2013.
- [18] Manual Merck - Biblioteca Média Online - *Osteoporose*. [Acedido a 1 de Outubro de 2014] em: <http://www.manualmerck.net/?id=73>.

-
- [19] Nacional Institutes of Health (NIH) Consensus Statement, *Osteoporosis Prevention, Diagnosis and Therapy*. 2000.
- [20] Araújo, J.M.R.B., *Análise da Evolução da Densidade Mineral Óssea em Pacientes do Género Feminino.*, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2012.
- [21] Lane, N.E., *Epidemiology, etiology and diagnosis of osteoporosis*. American Journal of Obstetrics and Gynecology, pp.S3-S11, 2006.
- [22] Cunha, S., *Fatores de risco de osteoporose feminina - Avaliação do risco segundo ORAI e realização de DEXA*, *Revista Portuguesa de Clínica Geral*, 2005.
- [23] *DXA scanning to diagnose osteoporosis: Do you know what the results mean?* Cleveland Clinic Journal of Medicine, Vol.70, pp. 353-360, 2003.
- [24] Tavares, V., H.C., Gomes, J.A.M., Simões, E., Romeu, J.C., Coelho, P., Santos, R.A., Malcata, A., Araújo, D., Vaz, C. e Branco, J., *Acta Reumatológica Portuguesa - Recomendações para o Diagnóstico e Terapêutica da Osteoporose*, Sociedade Portuguesa de Reumatologia, M. Farma, Editor, 2005.
- [25] WebMD - Partners in health, *Osteoporosis guide*. [Acedido a 2 de Novembro de 2014] em: <http://www.webmd.boots.com>.
- [26] Santos, L.M.F., *Análise Comparativa dos Parâmetros Quantitativos do Osso Osteoporótico - Modelo Computacional de Remodelação Óssea VS Resultados Clínicos de DEXA.*, Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina, Lisboa, 2007.
- [27] Souza, M.P.G., *Diagnóstico e Tratamento da Osteoporose*, *Revista Brasileira Ortopedia.*, Brasil, pp.220-229, 2010.
- [28] Dietistas, A.-A.P.d. *Índice de Massa Corporal*. [Acedido a 4 de Novembro de 2014] em : <http://www.apdietistas.pt/nutricao-saude/avalie-o-seu-estado-nutricional/parametros-antropometricos/62-indice-de-massa-corporal>.
-

- [29] Silva, B.M.B., *Caraterização do Padrão de Diagnóstico e Tratamento da Osteoporose em Mulheres Provenientes de um Meio Urbano e de um Meio rural.*, Universidade de Lisboa, Faculdade de Farmácia, Lisboa, 2013.
- [30] Nolla, J.M. e Rozadilla, A., *Atlas de Osteoporose.*, Barcelona, E.U.R.O.M.E.D.I.C.E., 2004.
- [31] Pina, M.F., Alves, S.M., Barbosa, M. e Barros, M., *Hip fractures cluster in space: an epidemiological analysis in Portugal*, *Osteoporos Int.*, pp. 1797-1804, 2008.
- [32] Santos, C.I.R.R., *Os custos das fraturas de etiologia osteoporótica em mulheres: Institucionalização na Rede Nacional de Cuidados Continuados (RNCCI) e Lares de 3ª idade.*, Escola Nacional de Saúde Pública, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2010.
- [33] Moreira, J.M.F.P., *Fraturas Osteoporóticas do Colo do Fémur em Portugal e seus Determinantes Socioeconómicos.*, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2008.
- [34] Leite, G., *Avaliação do Risco de Fratura por desmineralização óssea.*, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2014.
- [35] Bento, D.A., *Modelação matemática da variação da temperatura do pé.*, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2011.
- [36] Luenberger, D.G. e Ye, Y., *Linear and Nonlinear Programmin.* 3ª ed., 2008.
- [37] Smith, J.E., Locatelli, M. e Murray, W., *Handbook of global optimization.* Vol. 2, 2002.
- [38] Pereira, A.I., *Matemática Aplicada.*, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2014.
- [39] Nocedal, J. e Wright, S.J., *Springer Series in Operations Research: Numerical Optimization.*, 2ª ed, 2006.
- [40] Saramago, S.P. e Steffen Jr., V., *Introdução às Técnicas de Otimização em Engenharia.*

- [41] Teles, M.L. e Gomes, H.M., *Comparação de algoritmos genéticos e programação quadrática sequencial para otimização de problemas em engenharia, Teórica e Prática na Engenharia Civil.*, pp. 29-39, 2010.
- [42] Matlab, *Using the Genetic Algorithm, Help MATLAB.*
- [43] Shortliffe, E.H. e Cimio, J.J., *Biomedical Informatics - Computer Applications in Health Care and Biomedicine.*, 4ª ed., 2014.
- [44] Wiki da informática médica, *Normas/Standards.* [Acedido a 13 de Agosto de 2015] em : <http://aprendis.gim.med.up.pt/index.php/Normas/Standards>.
- [45] Macêdo, D. *O que é interoperabilidade?* [Acedido a 13 de Agosto de 2015] em: <http://www.diegomacedo.com.br/o-que-e-interoperabilidade/>.
- [46] *Corepoint Health.* [Acedido a 13 de Agosto de 2015] em: <http://www.corepointhealth.com/>.

Anexos

Anexo 1 – Propriedades dos equipamentos DEXA das clínicas Dr. Campos Costa

Titular	Local	Representante	Nome	Modelo	Número de série	Ano de fabrico	Ano de Aquisição
CC	Chaves	General Electric	n.a.	DPX-NT	91971	2002	s.inf
CC	Fafe	Radilan	Hologic	Explorer	90329	2005	2005
CC	Fafe II	Radilan	Hologic	Explorer	16025	2006	s.inf.
CC	Famalicão	Radilan	Hologic	QDR 4500 Elite	48522	1998	2013
CC	Felgueiras	Radilan	Hologic	QDR 4000	55608	s.inf.	2001
CC	ICuf	Radilan	Hologic	Explorer	91021	2007	2007
CC	Lisboa	General Electric	n.a.	DPX-MD	73328	2002	s.inf.
CC	Maia	Radilan	Hologic	QDR-4500	48245	2002	s.inf.
CC	Porto	Radilan	Hologic	Delphi	70226	2000	2001
CC	Santa Maria da Feira	Radilan	Hologic	Explorer W	90099	2004	2004
CC	Santo Tirso	Radilan	Hologic	QDR 4500CE	47869	s.inf.	1997
CC	São João da Madeira	Radilan	Hologic	QDR 4500CE	47873	s.inf	1997
CC	SCM Paredes	Iberdata	Lunar	DPX Pro	151399GA	2010	2014
CC	Vila nova de Gaia	General Electric	n.a.	DPX	21110	2006	s.inf.

Anexo 2 – Inquérito realizado à clínica Dr. Campos Costa.

Código de identificação (Nº Sequencial):

1 - Dados individuais	4.2. Tem algum familiar com alguma patologia associada a fratura óssea? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/> N/S <input type="radio"/>
1.1. Data (inquérito)	4.2.1. Se sim, em que membro?
1.2. Idade (anos)	4.3. Já teve alguma fratura óssea em função de uma queda ou pancada? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/>
1.3. Género (F ou M)	4.3.1. Se sim, em que osso? ¹
1.4. Localidade (Residência)	4.3.2. Se sim, em que idade?
1.5. Profissão	4.4. Cai com frequência (mais do que uma vez por ano) ou tem receio de cair? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/>
1.6. Etnia	4.5. Tomou corticoides (cortisona) durante mais de 3 meses consecutivos? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/> N/S <input type="radio"/>
2 – Dados antropométricos	4.6. Sofre de alguma doença como artrite reumatoide? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/> N/S <input type="radio"/>
2.1. Massa corporal (kg)	4.7. Sofre de alguma doença como hipertiroidismo? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/> N/S <input type="radio"/>
2.2. Altura (m)	4.7.1. Se não, sofre de outra doença? Qual?
2.3. Índice Massa Corporal (Massa,kg / Altura ² ,m ²)	4.8. Consome regularmente álcool acima de 2 unidades por dia? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/>
3 – Dados ginecológicos	4.9. Consome regularmente café acima de 2 unidades por dia? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/>
<i>(Se Mulher)</i>	4.10. Fuma ou fumou cigarros regularmente? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/>
3.1. Idade da primeira menstruação	4.11. Pratica exercício físico regularmente mais de 30 minutos consecutivos? ² Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/>
3.2. Idade da menopausa	4.12. Bebe leite diariamente e/ ou consome os seus derivados? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/>
3.3. Toma ou tomou a pílula durante mais de 3 meses? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/>	4.13. Toma suplementos de cálcio? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/> N/S <input type="radio"/>
3.4. Tem filhos? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/>	4.14. Costuma expor algumas partes do corpo ao sol (braços e pernas)? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/>
3.4.1. Se sim, quantos?	4.15. Costuma ingerir alimentos ricos em vitamina D? ³ Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/>
3.4.2. Se sim, amamentou os filhos? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/>	4.16. Costuma ingerir suplementos ricos em vitamina D? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/>
3.5. Fez cirurgia ao útero? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/>	5 – Anexar Cópia do(s) EXAME(S) de DMO, sistema DEXA
3.5.1. Se sim, com que idade?	a) Colocar o mesmo código de identificação em cada exame. b) Só preencher os pontos seguintes, caso não tenha a cópia dos exames.
3.5.2. Se sim, retirou algum dos ovários? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/>	5.1. Já alguma vez efetuou este exame? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/> N/S <input type="radio"/>
3.6. Fez ou faz terapia hormonal de substituição? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/> N/S <input type="radio"/>	5.1.2. No caso de ter efetuado, está a fazer algum tratamento? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/>
<i>(Se Homem)</i>	5.2. Valores obtidos no exame atual (ou anexar cópia do exame efetuado)
3.1. Já sofreu de distúrbios devido a baixos níveis de testosterona? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/> N/S <input type="radio"/>	Região
4 - Fatores de risco da osteoporose	T-Score
4.1. Tem algum familiar com diagnóstico associado à osteoporose? Sim <input type="radio"/> Não <input type="radio"/> N/S <input type="radio"/>	Z-Score

1 ex.: vértebra, fémur, costela, antebraço, úmero, pé, ...

2 ex.: caminhadas, corridas, ginástica, hidroginástica, ...

3 ex.: peixe, óleo de peixe, ovos, cogumelos, ...

Referências: www.aporos.pt (APOROS Associação Nacional contra a Osteoporose); www.sheffield.ac.uk/FRAX/ (FRAX Who Fracture Risk Assessment Tool)

Anexo 3 – Modelação matemática para prever o *T-Score* com base no valor da BMD

Anexo 3.1 – Códigos realizados no Matlab® para prever *T-Score*.

Anexo 3.1.1 – Código principal.

```
%Restrições lineares de desigualdade
fid = fopen('Resultados GAHibrido_famalicao2.txt', 'a'); %acrescenta
as várias iterações
fid1 = fopen('Resultados_Finais_famalicao2.txt', 'a'); %acrescenta as
várias iterações
[dados, Texto]=xlsread('RBMDeRSDfamalicao2.xlsx',1)

dados(1,:)=[];
% bmd - dados(:,7)
% tscore - dados(:,8)

%Ax<=b
%A=[-1 1 0 0 0 0;0 -1 1 0 0 0;0 0 -1 1 0 0;0 0 0 1 -1 0];
%b=[0;0;0;0];

%Restrições lineares de igualdade
%Aeq=[];
%beq=[];

%limites simples
lb=[0.5;0.001];
ub=[1.5;1];

options=gaoptimset('HybridFcn',@fmincon)

format long

for i=1:50 %30
[x,fval,exitflag,output]=ga(@(x) fun_Ptscore(x,dados),2,[],[],[],[],lb,
ub,@nlc,options)

fprintf(fid,'%6s %12s\n', 'x:');
fprintf(fid,'%10.9E & %10.9E \n', x);
fprintf(fid,'%6s %12s', 'fxmin:');
fprintf(fid,'%10.9E\n', fval);

xmin(i,1:length(x))=x;
xmin(i,length(x)+1)=fval;
end

minimo=min(xmin(:,3));
maximo=max(xmin(:,3));
```

```

media=mean(xmin(:,3));
desviop=std(xmin(:,3));

fprintf(fid1,'%6s %12s\n', 'minimo:');
fprintf(fid1,'%10.9E & %10.9E \n', minimo);
fprintf(fid1,'%6s %12s', 'maximo:');
fprintf(fid1,'%10.9E\n',maximo);
fprintf(fid1,'%6s %12s\n', 'media:');
fprintf(fid1,'%10.9E & %10.9E \n', media);
fprintf(fid1,'%6s %12s', 'desviop:');
fprintf(fid1,'%10.9E\n',desviop);

fclose(fid);
fclose(fid1);

```

Anexo 3.1.2 – Códigos secundários.

(1)

```

function y=fun_Ptscore(x,dados)

bmd=dados(:,6); % bmd
ts=dados(:,7); % tscore

y=sum(((bmd-x(1))./x(2)-ts).^2);

end

```

(2)

```

function [nlcineq,nlceq]=nlc(x,dados)

%restrições não lineares de desigualdade
nlcineq=[];

%restrições não lineares de igualdade
nlceq=[];

end

```

Anexo 3.2 – Tabelas das previsões de *T-Score*.

Anexo 3.2.1 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para a coluna da primeira amostra de dados da Clínica Krug de Noronha através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	Δ <i>T-Score</i>	Dif <i>T-Score</i> e TF
-0,1	-0,121	20,82%	OK
-0,4	-0,446	11,41%	OK
-0,2	-0,221	10,38%	OK
-1,6	-1,595	-0,31%	OK
-1,9	-1,878	-1,15%	OK
-2,2	-2,236	1,65%	OK
1,1	1,145	4,11%	OK
-3,2	-3,153	-1,48%	OK
-2,4	-2,411	0,47%	OK
-2,3	-2,336	1,58%	OK
-0,7	-0,729	4,12%	OK
-2,2	-2,186	-0,62%	OK
0,7	0,720	2,91%	OK
0,4	0,437	9,30%	OK
1	1,045	4,52%	OK
-2,1	-2,078	-1,04%	OK
-0,4	-0,421	5,17%	OK
0,8	0,779	-2,66%	OK
1,3	1,262	-2,94%	OK
-3,3	-3,302	0,07%	OK
-0,6	-0,629	4,81%	OK
-1,9	-1,862	-2,02%	OK

Anexo 3.2.2 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para o fémur da primeira amostra de dados da Clínica Krug de Noronha através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-0,3	-0,304	1,47%	OK
0,3	0,294	-1,85%	OK
-0,9	-0,937	4,06%	OK
-1,7	-1,702	0,10%	OK
-3,2	-3,216	0,49%	OK
0,4	0,394	-1,44%	OK
0,6	0,627	4,52%	OK
-1,2	-1,178	-1,85%	OK
-2,2	-2,217	0,79%	OK
0,7	0,702	0,28%	OK
-0,6	-0,645	7,57%	OK
-1,1	-1,103	0,26%	OK
-0,8	-0,779	-2,69%	OK
-0,7	-0,729	4,09%	OK
-1,6	-1,619	1,16%	OK
-2,7	-2,675	-0,93%	OK
-2,1	-2,101	0,05%	OK
-3,3	-3,265	-1,05%	OK
1	1,026	2,64%	OK
0,2	0,178	-11,00%	OK
-0,7	-0,679	-3,04%	OK
-0,6	-0,579	-3,52%	OK

Anexo 3.2.3 - Tabela com os valores de *T-Score* previsto para a coluna da segunda amostra de dados da Clínica Krug de Noronha através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	Δ <i>T-Score</i>	Dif <i>T-Score</i> e TF
-0,6	-0,579	-3,51%	OK
-2,7	-2,661	-1,44%	OK
0,5	0,487	-2,56%	OK
-1,2	-1,145	-4,56%	NOT OK
-1,4	-1,387	-0,94%	OK
-0,5	-0,504	0,79%	OK
-1,7	-1,687	-0,78%	OK
1,1	1,129	2,59%	OK
0,4	0,412	3,06%	OK
-2	-1,970	-1,51%	OK
-0,8	-0,795	-0,57%	OK
-1,5	-1,495	-0,33%	OK
-0,2	-0,146	-27,10%	NOT OK
-3,4	-3,436	1,05%	OK
-2,4	-2,378	-0,92%	OK
-1,8	-1,787	-0,74%	OK
-2,3	-2,295	-0,23%	OK
-3	-3,011	0,37%	OK
1	1,029	2,86%	OK
-2,3	-2,261	-1,68%	OK
-1	-1,004	0,37%	OK
-0,7	-0,671	-4,21%	OK
-2,1	-2,070	-1,44%	OK

Anexo 3.2.4 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para o fémur da segunda amostra de dados da Clínica Krug de Noronha através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	Δ <i>T-Score</i>	Dif <i>T-Score</i> e TF
1	0,993	-0,69%	OK
-1,3	-1,352	4,03%	NOT OK
0,5	0,536	7,13%	OK
-0,3	-0,338	12,56%	OK
0,1	0,136	36,41%	OK
-0,8	-0,770	-3,73%	OK
-2	-2,034	1,72%	OK
1,1	1,101	0,11%	OK
-0,7	-0,737	5,28%	OK
-1,7	-1,727	1,57%	OK
-1,9	-1,885	-0,80%	OK
-0,4	-0,404	1,06%	OK
-1,8	-1,835	1,94%	OK
-1,1	-1,095	-0,49%	OK
-1,3	-1,344	3,39%	OK
1,1	1,135	3,14%	OK
0,2	0,178	-11,00%	OK
1,4	1,384	-1,14%	OK
-1,9	-1,910	0,51%	OK
-0,9	-0,878	-2,41%	OK
-0,3	-0,304	1,47%	OK
-0,1	-0,063	-36,79%	OK
-1,9	-1,918	0,95%	OK

Anexo 3.2.5 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para a coluna vertebral da primeira amostra de dados do Instituto CUF Porto através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	Δ <i>T-Score</i>	Dif <i>T-Score</i> e TF
-0,400	-0,423	5,71%	OK
-0,800	-0,781	-2,36%	OK
-1,200	-1,148	-4,32%	OK
-0,500	-0,484	-3,20%	OK
-1,200	-1,201	0,05%	OK
-0,200	-0,239	19,65%	OK
-1,900	-1,882	-0,93%	OK
-2,300	-2,389	3,88%	OK
-2,700	-2,660	-1,48%	OK
0,100	0,084	-15,94%	OK

Anexo 3.2.6 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para o fémur da primeira amostra de dados do Instituto CUF Porto através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	Δ <i>T-Score</i>	Dif <i>T-Score</i> e TF
-0,4	-0,409	2,13%	OK
-0,9	-0,925	2,83%	OK
0,6	0,617	2,87%	OK
-2,2	-2,189	-0,49%	OK
0,8	0,781	-2,34%	OK
-1,9	-1,918	0,97%	OK
-2,2	-2,165	-1,61%	OK
-1,4	-1,352	-3,42%	OK
-2,6	-2,640	1,56%	OK

Anexo 3.2.7 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para a coluna vertebral da segunda amostra de dados do Instituto CUF Porto através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
1,6	1,491	-6,80%	OK
-1,7	-1,620	-4,70%	OK
-1,7	-1,646	-3,15%	OK
-1,7	-1,646	-3,15%	OK
-0,7	-0,729	4,10%	OK
-2,7	-2,590	-4,07%	OK
-2,4	-2,354	-1,91%	OK
-1,5	-1,437	-4,23%	OK
-2	-1,961	-1,95%	OK
-1,8	-1,743	-3,19%	OK
1,6	1,552	-2,98%	OK
-2,7	-2,660	-1,48%	OK
-0,4	-0,021	-94,80%	NOT OK
-3,5	-3,421	-2,27%	OK

Anexo 3.2.8 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para o fémur da segunda amostra de dados do Instituto CUF Porto através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-0,1	-0,146	45,92%	OK
-1,9	-1,877	-1,19%	OK
-1,5	-1,524	1,63%	OK
0,5	0,494	-1,18%	OK

Anexo 3.1.8 (Continuação)

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
1,2	1,167	-2,75%	OK
-1,7	-1,738	2,22%	OK
-2,4	-2,386	-0,58%	OK
-1	-0,975	-2,53%	OK
-2,3	-2,345	1,96%	OK
-1,3	-1,344	3,38%	OK
2,5	2,488	-0,48%	OK
-2,1	-1,836	-12,56%	NOT OK
-1,8	-1,762	-2,09%	OK

Anexo 3.2.9 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para a coluna vertebral da primeira amostra de dados de Santo Tirso através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-0,4	-0,358	-10,45%	OK
-1,9	-1,891	-0,49%	OK
-2,1	-2,133	1,58%	OK
-2	-2,046	2,29%	OK
0	0,107	0%	OK
-0,9	-0,911	1,23%	OK
-4,6	-4,374	-4,92%	OK
-3,4	-3,569	4,96%	OK
-1,6	-1,648	3,01%	OK
-1,9	-1,978	4,10%	OK

Anexo 3.2.10 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para o fémur da primeira amostra de dados de Santo Tirso através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
0,1	0,072	-28,21%	OK
-1,1	-1,129	2,67%	OK
-1,2	-1,264	5,32%	OK
0,6	0,534	-11,04%	OK
-0,7	-0,709	1,34%	OK
-1,5	-1,171	-21,91%	NOT OK
-2,2	-2,255	2,50%	OK
-2,1	-2,171	3,38%	OK
-0,6	-0,634	5,64%	OK

Anexo 3.2.11 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para a coluna vertebral da segunda amostra de dados de Santo Tirso através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-3	-3,161	5,38%	OK
-0,3	-0,252	-16,16%	OK
-3,4	-3,520	3,53%	OK
-2,1	-2,201	4,81%	OK
0	0,059	0%	OK
-3,5	-3,646	4,18%	OK
-1,9	-1,959	3,08%	OK
-1,9	-1,939	2,06%	OK
-1,4	-1,454	3,87%	OK

Anexo 3.2.12 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para o fémur da segunda amostra de dados de Santo Tirso através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-0,8	-0,810	1,28%	OK
-0,3	-0,298	-0,73%	OK
-2,2	-2,255	2,50%	OK
-0,1	-0,105	4,61%	OK
-0,1	-0,088	-12,19%	OK
-1,7	-1,776	4,48%	OK
-0,5	-0,575	15,00%	OK
-1,4	-1,491	6,47%	OK
-1,1	-1,163	5,73%	OK

Anexo 3.2.13 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para a coluna vertebral da primeira amostra de dados do Porto através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-0,6	-0,558	-6,97%	OK
-2,7	-2,690	-0,36%	OK
-1,8	-1,828	1,58%	OK
-3,3	-3,271	-0,88%	OK
-2,5	-2,473	-1,10%	OK
-2,7	-2,736	1,32%	OK
-1,5	-1,502	0,12%	OK
-0,8	-0,812	1,53%	OK
-4,2	-4,224	0,56%	OK
-2,1	-2,064	-1,70%	OK

Anexo 3.2.14 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para o fémur da primeira amostra de dados do Porto através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-2,5	-2,490	-0,41%	OK
-1,5	-1,490	-0,64%	OK
-1,7	-1,703	0,20%	OK
-1,4	-1,449	3,53%	OK
-1,5	-1,499	-0,09%	OK
-1,3	-1,269	-2,37%	OK
-0,9	-0,876	-2,66%	OK
-2,9	-2,891	-0,30%	OK
-1,1	-1,122	1,98%	OK

Anexo 3.2.15 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para a coluna vertebral da segunda amostra de dados do Porto através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-1,2	-1,221	1,71%	OK
-1,8	-1,774	-1,45%	OK
-1,9	-1,874	-1,38%	OK
-0,8	-0,839	4,93%	OK
-0,9	-0,948	5,37%	OK
-2,3	-2,273	-1,18%	OK
-0,9	-0,867	-3,70%	OK
-2,3	-2,273	-1,18%	OK

Anexo 3.1.15 (Continuação)

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-3,9	-3,879	-0,54%	OK
-1,9	-1,856	-2,34%	OK
-2,2	-2,155	-2,05%	OK

Anexo 3.2.16 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para o fémur da segunda amostra de dados do Porto através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-0,8	-0,794	-0,74%	OK
-0,7	-0,688	-1,77%	OK
-1,1	-1,064	-3,23%	OK
-1	-0,983	-1,75%	OK
-1,2	-1,212	0,99%	OK
-0,8	-0,778	-2,78%	OK
-1,2	-1,204	0,31%	OK
-2	-1,974	-1,31%	OK
-2,7	-2,711	0,41%	OK
-0,5	-0,491	-1,80%	OK
-1,9	-1,900	0,00%	OK

Anexo 3.2.17 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para a coluna vertebral da primeira amostra de dados de Falácia através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-0,6	-0,585	-2,45%	OK
0,2	0,164	-18,22%	OK
0,5	0,492	-1,54%	OK
-1,6	-1,590	-0,64%	OK
0,1	0,109	8,76%	OK
-0,5	-0,467	-6,69%	OK
-1,4	-1,425	1,82%	OK
-0,8	-0,768	-4,01%	OK
-2	-2,019	0,95%	OK
-3,3	-3,298	-0,07%	OK

Anexo 3.2.18 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para o fémur da primeira amostra de dados de Falácia através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
0,7	0,688	-1,75%	OK
1,5	1,497	-0,20%	OK
0,5	0,508	1,59%	OK
-0,6	-0,596	-0,73%	OK
-0,6	-0,587	-2,10%	OK
-0,5	-0,465	-7,04%	OK
-0,5	-0,563	12,58%	NOT OK
-1,8	-1,822	1,21%	OK
-1,8	-1,773	-1,52%	OK

Anexo 3.2.19 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para a coluna vertebral da segunda amostra de dados de Famalicão através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-2	-1,973	-1,33%	OK
-1,7	-1,654	-2,72%	OK
-1,1	-1,097	-0,30%	OK
-1,8	-1,782	-1,02%	OK
-1,5	-1,535	2,34%	OK
-1	-1,042	4,19%	OK
-1,5	-1,480	-1,32%	OK
-0,7	-0,649	-7,26%	NOT OK

Anexo 3.2.20 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para o fémur da segunda amostra de dados de Famalicão através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-1	-0,996	-0,39%	OK
-1	-1,012	1,25%	OK
-0,5	-0,522	4,41%	OK
0,1	0,067	-33,48%	OK
-0,6	-0,653	8,80%	NOT OK
-0,6	-0,571	-4,82%	OK
-2,3	-2,345	1,95%	OK
-0,4	-0,432	8,03%	OK

Anexo 3.2.21 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para a coluna vertebral da primeira amostra de dados de São João da Madeira através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	Δ <i>T-Score</i>	Dif <i>T-Score</i> e TF
-0,5	-0,492	-1,55%	OK
1,1	1,072	-2,57%	OK
-2	-2,029	1,45%	OK
-1	-0,998	-0,15%	OK
-1,5	-1,478	-1,49%	OK
-1,9	-1,875	-1,30%	OK
-3,4	-3,421	0,62%	OK
-1,3	-1,252	-3,72%	OK
-2,8	-2,806	0,23%	OK
-1,8	-1,812	0,67%	OK

Anexo 3.2.22 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para o fémur da primeira amostra de dados de São João da Madeira através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	Δ <i>T-Score</i>	Dif <i>T-Score</i> e TF
1,2	1,189	-0,96%	OK
0,4	0,421	5,36%	OK
-1	-0,992	-0,83%	OK
-1,4	-1,428	1,98%	OK
-0,2	-0,216	8,24%	OK
-1,6	-1,549	-3,20%	NOT OK
-0,7	-0,693	-1,01%	OK
-2,2	-2,195	-0,24%	OK
-1	-1,048	4,82%	OK

Anexo 3.2.23 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para a coluna vertebral da segunda amostra de dados de São João da Madeira através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-1,6	-1,604	0,26%	OK
1,7	1,650	-2,93%	OK
-3,5	-3,439	-1,74%	NOT OK
-0,9	-0,854	-5,13%	OK
0,8	0,819	2,32%	OK
-1,5	-1,107	-26,20%	NOT OK
-2,3	-2,336	1,58%	OK

Anexo 3.2.24 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para o fémur da segunda amostra de dados de São João da Madeira através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,05 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-2,1	-2,122	1,05%	OK
0,9	0,890	-1,14%	OK
-1,4	-1,428	1,98%	OK
-1,3	-1,339	2,99%	OK
0,6	0,543	-9,57%	NOT OK
-0,8	-0,822	2,76%	OK

Anexo 3.2.25 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para a coluna vertebral da primeira amostra de dados de Santa Maria da Feira através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,1 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	Δ <i>T-Score</i>	Dif <i>T-Score</i> e TF
-0,5	-0,552	10,43%	OK
-2,1	-2,168	3,25%	OK
-0,1	-0,176	76,33%	OK
-2,9	-3,014	3,92%	NOT OK
-1,5	-1,595	6,34%	OK
-1,4	-1,482	5,88%	OK
-1,5	-1,614	7,59%	NOT OK
-2,5	-1,698	-32,06%	NOT OK
-2,2	-2,319	5,39%	NOT OK
-1,1	-1,182	7,42%	OK

Anexo 3.2.26 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para o fémur da primeira amostra de dados de Santa Maria da Feira através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,1 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	Δ <i>T-Score</i>	Dif <i>T-Score</i> e TF
-1,1	-1,161	5,51%	OK
-0,3	-0,363	20,85%	OK
-0,6	-0,690	15,03%	OK
-1,4	-1,513	8,10%	NOT OK
-0,9	-0,925	2,82%	OK
-0,5	-0,514	2,75%	OK
-1,4	-0,984	-29,70%	NOT OK
-1,2	-1,236	3,02%	OK
-0,5	-0,514	2,75%	OK

Anexo 3.2.27 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para a coluna vertebral da segunda amostra de dados de Santa Maria da Feira através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,1 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-1,8	-1,943	7,93%	NOT OK
-0,9	-0,975	8,33%	OK
-2,2	-1,426	-35,18%	NOT OK
-2,1	-2,187	4,14%	OK
-1,9	-1,961	3,24%	OK
-0,8	-0,919	14,82%	NOT OK
-1,2	-1,285	7,08%	OK
-1,5	-1,548	3,21%	OK
-0,8	-0,900	12,47%	OK
-1,6	-1,727	7,91%	NOT OK
-2,9	-2,638	-9,04%	NOT OK

Anexo 3.2.28 – Tabela com os valores de *T-Score* previsto para o fémur da segunda amostra de dados de Santa Maria da Feira através do auxílio dos valores de RBMD e SD obtidos no Matlab®.

Legenda: Dif *T-Score* e TF corresponde à diferença entre o *T-Score* e o Teste fórmula para prever *T-Score*. Quando a diferença é menor que 0,1 aparece “OK”, caso contrário “NOT OK”.

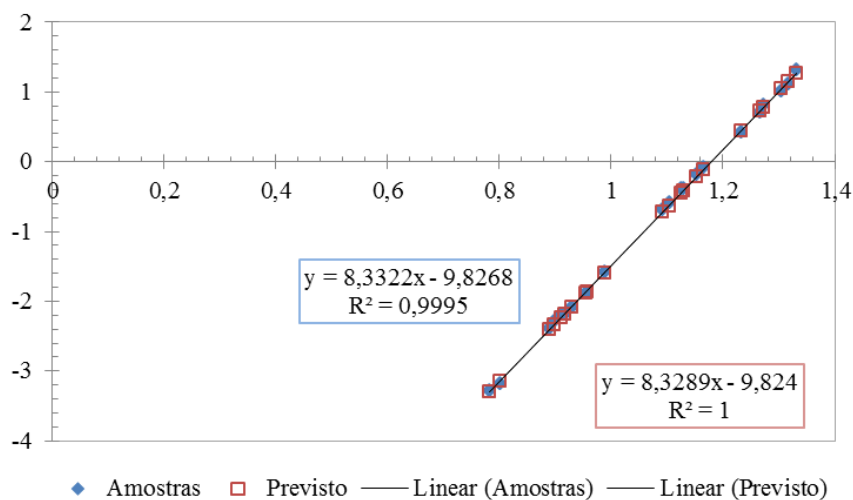
<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	$\Delta T-Score$	Dif <i>T-Score</i> e TF
-1,1	-1,177	7,03%	OK
-0,9	-0,909	0,95%	OK
-0,6	-0,027	-95,58%	NOT OK
-0,5	-0,522	4,43%	OK
-0,1	-0,127	27,34%	OK
0,1	0,057	-42,53%	OK

Anexo 3.2.28 (Continuação)

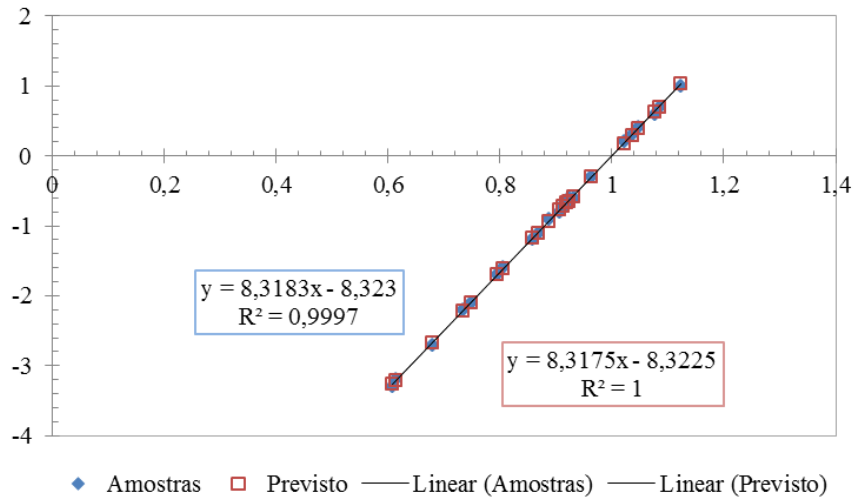
<i>T-Score</i>	Teste fórmula para prever <i>T-Score</i>	Δ <i>T-Score</i>	Dif <i>T-Score</i> e TF
-0,2	-0,262	30,87%	OK
-1,3	-1,345	3,49%	OK
-1,9	-2,026	6,62%	NOT OK
-1,5	-1,572	4,81%	OK
-0,9	-0,405	-55,05%	NOT OK

Anexo 3.3 – Gráficos dos dados reais e teóricos do *T-Score*.

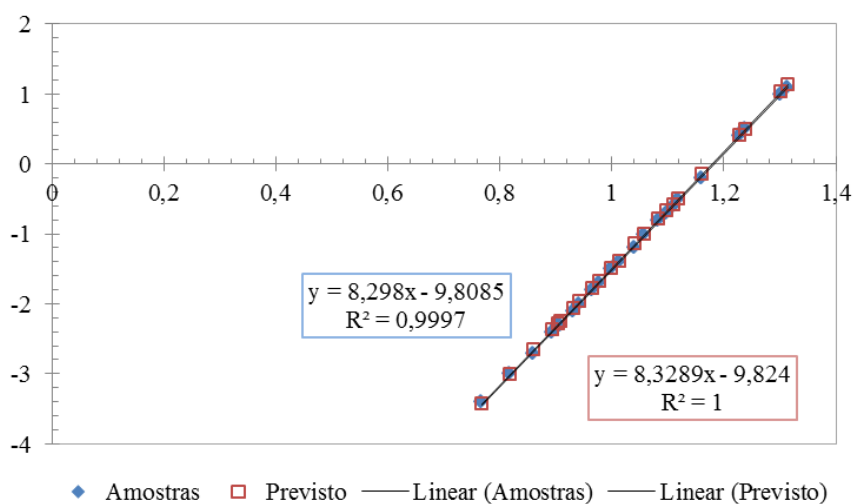
Anexo 3.3.1 - Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* da Clínica Dr. Krug de Noronha referente aos 22 inquéritos relativamente à coluna vertebral.



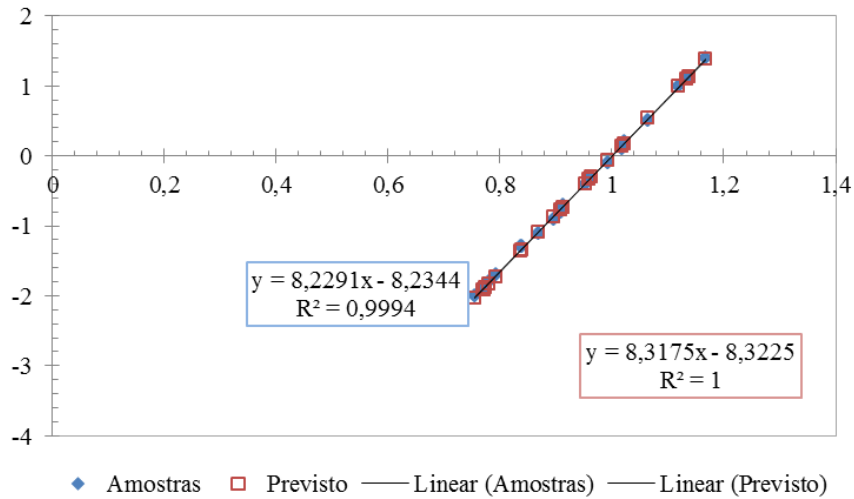
Anexo 3.3.2 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* da Clínica Dr. Krug de Noronha referente aos 22 inquéritos relativamente ao fémur.



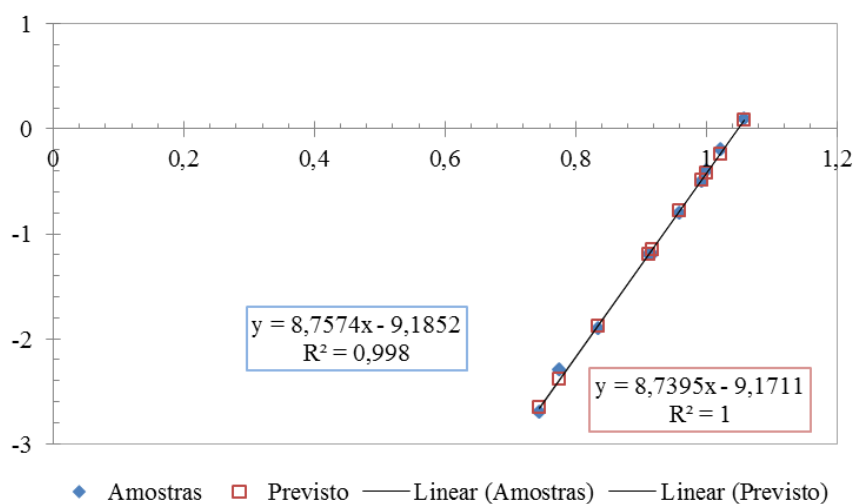
Anexo 3.3.3 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* da Clínica Dr. Krug de Noronha referente aos 23 inquéritos relativamente à coluna vertebral.



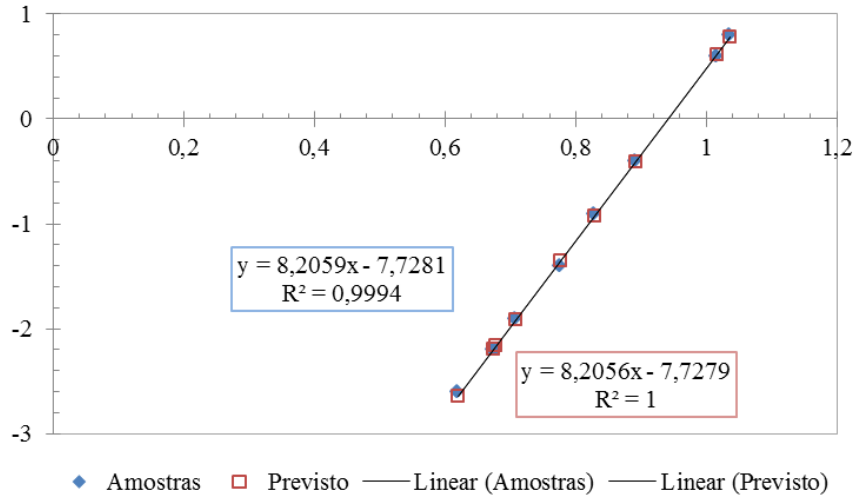
Anexo 3.3.4 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* da Clínica Dr. Krug de Noronha referente aos 23 inquéritos relativamente ao fémur.



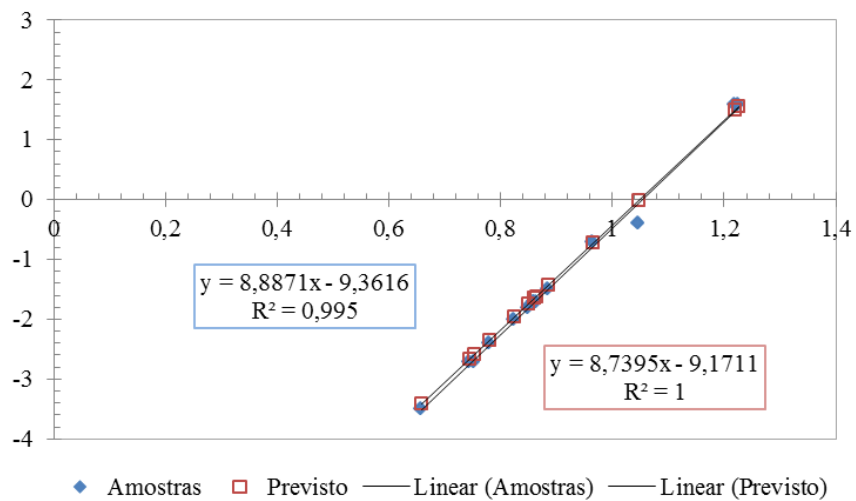
Anexo 3.3.5 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* do Instituto CUF Porto referente aos 10 inquéritos relativamente à coluna vertebral.



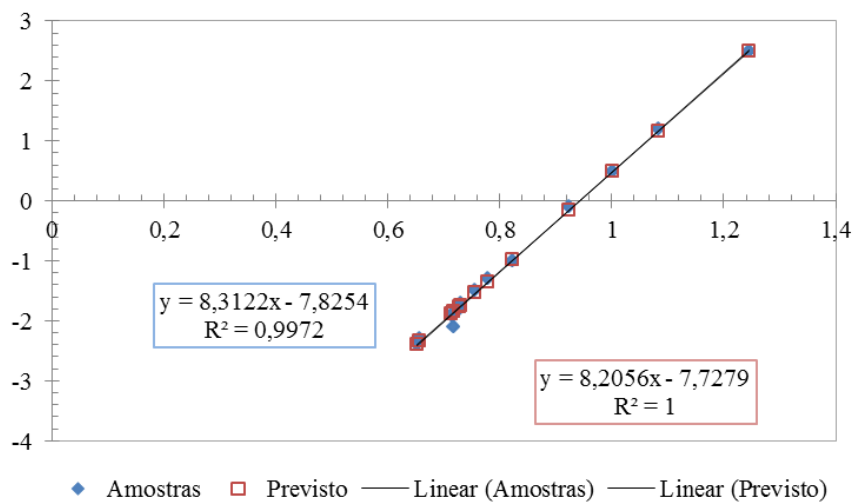
Anexo 3.3.6 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* do Instituto CUF Porto referente aos 9 inquéritos relativamente ao fémur.



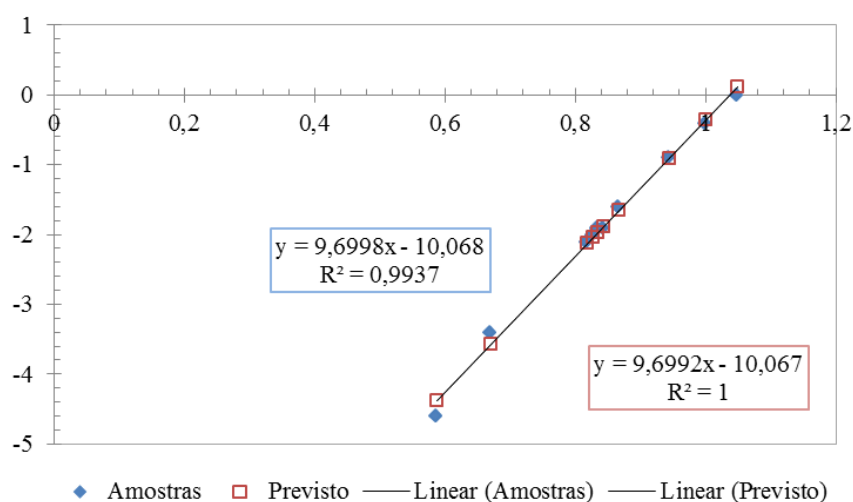
Anexo 3.3.7 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* do Instituto CUF Porto referente aos 14 inquéritos relativamente à coluna vertebral.



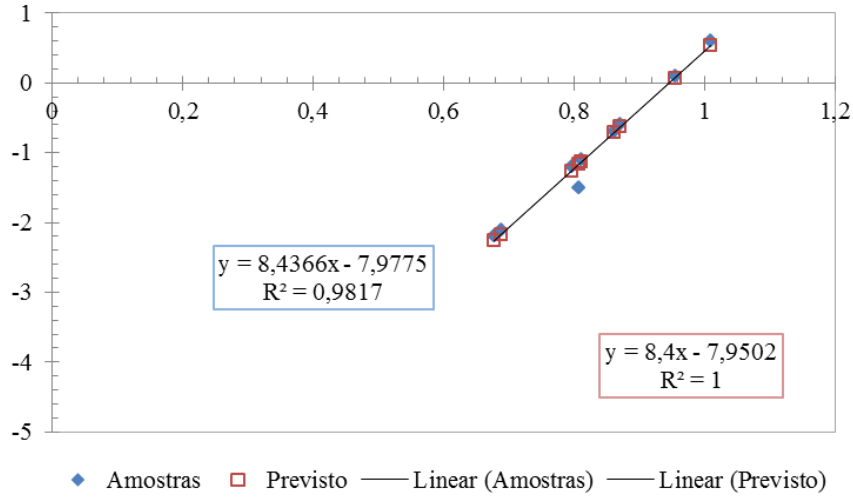
Anexo 3.3.8 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* do Instituto CUF Porto referente aos 13 inquéritos relativamente ao fémur.



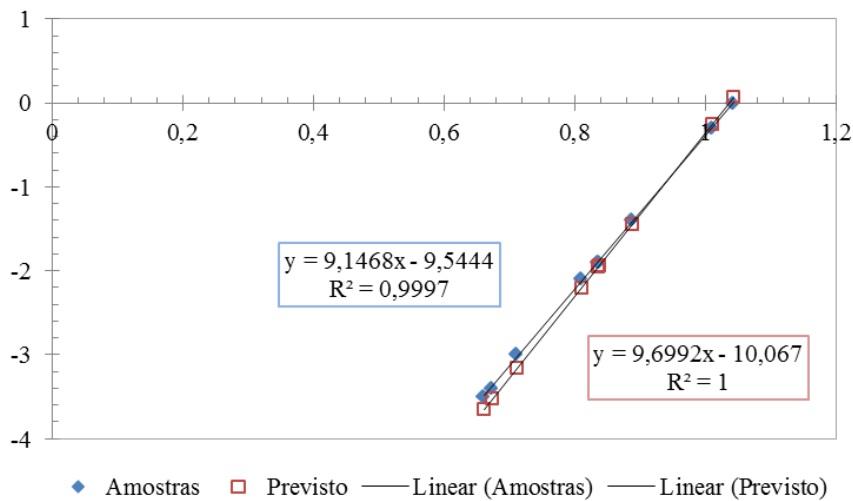
Anexo 3.3.9 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* de Santo Tirso referente aos 10 inquéritos relativamente à coluna vertebral.



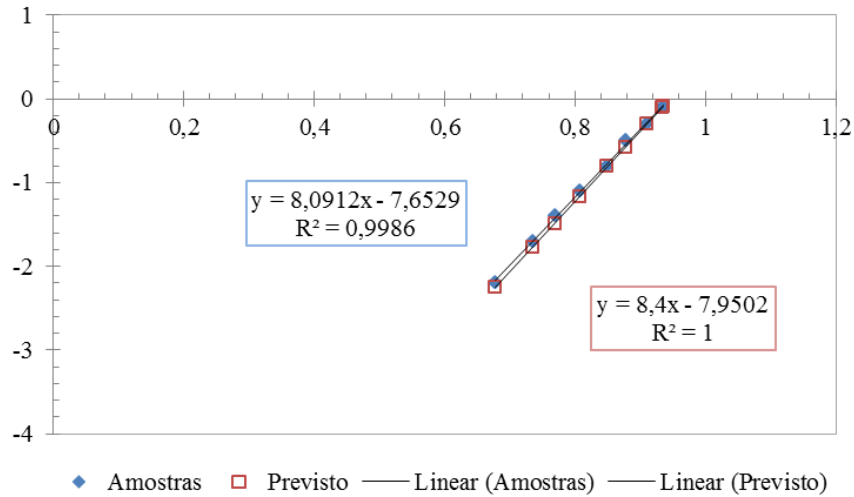
Anexo 3.3.10 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* de Santo Tirso referente aos 9 inquéritos relativamente ao fémur.



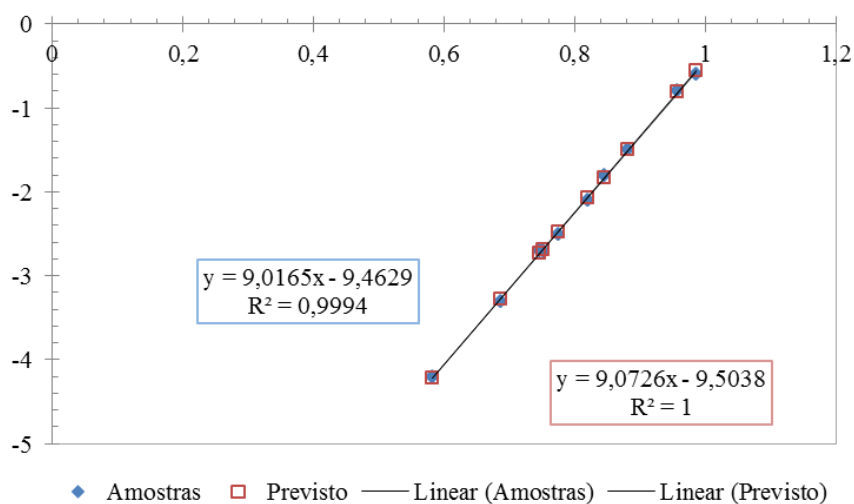
Anexo 3.3.11 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* de Santo Tirso referente aos 9 inquéritos relativamente à coluna vertebral.



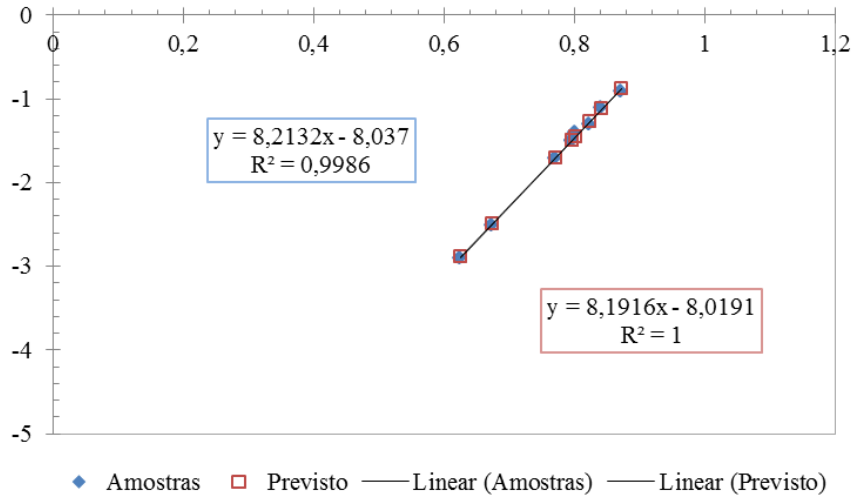
Anexo 3.3.12 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* de Santo Tirso referente aos 9 inquéritos relativamente ao fémur.



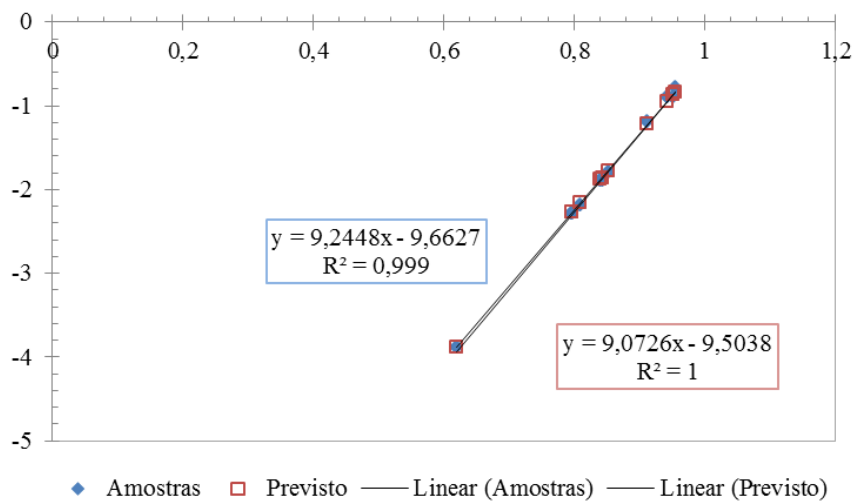
Anexo 3.3.13 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* do Porto referente aos 10 inquéritos relativamente à coluna vertebral.



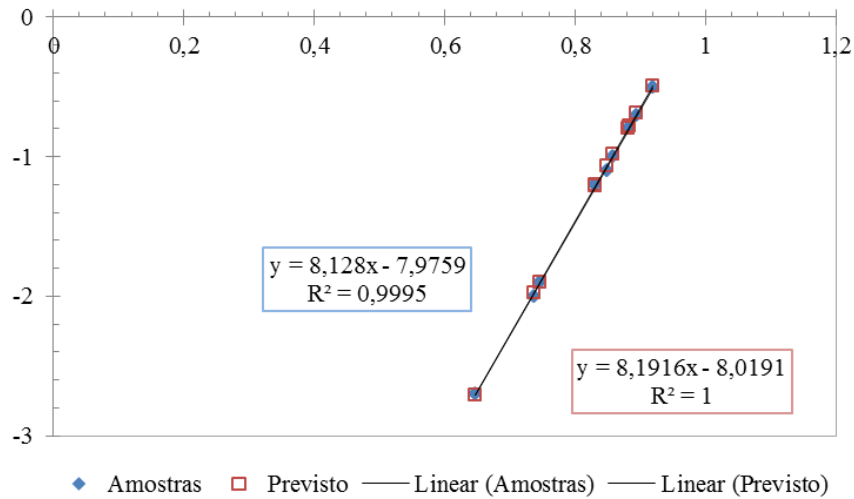
Anexo 3.3.14 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* do Porto referente aos 9 inquéritos relativamente ao fémur.



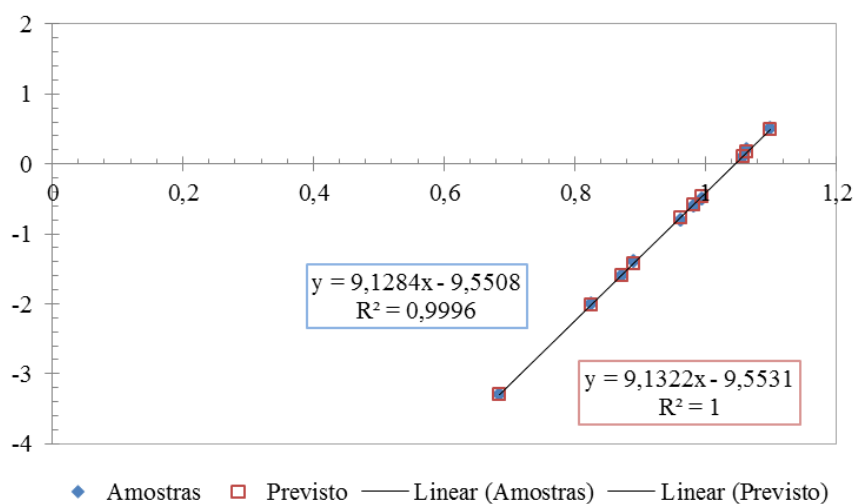
Anexo 3.3.15 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* do Porto referente aos 11 inquéritos relativamente à coluna vertebral.



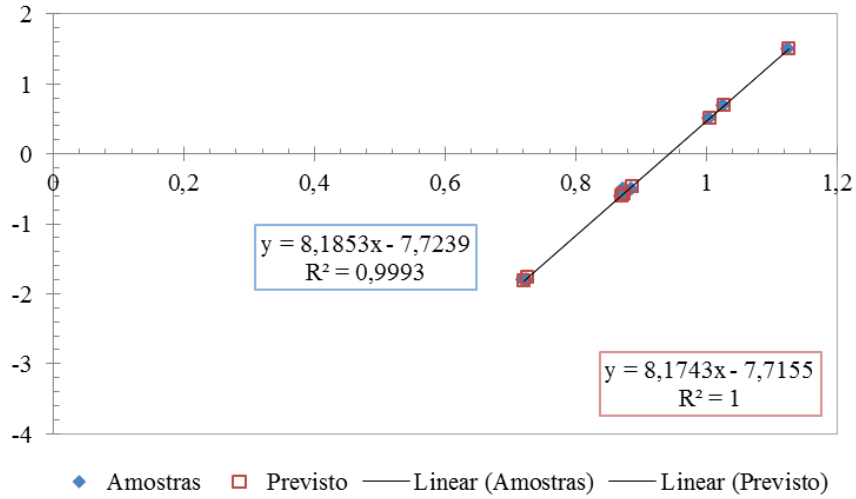
Anexo 3.3.16 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* do Porto referente aos 11 inquéritos relativamente ao fémur.



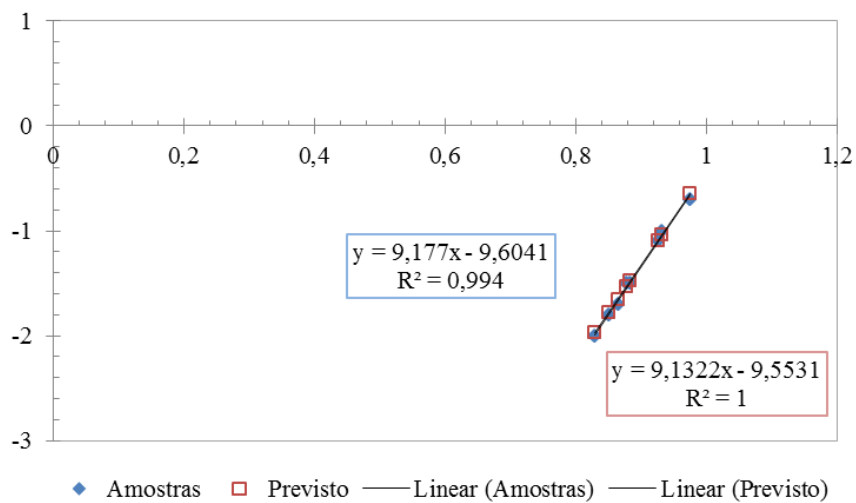
Anexo 3.3.17 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* de Famalicão referente aos 10 inquéritos relativamente à coluna vertebral.



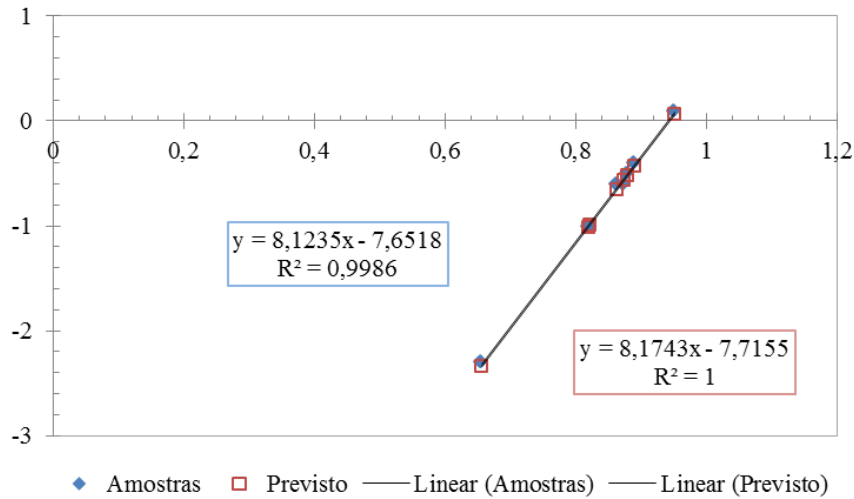
Anexo 3.3.18 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* de Famacção referente aos 9 inquéritos relativamente ao fémur.



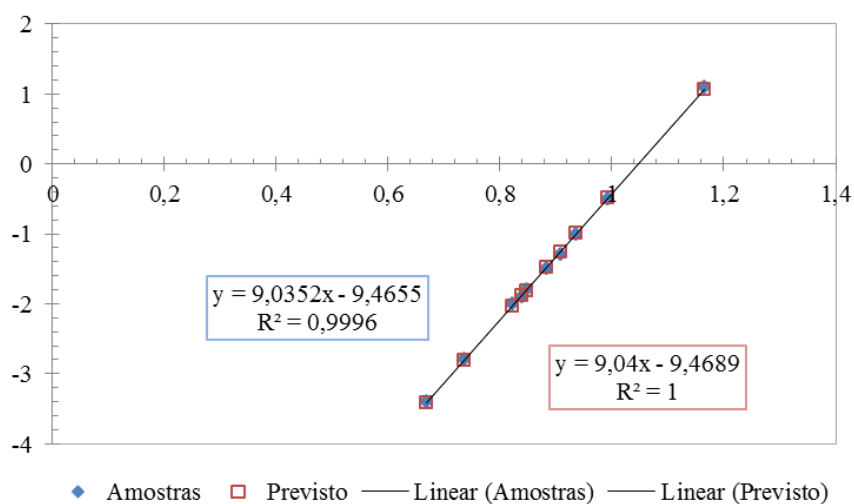
Anexo 3.3.19 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* de Famacção referente aos 8 inquéritos relativamente à coluna vertebral.



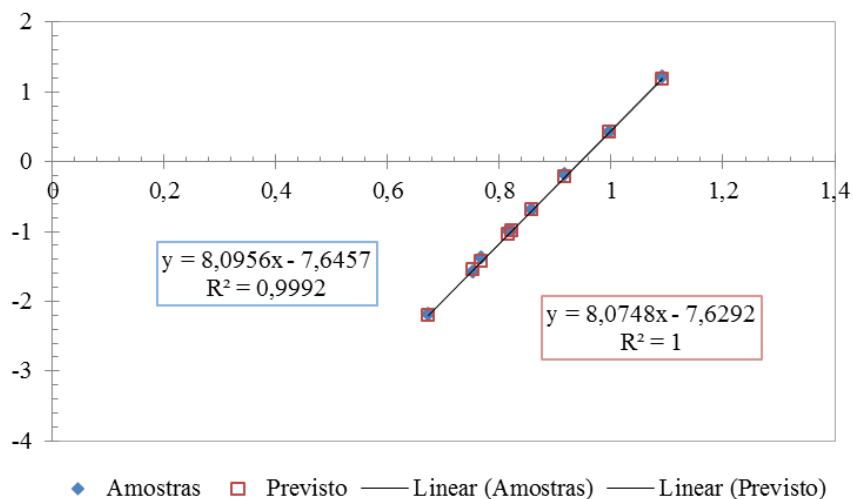
Anexo 3.3.20 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* de Famacção referente aos 8 inquéritos relativamente ao fémur.



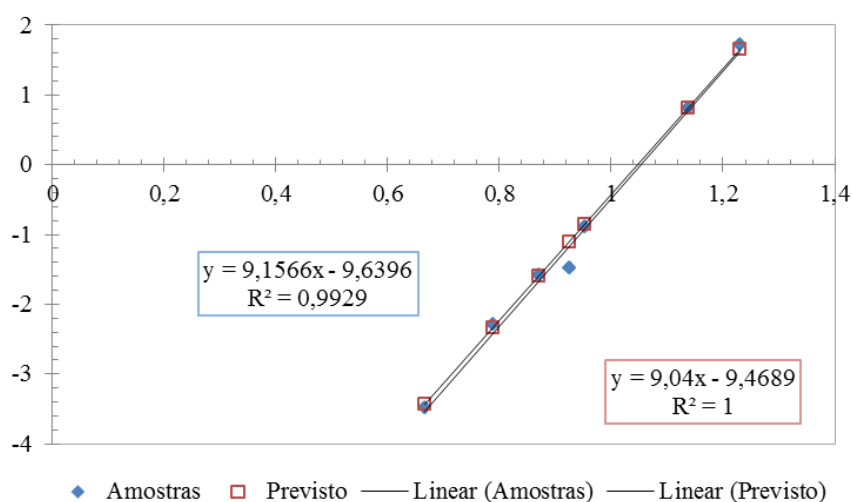
Anexo 3.3.21 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* de São João da Madeira referente aos 10 inquéritos relativamente à coluna vertebral.



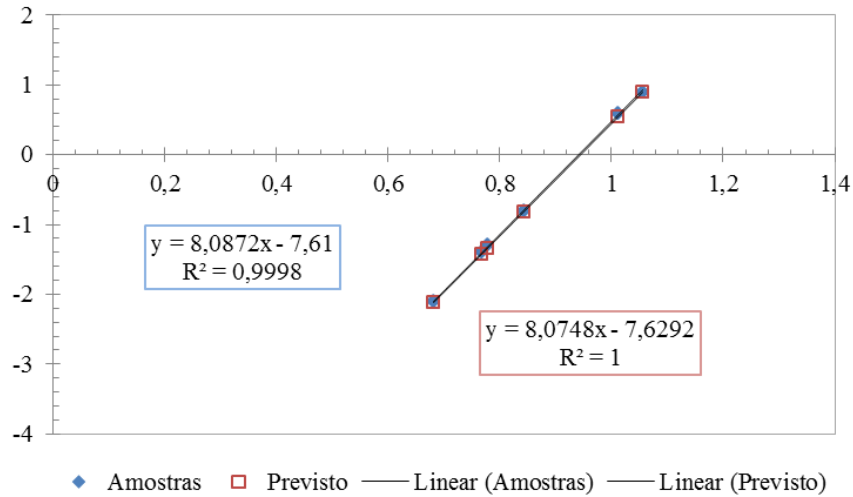
Anexo 3.3.22 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* de São João da Madeira referente aos 9 inquéritos relativamente ao fémur.



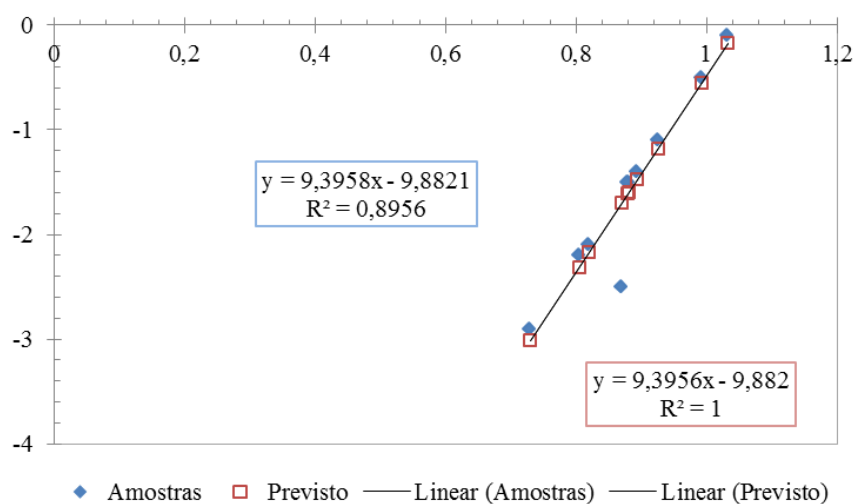
Anexo 3.3.23 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* de São João da Madeira referente aos 7 inquéritos relativamente à coluna vertebral.



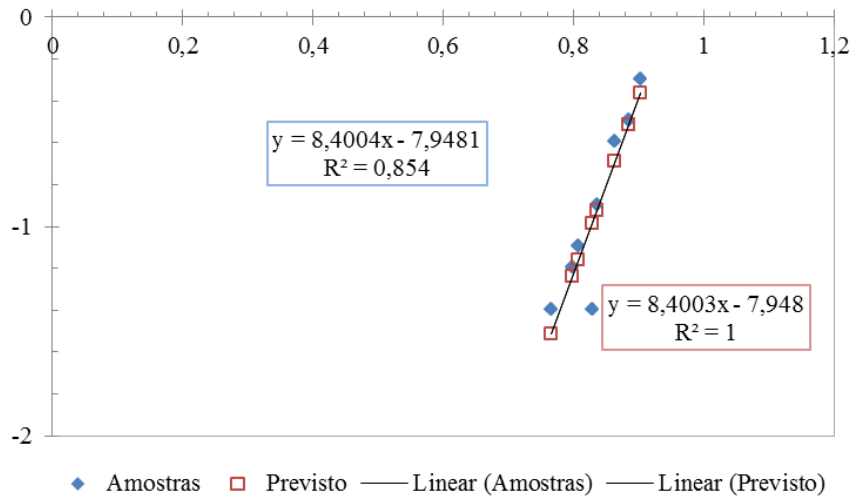
Anexo 3.3.24 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* de São João da Madeira referente aos 6 inquéritos relativamente ao fémur.



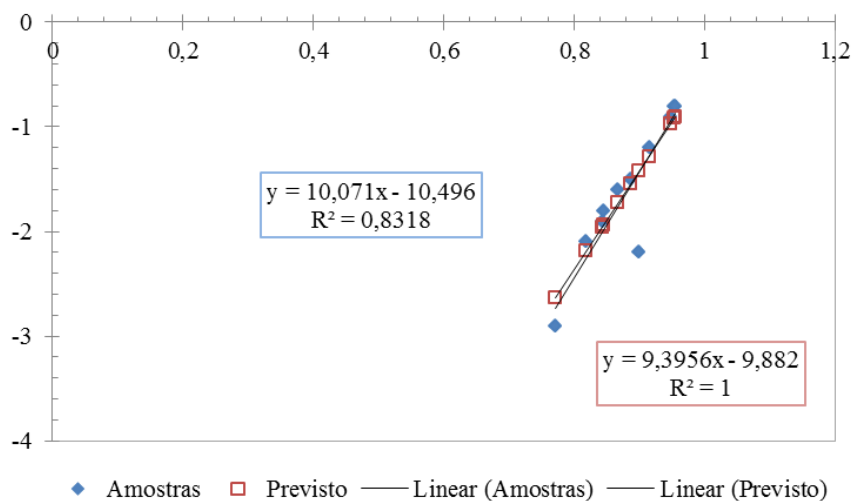
Anexo 3.3.25 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* de Santa Maria da Feira referente aos 10 inquéritos relativamente à coluna vertebral.



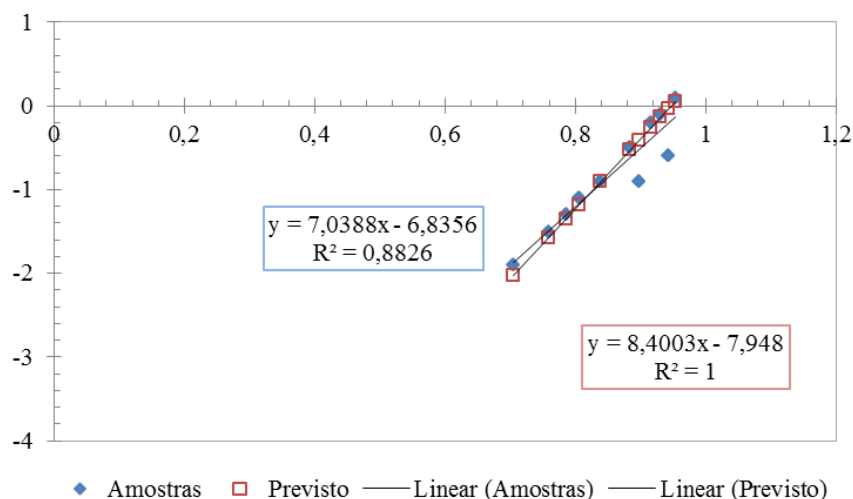
Anexo 3.3.26 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* de Santa Maria da Feira referente aos 9 inquéritos relativamente ao fémur.



Anexo 3.3.27 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* de Santa Maria da Feira referente aos 11 inquéritos relativamente à coluna vertebral.



Anexo 3.3.28 – Gráficos dos resultados para a previsão do *T-Score* de Santa Maria da Feira referente aos 11 inquéritos relativamente ao fémur.



Anexo 4 – Modelação matemática para conversão de BMD e *T-Score*.

Anexo 4.1 – Novos parâmetros DEXA para determinar o fantoma dos equipamentos das clínicas Dr. Campos Costa.

Exame	Idade	Idade Menopausa	Peso	Altura	Sexo
1	46	46	47	1,53	F
2	51	47	102	1,56	F
3	55	43	68	1,5	F
4	59	41	55	1,54	F
5	63	52	71	1,56	F
6	67	52	63	1,54	F
7	70	47	84	1,43	F
8	74	45	90	1,58	F
9	78	52	51	1,42	F
10	83	51	61	1,56	F

Anexo 4.2 – Fantoma dos equipamentos das clínicas Dr. Campos Costa

Clínica	BMD	T-Score
Amarante	0,9380	-0,99
Carvalhos	1,141	-0,5
Chaves	1,122	-0,5
Fafe	1,005	-0,4
Famalicão	0,982	-0,6
Felgueiras	0,998	-0,4
ICUF	1,001	-0,4
Porto	0,986	-0,6
Santa Maria da Feira	0,993	-0,5
Santo Tirso	0,992	-0,5
São João da Madeira	0,997	-0,5
SCM Paredes	1,124	-0,5

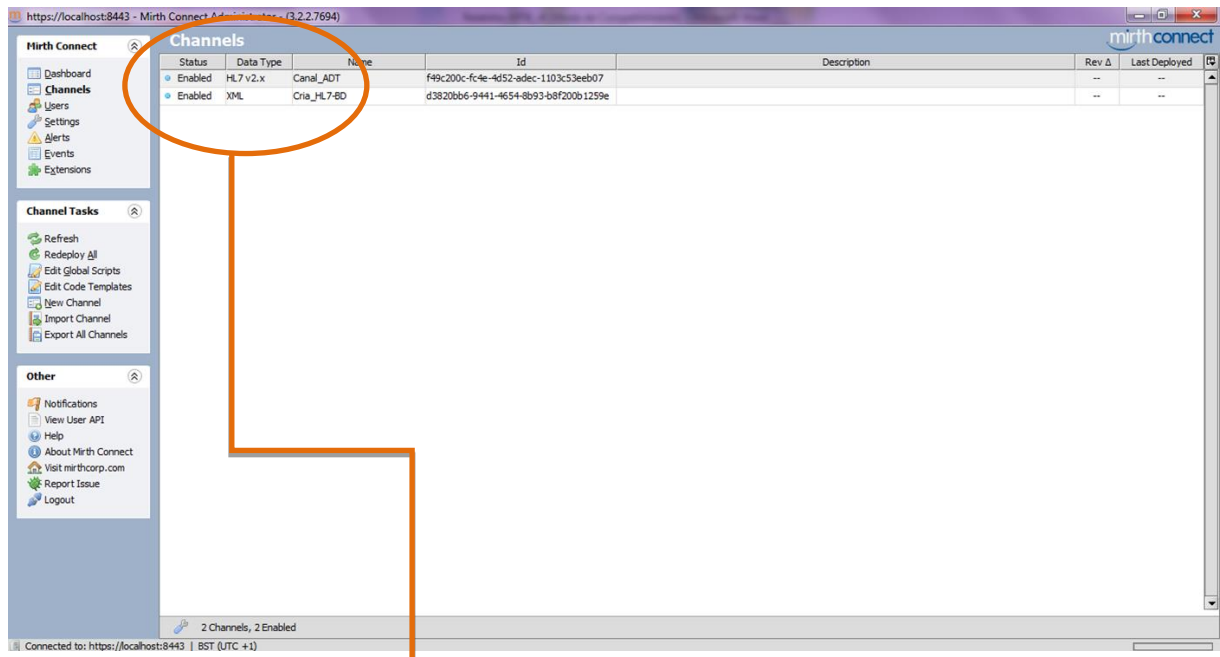
Anexo 5 – Criação de um sistema interoperável.

Anexo 5.1 – Base de dados criada para a concepção do PDF, utilizada no primeiro canal de comunicação.

ProcessoID	DataAq	Idade	IdadeMeno	Genero	EstAnatomica	Clinica	BMD	TScore	Status	DoenteNome	MedicoNome
392969	2015-05-04 00:00:00	56	0	F	Coluna	ST	1.012	-0.3	0	Maria Ventura	Raúl Silva
2259919	2015-04-27 00:00:00	88	47	F	Coluna	ICUF	0.685	-3.5	0	Ana Sousa	Margarida Pinto
2259920	2015-04-27 00:00:00	88	47	F	Fémur	ICUF	0.727	-1.8	0	Manuela Rebelo	Rita Castro
2261257	2015-04-26 00:00:00	80	-1	M	Couna	ICUF	1.047	-0.4	0	Jorge Sousa	Paulo Cardoso
2261258	2015-04-26 00:00:00	80	-1	M	Fémur	ICUF	0.718	-2.1	0	João Farinha	Matilde Matos
2263438	2015-04-30 00:00:00	70	52	F	Coluna	ICUF	1.227	1.6	0	Carla Pinto	Carlos Barbosa

Anexo 5.2 – Programa Mirth e códigos de programação.

Anexo 5.2.1 – Janela do programa Mirth e os respectivos canais de comunicação.

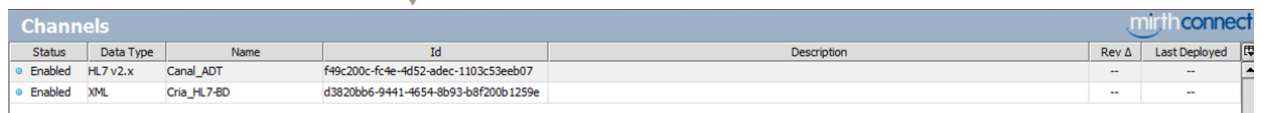


The screenshot shows the Mirth Connect Admin Console interface. The 'Channels' tab is selected in the left sidebar and is circled in orange. The main content area displays a table of channels:

Status	Data Type	Name	Id	Description	Rev Δ	Last Deployed
Enabled	HL7 v2.x	Canal_ADT	f49c200c-fc4e-4d52-aded-1103c53eeb07		--	--
Enabled	XML	Cria_HL7-BD	d3820bb6-9441-4654-8b93-b8f200b1259e		--	--

At the bottom of the console, it indicates '2 Channels, 2 Enabled'.

Canais de comunicação



Status	Data Type	Name	Id	Description	Rev Δ	Last Deployed
Enabled	HL7 v2.x	Canal_ADT	f49c200c-fc4e-4d52-aded-1103c53eeb07		--	--
Enabled	XML	Cria_HL7-BD	d3820bb6-9441-4654-8b93-b8f200b1259e		--	--

Anexo 5.2.2 – Códigos executados nos canais de comunicação.

(1) Primeiro canal de comunicação – Cria_HL7-BD.

The screenshot shows the Mirth Connect Source Transformer editor. The channel is named 'Cria_HL7-BD'. The transformer list includes 21 steps, with the first step being a JavaScript step named 'Data de Aquisição'. This step is highlighted with an orange oval. Below the list, the JavaScript code for this step is displayed in a text area, also highlighted with an orange oval. The code concatenates various data fields from the message into a date and time string. The right-hand side of the editor shows a list of message templates and available variables.

↓ Código

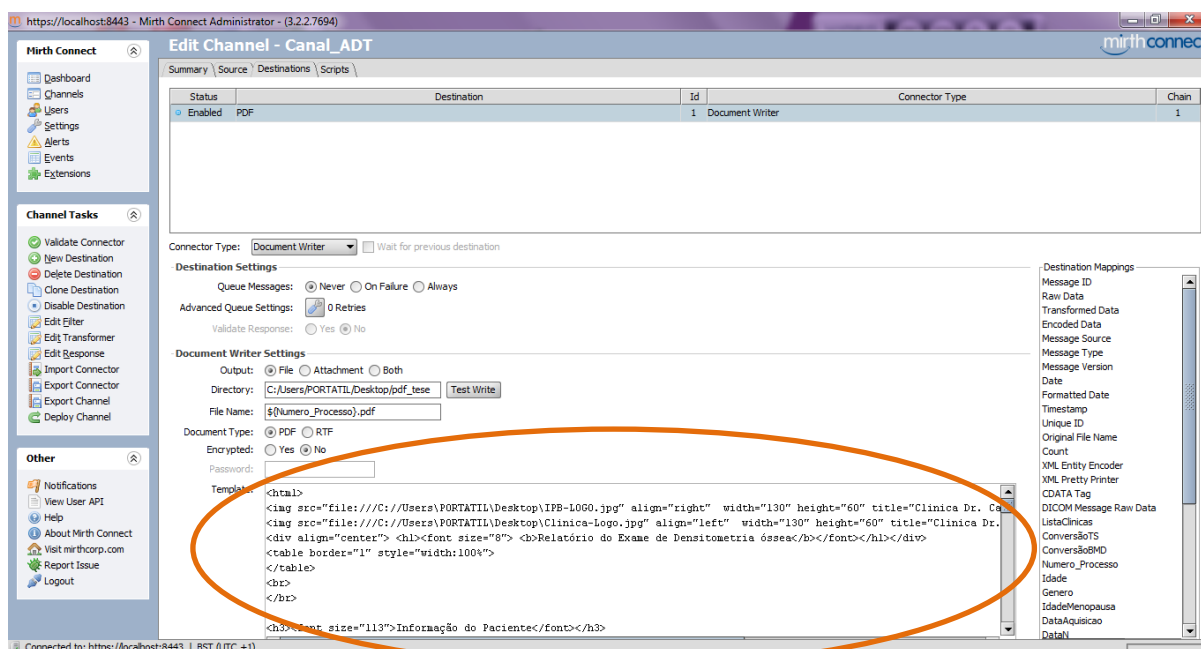
```

var dataAq=msg['dadosdoentes_dataaq'].toString();
ano=dataAq[0]+dataAq[1]+dataAq[2]+dataAq[3];
mes=dataAq[5]+dataAq[6];
dia=dataAq[8]+dataAq[9];
hora=dataAq[11]+dataAq[12];
min=dataAq[14]+dataAq[15];
seg=dataAq[17]+dataAq[18];
data_aquisicao=ano+mes+dia+hora+min+seg;
globalMap.put('DataAq', data_aquisicao);

```

(2) Segundo canal de comunicação – Canal_ADT.

(2.1)



↓ Código

```
<html>


<div align="center"> <h1><font size="8"> <b>Relatório do Exame de Densitometria
óssea</b></font></h1></div>
<table border="1" style="width:100%">
</table>
<br>
<br>
```

```
<h3><font size="113">Informação do Paciente</font></h3>
<div style="width:600px;height:135px;border:1px solid #000;">
<i> <b>Nº Processo:</b> ${Numero_Processo} <br>
</br>
<b>Nome:</b> ${NomeDoente} <br>
</br>
<b>Idade:</b> ${Idade} <br>
</br>
<b>Gênero:</b> ${Genero} - (${Genero_Especificado}) <br>
</br>
```

Idade da Menopausa: \${Idade_Meno_Esp}

</br>

Médico: \${IDMedico}- \${NomeMedico}

</br>

Exame Realizado em: \${DataN} </i>

</br>

</div>

</br>

</br>

<p align="center"><big><big><big>Resultados</big></big></big></p>

<hr></hr>

</br>

<table style="width:100%" align="center">

<tr align="center">

<th></th>

<th>Clínica</th>

<th>Est. Anatomica</th>

<th>Resultado</th>

<th>Conclusões</th>

</tr>

<tr>

<th>BMD</th>

<td align="center"><i> \${Clinica} </i></td>

<td align="center"> <i>\${observationRequest_specimenSource_bodySite}</i></td>

<td align="center"><i>\${observationOrResult1_observationValue_value_BMD} \${observationOrResult1_units_identifierSt_BMD}^{\${observationOrResult1_units_text_BMD_2}}</i></td>

</tr>

<tr>

<th>T-SCORE</th>

<td align="center"><i>\${Clinica} </i></td>

<td align="center"><i>\${observationRequest_specimenSource_bodySite}</i></td>

<td align="center"><i>\${observationValue_TS}</i></td>

<td align="center"><i>\${ConclusaoTS}</i></td>

</tr>

</table>

</br>

<p align="center"><big><big><big>Conversões</big></big></big></p>

<hr></hr>

</br>

<table style="width:100%" align="center">

```
<tr align="left">
<th>Clínica</th>
<th>BMD [ ${observationOrResult1_units_identifierSt_BMD}<sup>${observationOrResult1_units_text_BMD_2}</sup> ]</th>
<th>T-SCORE</th>
</tr>
<tr>
<td align="left"> <i>${ListaClinicas}</i></td>
<td align="left"><i> ${ maps.get('ConversãoBMD')}</i></td>
<td align="left"><i>${ maps.get('ConversãoTS')}</i></td>
</tr>
</table>
<br></br>
<br></br>
<p><i><b>Intervalos de Referência:</b></i></p>
<p><small> Osteoporose: <i>T-Score &lt; -2.5 </i></small></p>
<p><small> Osteopenia: <i>-2.5 &lt; T-Score &lt; -1 </i></small></p>
<p><small>Normal: <i>T-Score &gt; -1 </i></small></p>
<p align="right"><small><i>Processado por computador em: </i> ${Data_Processecamento} </small></p>
</html>
```

(2.2)

The screenshot shows the Mirth Connect interface with the following components:

- Transformer Tasks:** A list of 21 tasks, including 'Conversão', 'Numero_Processo', 'Idade', 'Genero', 'IdadeMenopausa', 'DataAquisicao', 'Data_Aquisicao_Formatada', 'Especificação do Género', 'Idade Menopausa_Especificação', 'Data Processamento', and various observation-related tasks.
- Code Editor:** Contains JavaScript code for processing MSH and OBR messages. The highlighted code block is:


```

1 var nome=msg['MSH']['MSH.4']['MSH.4.1'].toString();
2
3 if (nome=="ST"){
4   clinica="Santo Tirso";
5   var listClinicas="Porto"<br><br>+"Famalicão"<br><br>+"ICUF"<br><br>+"Krug Noronha"+"
6   var BMD=msg['OBX'][1]['OBX.5']['OBX.5.1'].toString();
7   BMD=Number(BMD);
8   var TS=msg['OBX'][2]['OBX.5']['OBX.5.1'].toString();
9   TS=Number(TS);
10  var local=msg['OBR']['OBR.15']['OBR.15.4'].toString();
11  if (local=="Coluna"){
12    var TS_Porto=(BMD-1.047526)/(0.1102216);
13    var TS_Fam=(BMD-1.04609)/(0.1095022);
14    var TS_ICUF=(BMD-1.049382)/(0.1144224);
15    var TS_KN=(BMD-1.179506)/(0.1200634);
16    var TS_SJM=(BMD-1.04745)/(0.11062);
17    var TS_SMF=(BMD-1.051767)/(0.106433);
18    var
19    listCon-
20    vTS=parseFloat(TS_Porto).toFixed(4)+"<br><br>"+parseFloat(TS_Fam).toFixed(4)+"
21    <br><br>"+parseFloat(TS_ICUF).toFixed(4)+"<br><br>"+parseFloat(TS_KN).toFixe
22    d(4)+"<br><br>"+parseFloat(TS_SJM).toFixed(4)+"<br><br>"+parseFloat(TS_SMF)
23    .toFixed(4)+"<br><br>";

```

Código

```
var nome=msg['MSH']['MSH.4']['MSH.4.1'].toString();
```

```

if (nome=="ST"){
  clinica="Santo Tirso";
  var
  listClini-
cas="Porto"<br><br>+"Famalicão"<br><br>+"ICUF"<br><br>+"Krug
Noronha"<br><br>+"S. João da Madeira"<br><br>+"St. Maria da Fei-
ra"<br><br>";
  var BMD=msg['OBX'][1]['OBX.5']['OBX.5.1'].toString();
  BMD=Number(BMD);
  var TS=msg['OBX'][2]['OBX.5']['OBX.5.1'].toString();
  TS=Number(TS);
  var local=msg['OBR']['OBR.15']['OBR.15.4'].toString();
  if (local=="Coluna"){
    var TS_Porto=(BMD-1.047526)/(0.1102216);
    var TS_Fam=(BMD-1.04609)/(0.1095022);
    var TS_ICUF=(BMD-1.049382)/(0.1144224);
    var TS_KN=(BMD-1.179506)/(0.1200634);
    var TS_SJM=(BMD-1.04745)/(0.11062);
    var TS_SMF=(BMD-1.051767)/(0.106433);
    var
    listCon-
vTS=parseFloat(TS_Porto).toFixed(4)+"<br><br>"+parseFloat(TS_Fam).toFixed(4)+"
<br><br>"+parseFloat(TS_ICUF).toFixed(4)+"<br><br>"+parseFloat(TS_KN).toFixe
d(4)+"<br><br>"+parseFloat(TS_SJM).toFixed(4)+"<br><br>"+parseFloat(TS_SMF)
.toFixed(4)+"<br><br>";

```

```

var BMD_Porto=(TS*0.1102216)+1.047526;
var BMD_Fam=(TS*0.1095022)+1.04609;
var BMD_ICUF=(TS*0.1144224)+1.049382;
var BMD_KN=(TS*0.1200634)+1.179506;
var BMD_SJM=(TS*0.11062)+1.04745;
var BMD_SMF=(TS*0.106433)+1.051767;
var
listCon-
vBMD=parseFloat(BMD_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_Fam).toFi
xed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BM
D_KN).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+pars
eFloat(BMD_SMF).toFixed(4)+"<br></br>";
}else{
var TS_Porto=(BMD-0.9789412)/(0.1220756);
var TS_Fam=(BMD-0.9438622)/(0.122334);
var TS_ICUF=(BMD-0.941783)/(0.1218676);
var TS_KN=(BMD-1.0006)/(0.1202288);
var TS_SJM=(BMD-0.9448096)/(0.1238416);
var TS_SMF=(BMD-0.946159)/(0.119043);
var
listCon-
vTS=parseFloat(TS_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_Fam).toFixed(4)+"
<br></br>"+parseFloat(TS_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_KN).toFixe
d(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_SMF)
.toFixed(4)+"<br></br>";

var BMD_Porto=(TS*0.1220756)+0.9789412;
var BMD_Fam=(TS*0.122334)+0.9438622;
var BMD_ICUF=(TS*0.1218676)+0.941783;
var BMD_KN=(TS*0.1202288)+1.0006;
var BMD_SJM=(TS*0.1238416)+0.9448096;
var BMD_SMF=(TS*0.119043)+0.946159;
var
listCon-
vBMD=parseFloat(BMD_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_Fam).toFi
xed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BM
D_KN).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+pars
eFloat(BMD_SMF).toFixed(4)+"<br></br>";
}

}else if (nome=="POR"){
clinica="Porto";
var
listClinicas="Santo
so"+"<br></br>"+"Famalicão"+"<br></br>"+"ICUF"+"<br></br>"+"Krug
Tir-
nha"+"<br></br>"+"S. João da Madeira"+"<br></br>"+"St. Maria da Fei-
Noro-
ra"+"<br></br>";
var BMD=msg['OBX'][1]['OBX.5']['OBX.5.1'].toString();
BMD=Number(BMD);

```

```
var TS=msg['OBX'][2]['OBX.5']['OBX.5.1'].toString();
TS=Number(TS);
var local=msg['OBR']['OBR.15']['OBR.15.4'].toString();
if (local=="Coluna"){
    var TS_ST=(BMD-1.037932)/(0.1031016);
    var TS_Fam=(BMD-1.04609)/(0.1095022);
    var TS_ICUF=(BMD-1.049382)/(0.1144224);
    var TS_KN=(BMD-1.179506)/(0.1200634);
    var TS_SJM=(BMD-1.04745)/(0.11062);
    var TS_SMF=(BMD-1.051767)/(0.106433);
    var listCon-
vTS=parseFloat(TS_ST).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(TS_Fam).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(TS_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(TS_KN).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(TS_SJM).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(TS_SMF).t
oFixed(4)+"<br></br>";

    var BMD_ST=(TS*0.1031016)+1.037932;
    var BMD_Fam=(TS*0.1095022)+1.04609;
    var BMD_ICUF=(TS*0.1144224)+1.049382;
    var BMD_KN=(TS*0.1200634)+1.179506;
    var BMD_SJM=(TS*0.11062)+1.04745;
    var BMD_SMF=(TS*0.106433)+1.051767;
    var listCon-
vBMD=parseFloat(BMD_ST).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(BMD_Fam).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(BMD_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(BMD_KN).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(BMD_SJM).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFl
oat(BMD_SMF).toFixed(4)+"<br></br>";
} else {
    var TS_ST=(BMD-0.946454)/(0.1190474);
    var TS_Fam=(BMD-0.9438622)/(0.122334);
    var TS_ICUF=(BMD-0.941783)/(0.1218676);
    var TS_KN=(BMD-1.0006)/(0.1202288);
    var TS_SJM=(BMD-0.9448096)/(0.1238416);
    var TS_SMF=(BMD-0.946159)/(0.119043);
    var listCon-
vTS=parseFloat(TS_ST).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(TS_Fam).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(TS_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(TS_KN).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(TS_SJM).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(TS_SMF).t
oFixed(4)+"<br></br>";

    var BMD_ST=(TS*0.1190474)+0.946454;
    var BMD_Fam=(TS*0.122334)+0.9438622;
    var BMD_ICUF=(TS*0.1218676)+0.941783;
    var BMD_KN=(TS*0.1202288)+1.0006;
    var BMD_SJM=(TS*0.1238416)+0.9448096;
    var BMD_SMF=(TS*0.119043)+0.946159;
```

```

        var
        listCon-
vBMD=parseFloat(BMD_ST).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(BMD_Fam).toFixed
(4)+"<br></br>" +parseFloat(BMD_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(BMD_
KN).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(BMD_SJM).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFlo
oat(BMD_SMF).toFixed(4)+"<br></br>";
    }
} else if (nome=="FAM"){
    clinica="Famalicão";
    var
        listClinicas="Porto"+"<br></br>"+"Santo
        Tir-
so"+"<br></br>"+"ICUF"+"<br></br>"+"Krug Noronha"+"<br></br>"+"S. João da
Madeira"+"<br></br>"+"St. Maria da Feira"+"<br></br>";
    var BMD=msg['OBX'][1]['OBX.5']['OBX.5.1'].toString();
    BMD=Number(BMD);
    var TS=msg['OBX'][2]['OBX.5']['OBX.5.1'].toString();
    TS=Number(TS);
    var local=msg['OBR']['OBR.15']['OBR.15.4'].toString();
    if (local=="Coluna"){
        var TS_Porto=(BMD-1.047526)/(0.1102216);
        var TS_ST=(BMD-1.037932)/(0.1031016);
        var TS_ICUF=(BMD-1.049382)/(0.1144224);
        var TS_KN=(BMD-1.179506)/(0.1200634);
        var TS_SJM=(BMD-1.04745)/(0.11062);
        var TS_SMF=(BMD-1.051767)/(0.106433);
        var
        listCon-
vTS=parseFloat(TS_Porto).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(TS_ST).toFixed(4)+"<
br></br>" +parseFloat(TS_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(TS_KN).toFixed
(4)+"<br></br>" +parseFloat(TS_SJM).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(TS_SMF).t
oFixed(4)+"<br></br>";

        var BMD_Porto=(TS*0.1102216)+1.047526;
        var BMD_ST=(TS*0.1031016)+1.037932;
        var BMD_ICUF=(TS*0.1144224)+1.049382;
        var BMD_KN=(TS*0.1200634)+1.179506;
        var BMD_SJM=(TS*0.11062)+1.04745;
        var BMD_SMF=(TS*0.106433)+1.051767;
        var
        listCon-
vBMD=parseFloat(BMD_Porto).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(BMD_ST).toFixe
d(4)+"<br></br>" +parseFloat(BMD_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(BMD
_KN).toFixed(4)+"<br></br>" +parseFloat(BMD_SJM).toFixed(4)+"<br></br>" +parse
Float(BMD_SMF).toFixed(4)+"<br></br>";
    } else {
        var TS_Porto=(BMD-0.9789412)/(0.1220756);
        var TS_ST=(BMD-0.946454)/(0.1190474);
        var TS_ICUF=(BMD-0.941783)/(0.1218676);
        var TS_KN=(BMD-1.0006)/(0.1202288);
        var TS_SJM=(BMD-0.9448096)/(0.1238416);

```

```

        var TS_SMF=(BMD-0.946159)/(0.119043);
        var
        listCon-
vTS=parseFloat(TS_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_ST).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_KN).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_SMF).toFixed(4)+"<br></br>";

        var BMD_Porto=(TS*0.1220756)+0.9789412;
        var BMD_ST=(TS*0.1190474)+0.946454;
        var BMD_ICUF=(TS*0.1218676)+0.941783;
        var BMD_KN=(TS*0.1202288)+1.0006;
        var BMD_SJM=(TS*0.1238416)+0.9448096;
        var BMD_SMF=(TS*0.119043)+0.946159;
        var
        listCon-
vBMD=parseFloat(BMD_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_ST).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_KN).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_SMF).toFixed(4)+"<br></br>";
    }
} else if(nome=="SJM"){
    clinica="S. João da Madeira";
    var
    listClini-
cas="Porto"+"<br></br>"+"Famalicão"+"<br></br>"+"ICUF"+"<br></br>"+"Krug
Noronha"+"<br></br>"+"Santo Tirso"+"<br></br>"+"St. Maria da Fei-
ra"+"<br></br>";
    var BMD=msg['OBX'][1]['OBX.5']['OBX.5.1'].toString();
    BMD=Number(BMD);
    var TS=msg['OBX'][2]['OBX.5']['OBX.5.1'].toString();
    TS=Number(TS);
    var local=msg['OBR']['OBR.15']['OBR.15.4'].toString();
    if (local=="Coluna"){
        var TS_Porto=(BMD-1.047526)/(0.1102216);
        var TS_Fam=(BMD-1.04609)/(0.1095022);
        var TS_ICUF=(BMD-1.049382)/(0.1144224);
        var TS_KN=(BMD-1.179506)/(0.1200634);
        var TS_ST=(BMD-1.037932)/(0.1031016);
        var TS_SMF=(BMD-1.051767)/(0.106433);
        var
        listCon-
vTS=parseFloat(TS_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_Fam).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_KN).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_ST).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_SMF).toFixed(4)+"<br></br>";

        var BMD_Porto=(TS*0.1102216)+1.047526;
        var BMD_Fam=(TS*0.1095022)+1.04609;
        var BMD_ICUF=(TS*0.1144224)+1.049382;

```

```

var BMD_KN=(TS*0.1200634)+1.179506;
var BMD_ST=(TS*0.1031016)+1.037932;
var BMD_SMF=(TS*0.106433)+1.051767;
var
listCon-
vBMD=parseFloat(BMD_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_Fam).toFi
xed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BM
D_KN).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_ST).toFixed(4)+"<br></br>"+parse
Float(BMD_SMF).toFixed(4)+"<br></br>";
}else{
var TS_Porto=(BMD-0.9789412)/(0.1220756);
var TS_Fam=(BMD-0.9438622)/(0.122334);
var TS_ICUF=(BMD-0.941783)/(0.1218676);
var TS_KN=(BMD-1.0006)/(0.1202288);
var TS_ST=(BMD-0.946454)/(0.1190474);
var TS_SMF=(BMD-0.946159)/(0.119043);
var
listCon-
vTS=parseFloat(TS_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_Fam).toFixed(4)+"
<br></br>"+parseFloat(TS_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_KN).toFixe
d(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_ST).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_SMF).t
oFixed(4)+"<br></br>";

var BMD_Porto=(TS*0.1220756)+0.9789412;
var BMD_Fam=(TS*0.122334)+0.9438622;
var BMD_ICUF=(TS*0.1218676)+0.941783;
var BMD_KN=(TS*0.1202288)+1.0006;
var BMD_ST=(TS*0.1190474)+0.946454;
var BMD_SMF=(TS*0.119043)+0.946159;
var
listCon-
vBMD=parseFloat(BMD_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_Fam).toFi
xed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BM
D_KN).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_ST).toFixed(4)+"<br></br>"+parse
Float(BMD_SMF).toFixed(4)+"<br></br>";
}
}else if (nome=="SMF"){
clinica="St. Maria da Feira";
var
listClini-
cas="Porto"+"<br></br>"+"Famalicão"+"<br></br>"+"ICUF"+"<br></br>"+"Krug
Noronha"+"<br></br>"+"S. João da Madeira"+"<br></br>"+"Santo Tir-
so"+"<br></br>";
var BMD=msg['OBX'][1]['OBX.5']['OBX.5.1'].toString();
BMD=Number(BMD);
var TS=msg['OBX'][2]['OBX.5']['OBX.5.1'].toString();
TS=Number(TS);
var local=msg['OBR']['OBR.15']['OBR.15.4'].toString();
if (local=="Coluna"){
var TS_Porto=(BMD-1.047526)/(0.1102216);

```

```
var TS_Fam=(BMD-1.04609)/(0.1095022);
var TS_ICUF=(BMD-1.049382)/(0.1144224);
var TS_KN=(BMD-1.179506)/(0.1200634);
var TS_SJM=(BMD-1.04745)/(0.11062);
var TS_ST=(BMD-1.037932)/(0.1031016);
var listCon-
vTS=parseFloat(TS_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_Fam).toFixed(4)+"
<br></br>"+parseFloat(TS_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_KN).toFixe
d(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_ST).t
oFixed(4)+"<br></br>";
```

```
var BMD_Porto=(TS*0.1102216)+1.047526;
var BMD_Fam=(TS*0.1095022)+1.04609;
var BMD_ICUF=(TS*0.1144224)+1.049382;
var BMD_KN=(TS*0.1200634)+1.179506;
var BMD_SJM=(TS*0.11062)+1.04745;
var BMD_ST=(TS*0.1031016)+1.037932;
var listCon-
vBMD=parseFloat(BMD_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_Fam).toFi
xed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BM
D_KN).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+pars
eFloat(BMD_ST).toFixed(4)+"<br></br>";
```

```
    }else{
var TS_Porto=(BMD-0.9789412)/(0.1220756);
var TS_Fam=(BMD-0.9438622)/(0.122334);
var TS_ICUF=(BMD-0.941783)/(0.1218676);
var TS_KN=(BMD-1.0006)/(0.1202288);
var TS_SJM=(BMD-0.9448096)/(0.1238416);
var TS_ST=(BMD-0.946454)/(0.1190474);
var listCon-
vTS=parseFloat(TS_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_Fam).toFixed(4)+"
<br></br>"+parseFloat(TS_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_KN).toFixe
d(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_ST).t
oFixed(4)+"<br></br>";
```

```
var BMD_Porto=(TS*0.1220756)+0.9789412;
var BMD_Fam=(TS*0.122334)+0.9438622;
var BMD_ICUF=(TS*0.1218676)+0.941783;
var BMD_KN=(TS*0.1202288)+1.0006;
var BMD_SJM=(TS*0.1238416)+0.9448096;
var BMD_ST=(TS*0.1190474)+0.946454;
var listCon-
vBMD=parseFloat(BMD_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_Fam).toFi
xed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BM
D_KN).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+pars
eFloat(BMD_ST).toFixed(4)+"<br></br>";
```

```

    }
} else if (nome=="ICUF"){
    clinica="ICUF";
    var listClinicas="Porto"+"<br></br>"+"Famalicão"+"<br></br>"+"Santo Tir-
so"+"<br></br>"+"Krug Noronha"+"<br></br>"+"S. João da Madei-
ra"+"<br></br>"+"St. Maria da Feira"+"<br></br>";
    var BMD=msg['OBX'][1]['OBX.5']['OBX.5.1'].toString();
    BMD=Number(BMD);
    var TS=msg['OBX'][2]['OBX.5']['OBX.5.1'].toString();
    TS=Number(TS);
    var local=msg['OBR']['OBR.15']['OBR.15.4'].toString();
    if (local=="Coluna"){
        var TS_Porto=(BMD-1.047526)/(0.1102216);
        var TS_Fam=(BMD-1.04609)/(0.1095022);
        var TS_ST=(BMD-1.037932)/(0.1031016);
        var TS_KN=(BMD-1.179506)/(0.1200634);
        var TS_SJM=(BMD-1.04745)/(0.11062);
        var TS_SMF=(BMD-1.051767)/(0.106433);
        var
listCon-
vTS=parseFloat(TS_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_Fam).toFixed(4)+"
<br></br>"+parseFloat(TS_ST).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_KN).toFixed(
4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_SMF).t
oFixed(4)+"<br></br>";

        var BMD_Porto=(TS*0.1102216)+1.047526;
        var BMD_Fam=(TS*0.1095022)+1.04609;
        var BMD_ST=(TS*0.1031016)+1.037932;
        var BMD_KN=(TS*0.1200634)+1.179506;
        var BMD_SJM=(TS*0.11062)+1.04745;
        var BMD_SMF=(TS*0.106433)+1.051767;
        var
listCon-
vBMD=parseFloat(BMD_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_Fam).toFi
xed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_ST).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_
KN).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFl
oat(BMD_SMF).toFixed(4)+"<br></br>";
    } else {
        var TS_Porto=(BMD-0.9789412)/(0.1220756);
        var TS_Fam=(BMD-0.9438622)/(0.122334);
        var TS_ST=(BMD-0.946454)/(0.1190474);
        var TS_KN=(BMD-1.0006)/(0.1202288);
        var TS_SJM=(BMD-0.9448096)/(0.1238416);
        var TS_SMF=(BMD-0.946159)/(0.119043);
        var
listCon-
vTS=parseFloat(TS_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_Fam).toFixed(4)+"
<br></br>"+parseFloat(TS_ST).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_KN).toFixed(

```

```
4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_SMF).toFixed(4)+"<br></br>";
```

```

    var BMD_Porto=(TS*0.1220756)+0.9789412;
    var BMD_Fam=(TS*0.122334)+0.9438622;
    var BMD_ST=(TS*0.1190474)+0.946454;
    var BMD_KN=(TS*0.1202288)+1.0006;
    var BMD_SJM=(TS*0.1238416)+0.9448096;
    var BMD_SMF=(TS*0.119043)+0.946159;
    var
    listCon-
vBMD=parseFloat(BMD_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_Fam).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_ST).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_KN).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_SMF).toFixed(4)+"<br></br>";
    }
} else {
    clinica="Krug Noronha";
    var
    listClini-
cas="Porto"+"<br></br>"+"Famalição"+"<br></br>"+"ICUF"+"<br></br>"+"Santo Tirso"+"<br></br>"+"S. João da Madeira"+"<br></br>"+"St. Maria da Feira"+"<br></br>";
    var BMD=msg['OBX'][1]['OBX.5']['OBX.5.1'].toString();
    BMD=Number(BMD);
    var TS=msg['OBX'][2]['OBX.5']['OBX.5.1'].toString();
    TS=Number(TS);
    var local=msg['OBR']['OBR.15']['OBR.15.4'].toString();
    if (local=="Coluna"){
        var TS_Porto=(BMD-1.047526)/(0.1102216);
        var TS_Fam=(BMD-1.04609)/(0.1095022);
        var TS_ST=(BMD-1.037932)/(0.1031016);
        var TS_KN=(BMD-1.179506)/(0.1200634);
        var TS_SJM=(BMD-1.04745)/(0.11062);
        var TS_SMF=(BMD-1.051767)/(0.106433);
        var
        listCon-
vTS=parseFloat(TS_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_Fam).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_ST).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_SMF).toFixed(4)+"<br></br>";

        var BMD_Porto=(TS*0.1102216)+1.047526;
        var BMD_Fam=(TS*0.1095022)+1.04609;
        var BMD_ICUF=(TS*0.1144224)+1.049382;
        var BMD_ST=(TS*0.1031016)+1.037932;
        var BMD_SJM=(TS*0.11062)+1.04745;
        var BMD_SMF=(TS*0.106433)+1.051767;

```


```

var listCon-
vBMD=parseFloat(BMD_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_Fam).toFi-
xed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BM-
D_ST).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+pars-
eFloat(BMD_SMF).toFixed(4)+"<br></br>";
} else {
var TS_Porto=(BMD-0.9789412)/(0.1220756);
var TS_Fam=(BMD-0.9438622)/(0.122334);
var TS_ICUF=(BMD-0.941783)/(0.1218676);
var TS_ST=(BMD-0.946454)/(0.1190474);
var TS_SJM=(BMD-0.9448096)/(0.1238416);
var TS_SMF=(BMD-0.946159)/(0.119043);
var listCon-
vTS=parseFloat(TS_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_Fam).toFixed(4)+"
<br></br>"+parseFloat(TS_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_ST).toFixe-
d(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(TS_SMF)
.toFixed(4)+"<br></br>";

var BMD_Porto=(TS*0.1220756)+0.9789412;
var BMD_Fam=(TS*0.122334)+0.9438622;
var BMD_ICUF=(TS*0.1218676)+0.941783;
var BMD_ST=(TS*0.1190474)+0.946454;
var BMD_SJM=(TS*0.1238416)+0.9448096;
var BMD_SMF=(TS*0.119043)+0.946159;
var listCon-
vBMD=parseFloat(BMD_Porto).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_Fam).toFi-
xed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_ICUF).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BM-
D_ST).toFixed(4)+"<br></br>"+parseFloat(BMD_SJM).toFixed(4)+"<br></br>"+pars-
eFloat(BMD_SMF).toFixed(4)+"<br></br>";
}
}
globalMap.put('ListaClinicas',listClinicas);
globalMap.put('ConversãoTS',listConvTS);
globalMap.put('ConversãoBMD',listConvBMD);


```

Anexo 5.2.3 – Exemplo do PDF gerado através do sistema interoperável.



Dr. Augusto Fortes
R. 10 - 100-200 - IMBARRÓDIA (L11)

Relatório do Exame de Densitometria óssea



IPB
INSTITUTO POLITÉCNICO
DE BRAGANÇA

Informação do Paciente

Nº Processo: 392069
 Nome: Maria Ventura
 Idade: 56
 Género: F - (Feminino)
 Idade da Menopausa: Não ocorreu ainda
 Médico: 120- Raül Silva
 Exame Realizado em: 04/05/2015

Resultados

	Clínica	Est. Anatómica	Resultado	Conclusões
BMD	Santo Tirso	Coluna	1.012 g/cm ²	
T-SCORE	Santo Tirso	Coluna	-0.3	Normal

Conversões

Clínica	BMD [g/cm ²]	T-SCORE
Porto	1.0145	-0.3223
Famalicão	1.0132	-0.3113
ICUF	1.0151	-0.3267
Krug Noronha	1.1435	-1.3951
S. João da Madeira	1.0143	-0.3205
S. Maria da Feira	1.0198	-0.3736

Intervalos de Referência:

Osteoporosa: T-Score < -2.5

Osteopenia: -2.5 < T-Score < -1

Normal: T-Score > -1

Processado por computador em: 12/10/2015 14:21:10