

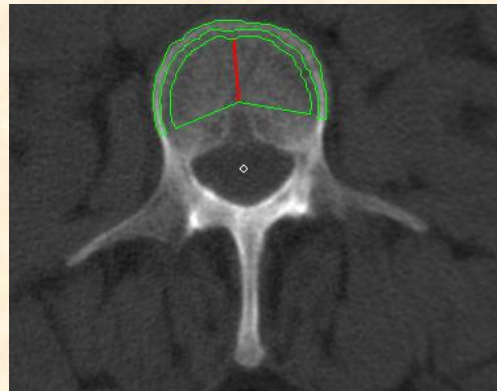


Universidade do Minho
Departamento de Eletrónica Industrial

1

Tomografia Computadorizada Quantitativa

Diagnóstico da Osteoporose



Marino Maciel
Nº52557

Orientador:
Prof. Higinio Correia

2011/2012

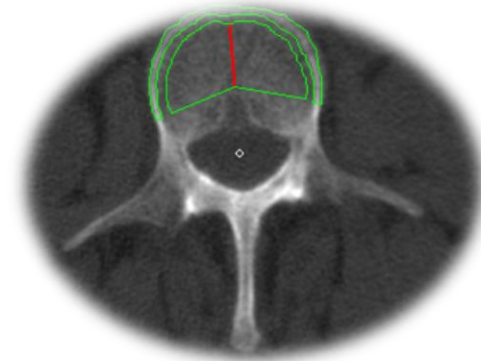
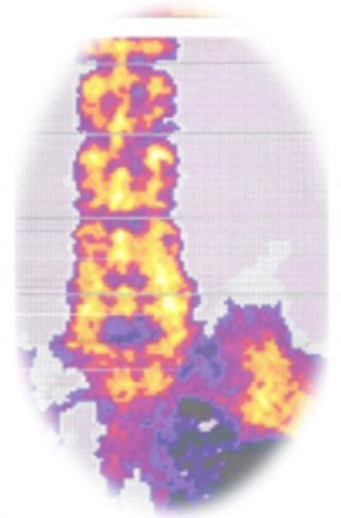
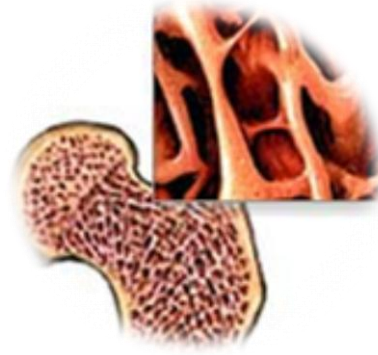
Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica

Sumário



2

- ☐ Osteoporose
- ☐ Motivação e objetivos
- ☐ Diagnóstico da osteoporose
- ☐ Absortimetria de raios X de dupla energia (DXA)
- ☐ Tomografia computadorizada quantitativa (QCT)
 - QCT – *software Osteo*
- ☐ DXA versus QCT
- ☐ T-score e Z-score
- ☐ Resultados
- ☐ Critérios de diagnóstico
- ☐ Primeiras conclusões



Osteoporose



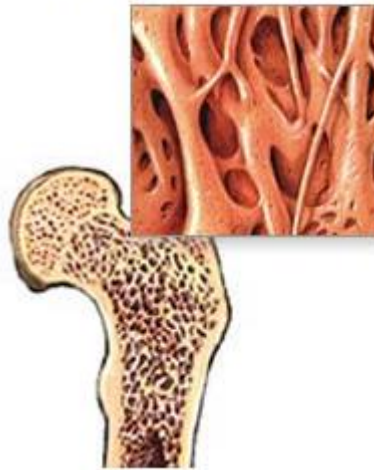
3

- ❑ “Osso poroso”
- ❑ Perda da massa óssea e deterioração da arquitetura do tecido ósseo



- Diminuição da resistência
- Aumento da fragilidade
- **Risco de fratura elevado**

Osso Normal



Osso com Osteoporose



Causa: desequilíbrio entre a taxa de reabsorção e formação no ciclo de remodelação óssea

Tipos de Osteoporose



4

❑ Osteoporose Primária

- Pós-menopáusica
- Associada ao envelhecimento

❑ Osteoporose Secundária

- Induzida por drogas
- Congénita
- Devido à dieta



Motivação e Objetivos



5

Osteoporose



Grande foco de preocupação
na sociedade atual

“Epidemia do século 21”

**Risco de
fratura**



Aumento da taxa de
mortalidade

Prevenção

Monitorização

Intervenção

Métodos de diagnóstico

- ✓ Diferenças
- ✓ Critérios de diagnóstico
- ✓ Vantagens/ Desvantagens



Diagnóstico da Osteoporose



6

- ❑ Absortimetria de raios X de dupla energia (**DXA**)
- ❑ Tomografia computadorizada quantitativa (**QCT**)

BMD em diferentes locais anatômicos



BMD recorrendo a diferentes técnicas de diagnóstico

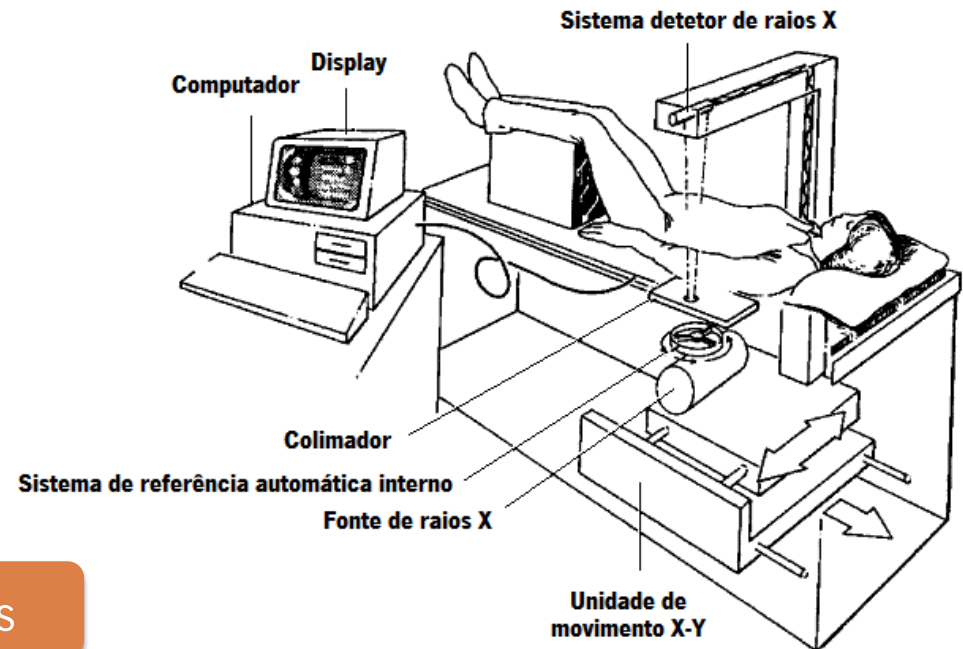
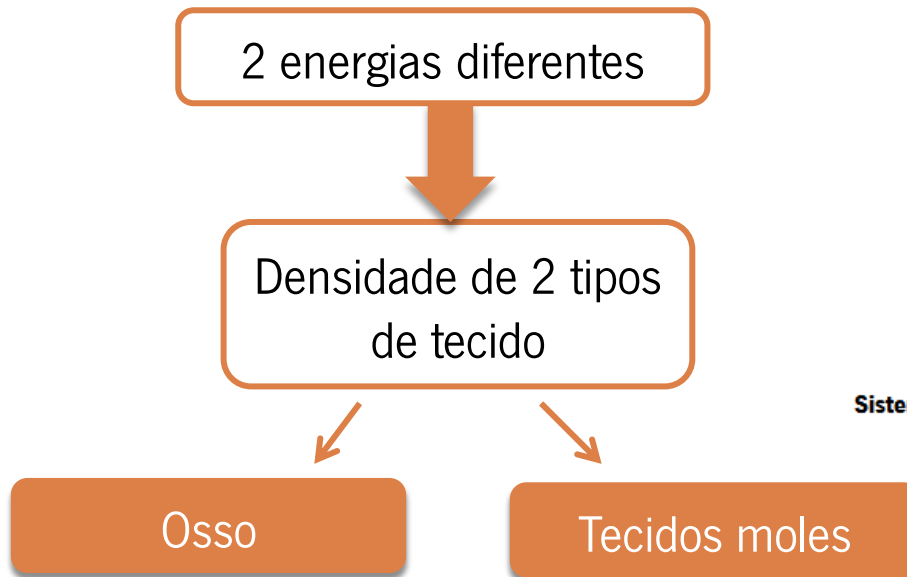


Discrepância



Diagnóstico e monitorização da osteoporose **não** deverá ser feito utilizando alternadamente **diferentes técnicas** ou acedendo a **diferentes locais anatômicos**

❑ **Princípio:** medição da atenuação, através do corpo do paciente, de um feixe de radiação gerado por uma fonte de raio X com **2 níveis de energia**.

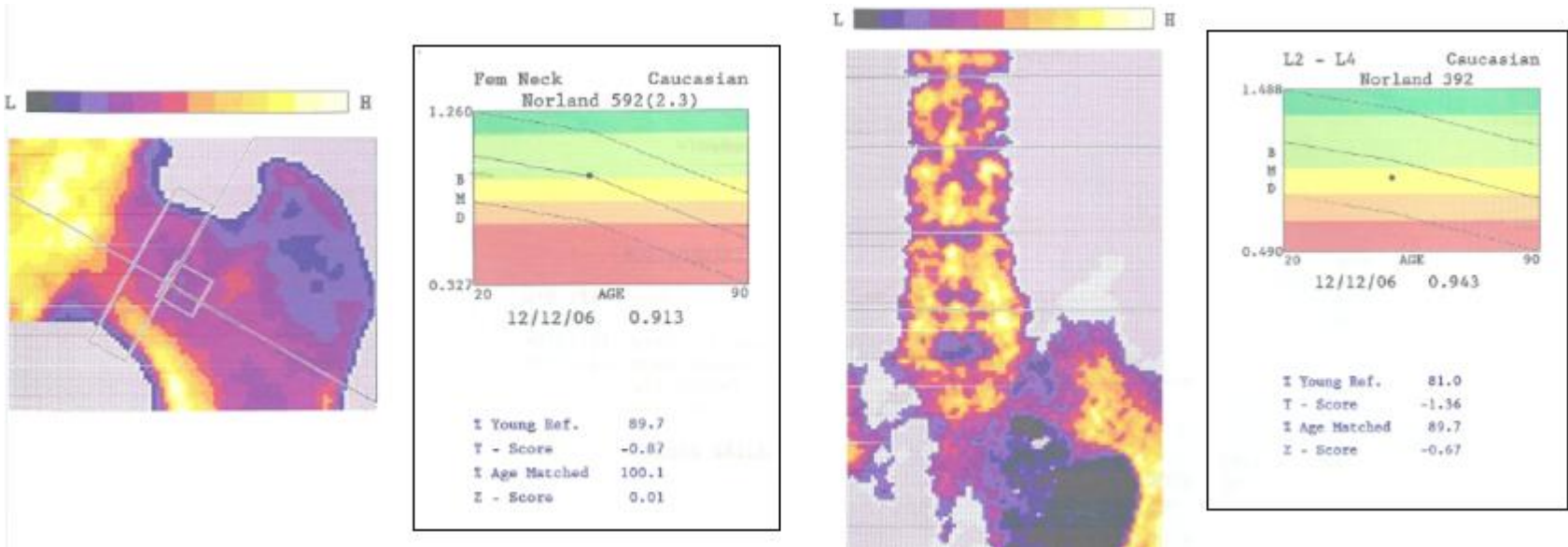


Densidade bidimensional (por área): **g/cm²**

DXA



8



- 
- ☐ Custo económico
 - ☐ Baixa dose de radiação
 - ☐ Método mais utilizado para diagnóstico da Osteoporose

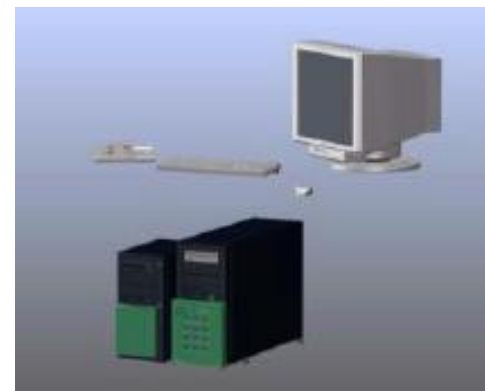
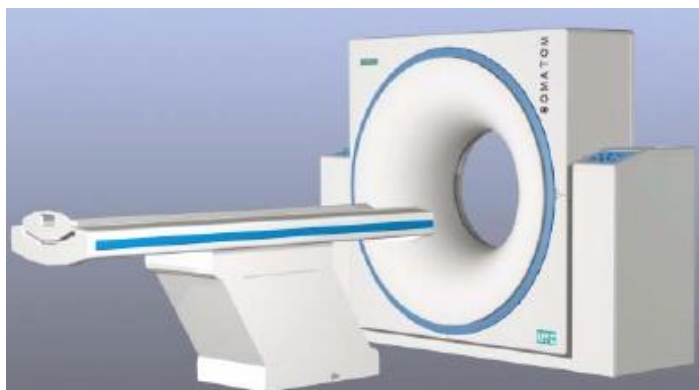
- 
- ☐ Sobreposição osso trabecular e cortical
 - ☐ Densidade bidimensional (por área projetada)

1ª Etapa: Exame TC convencional

Aquisição inicial dos dados, através da **medição dos coeficientes de atenuação linear**, após passagem da radiação X pelo paciente.

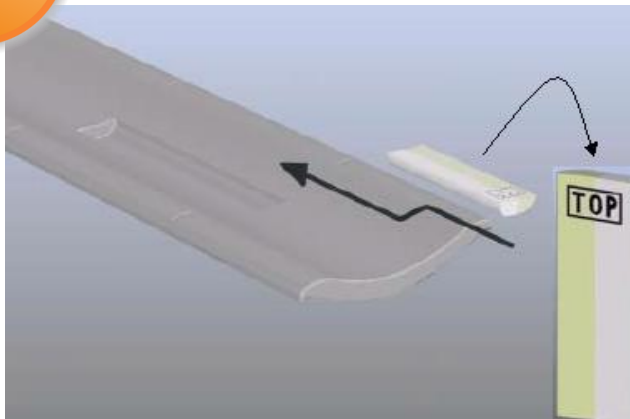


Reconstrução Tomográfica: formação de uma imagem axial, recorrendo a um processo matemático complexo.



2ª Etapa: Transformação HU em BMD

Necessário a utilização de
Referências



Referência: material com características de atenuação similares às do osso

Conhecimento da
concentração do
material de referência



Medição da
atenuação no *scan*
tomográfico



A medida de atenuação que ocorre no
osso trabecular e cortical pode ser
convertida em BMD

Densidade tridimensional: mg/cm^3

QCT - Software *Osteo*



11

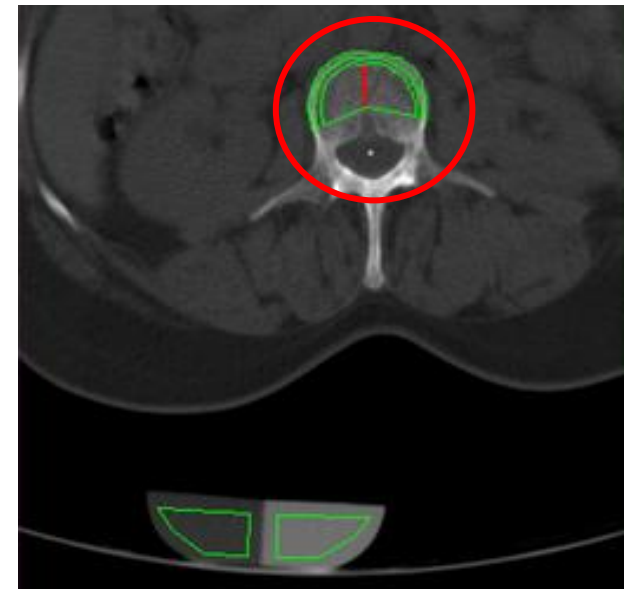
- ❑ Vértébras da coluna lombar: L1, L2 e L3;
- ❑ Definição automática de ROIs na referência e nas porções de osso trabecular e cortical;
- ❑ Ajusto dos contornos;
- ❑ Avaliação Osteo.



- ❑ BMD tridimensional
- ❑ Separação BMD cortical e trabecular



- ❑ Elevado custo
- ❑ Dose de radiação superior à aplicada na DXA



DXA versus QCT



12

Parâmetros utilizados no
Diagnóstico da Osteoporose

	DXA	QCT
BMD	Bidimensional	Tridimensional
T-score	✓	✓
Z-score	✓	✓
Separação osso cortical e trabecular	×	✓
Local de Medição	Coluna lombar Anca	Coluna Lombar
Custo	Intermédio	Elevado
Dose de Radiação	Baixa	Elevada
Portabilidade	Limitada	×

T-score e Z-score



13

T-Score

- Desvio da BMD do paciente em relação à média da BMD do **grupo de controlo saudável**, do mesmo sexo.

Z-score

- Desvio da BMD do paciente em relação à média da BMD do grupo de referência com a **mesma idade e sexo**.

☐ **Desvio Padrão (SD):** termo matemático que expressa o quanto o teste efetuado (cálculo da BMD) varia da média.

☐ **Grupo de controlo saudável:** pacientes com idades compreendidas entre os 25 e 30 anos, onde se verifica maior pico de BMD.



□ **Paciente 1**

- Sexo **Feminino**
- Idade atual: **57** anos
- Densitometrias: 2005, 2007, 2008, 2010
- Osteo TC: 2012

□ **Tratamento:**

- Medicação
- Dieta



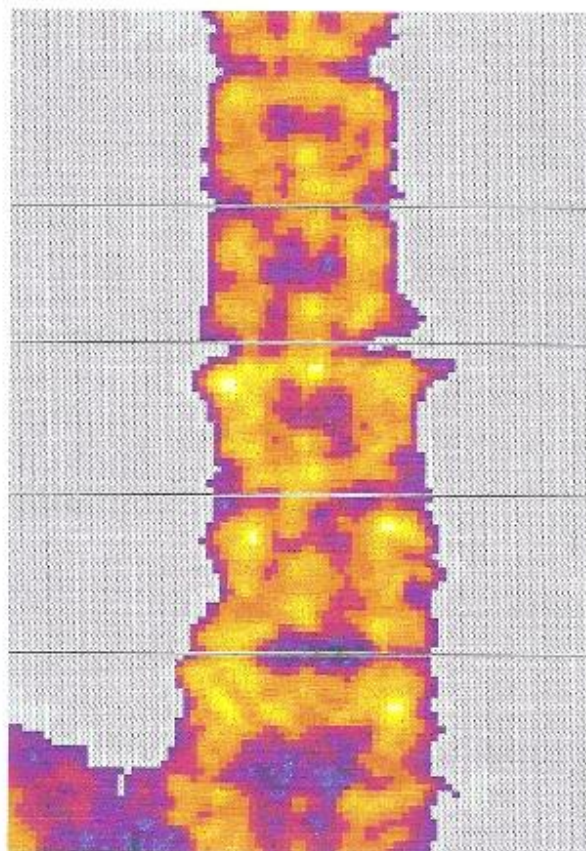
Paciente 1 - DXA



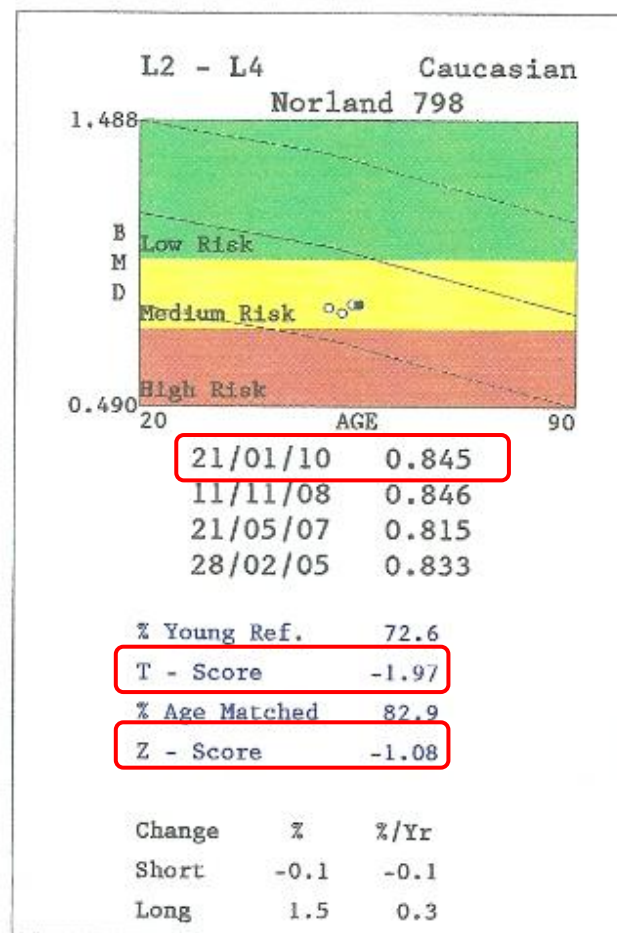
15

DXA 2010

L  H



Bone image not for diagnosis

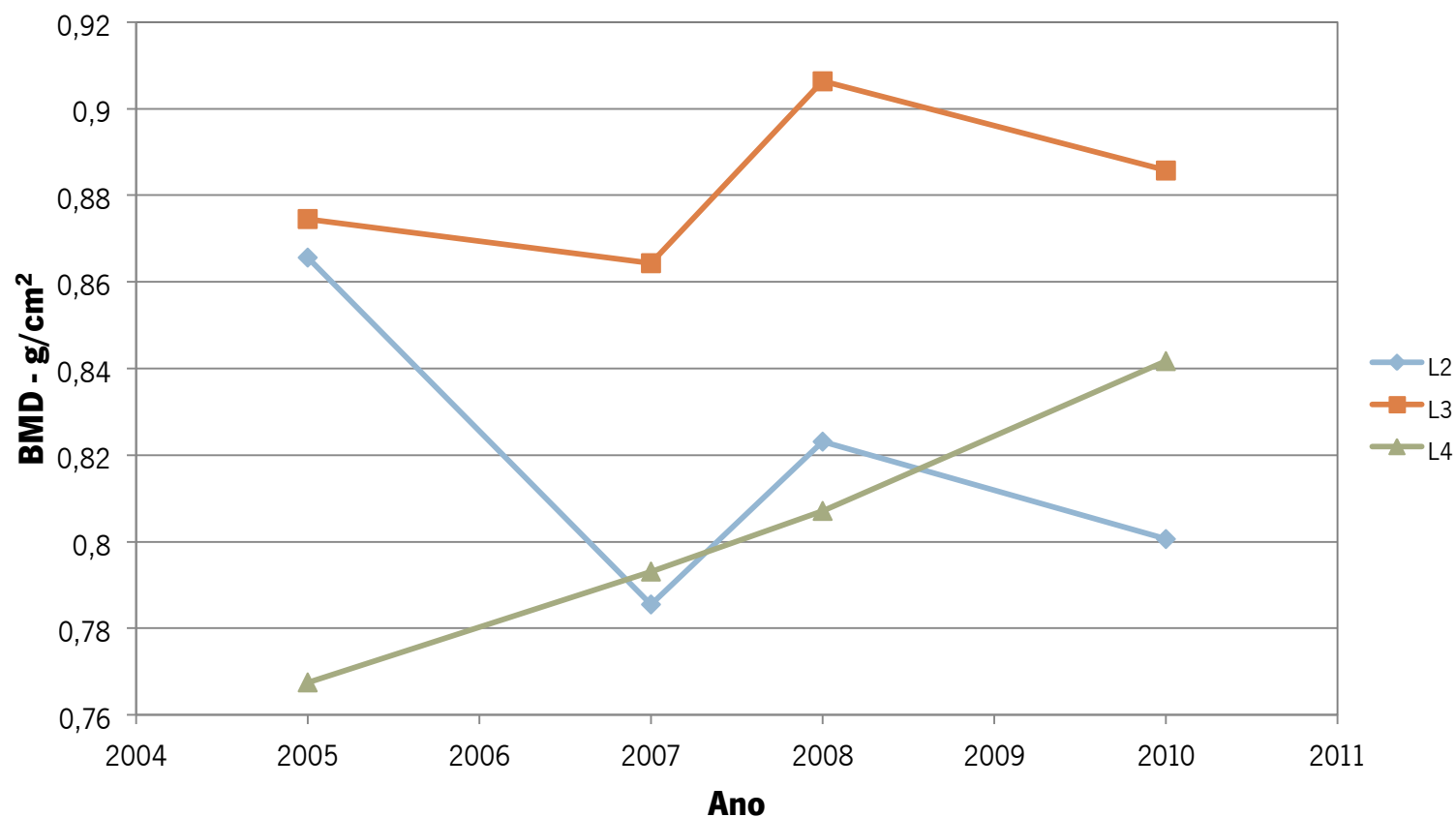


Paciente 1 - DXA



16

BMD Vertebral

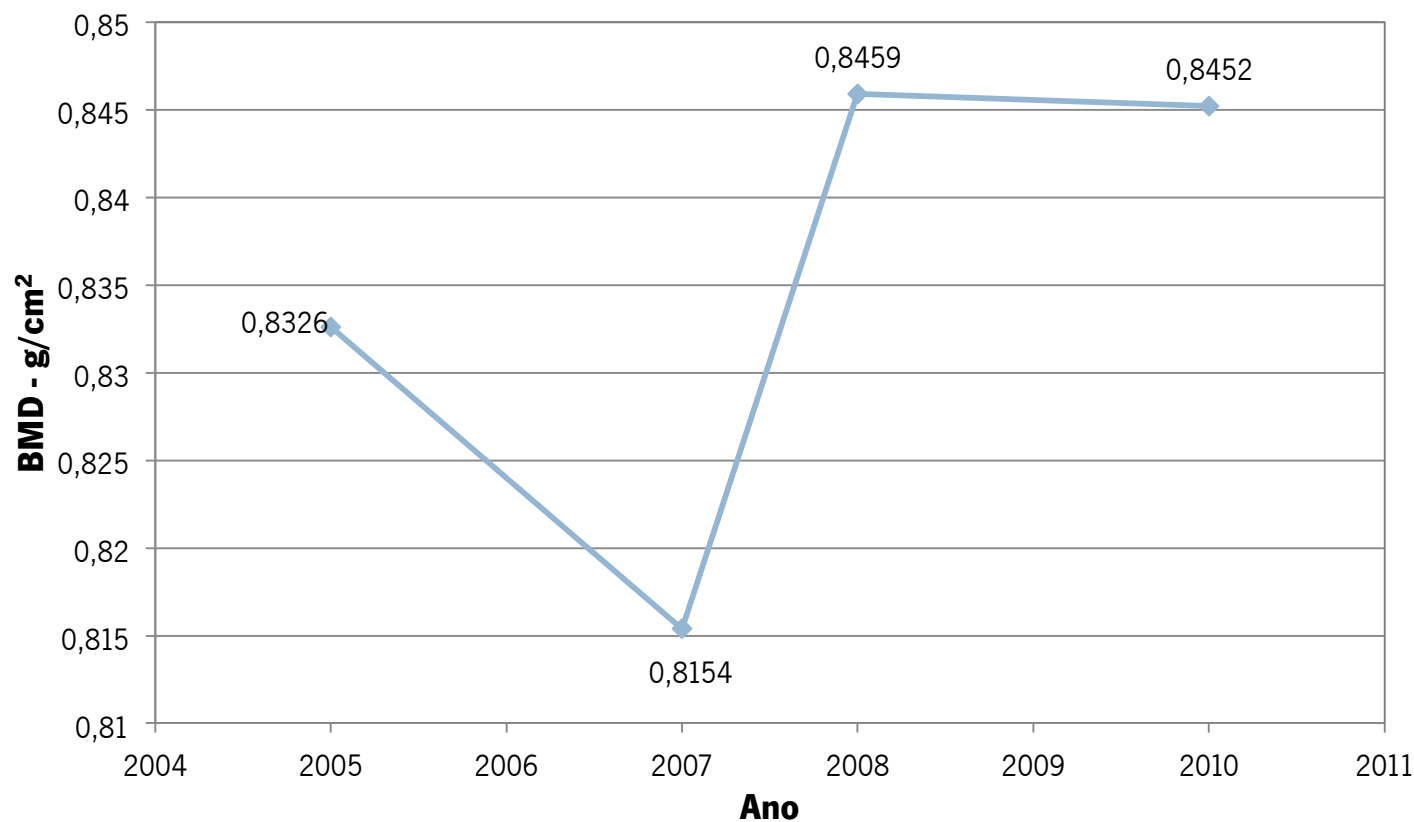


Paciente 1 - DXA



17

BMD Total (L2-L4)



Tratamento/
prevenção



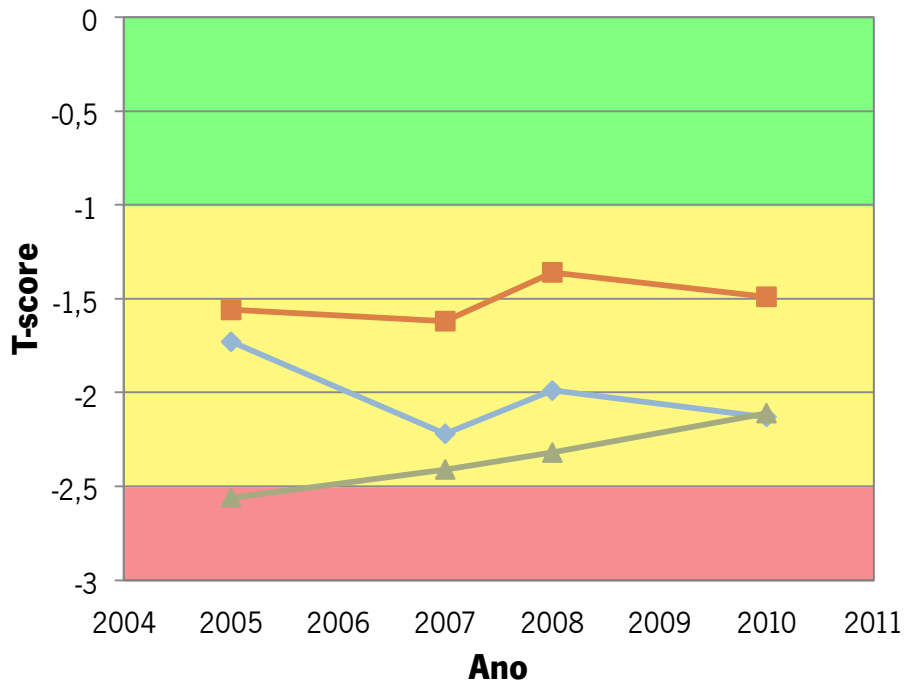
Melhoria da
BMD

Paciente 1 - DXA



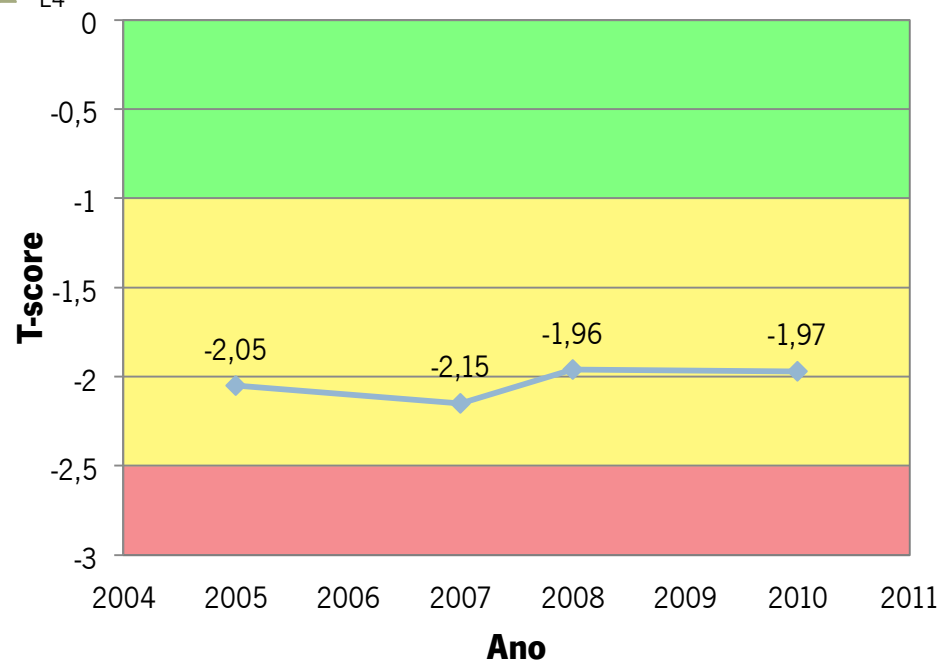
18

T-score vertebral



Critério de Diagnóstico
WHO

T-score total

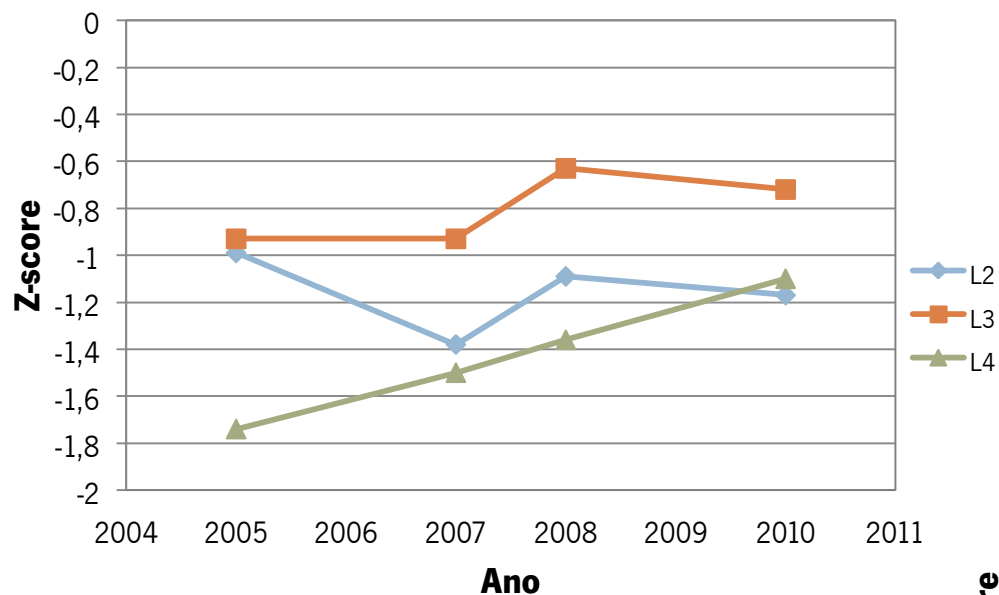


Paciente 1 - DXA



19

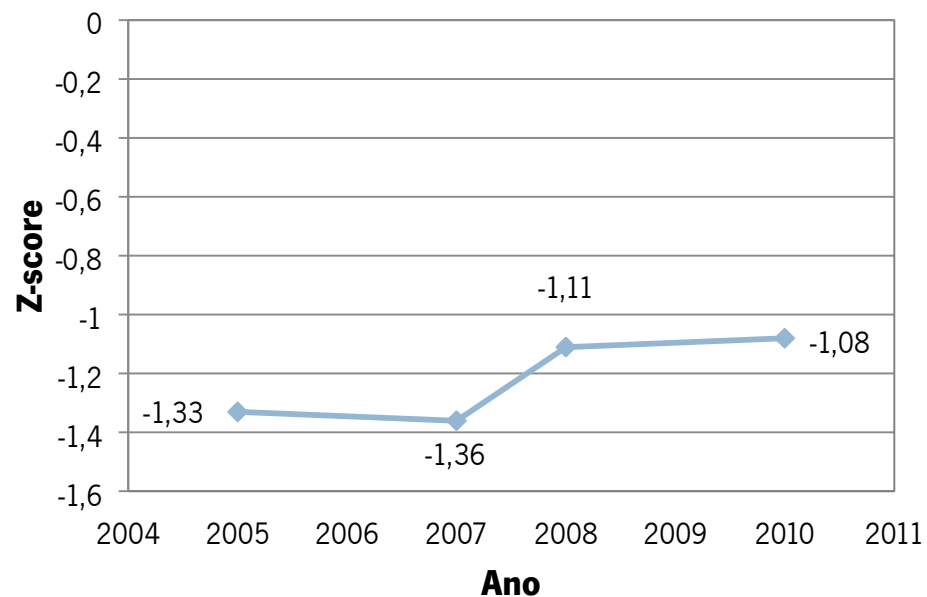
Z-score vertebral



Diminuição geral do
valor Z-score



Z-score total

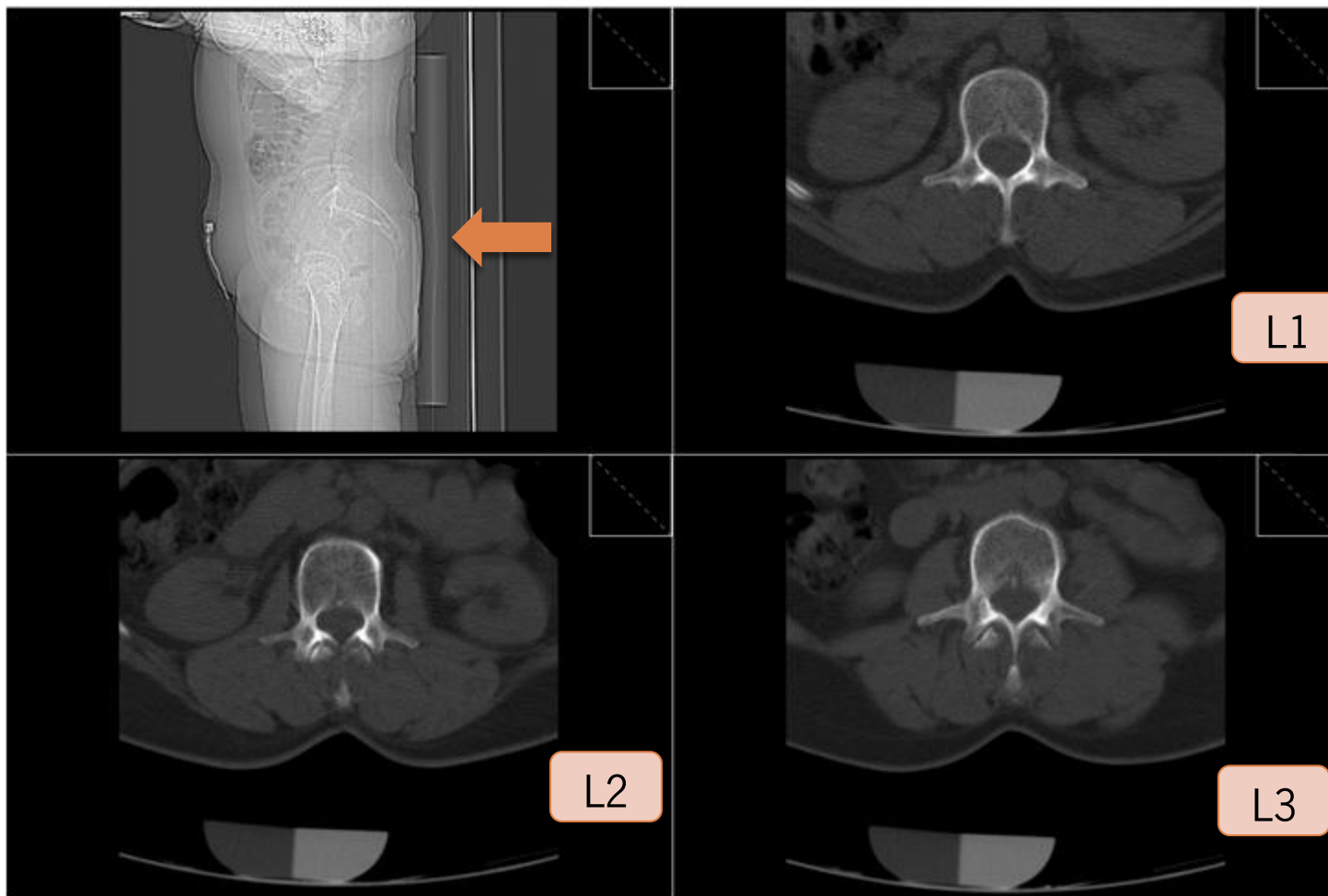


Paciente 1 - QCT



20

Topograma + Vistas Axiais Vértébras L1, L2 e L3

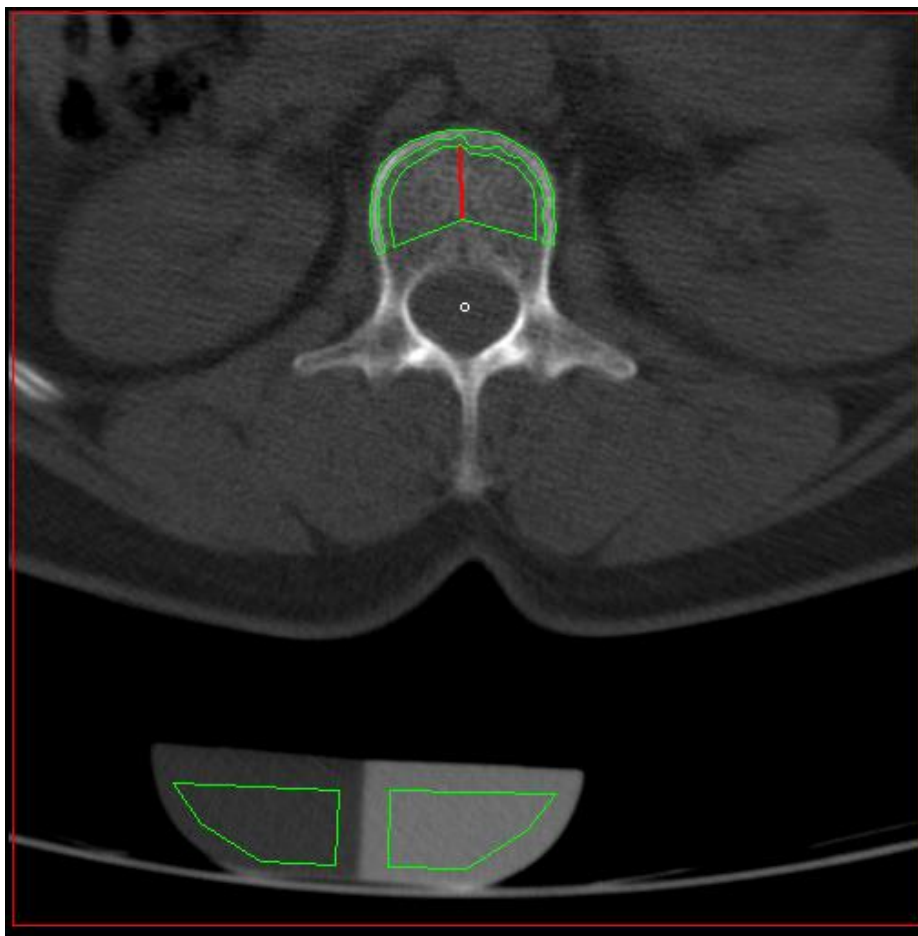


Paciente 1 - QCT



21

Vértebra L1



Osteo - Evaluation Result of L1

Female, 57 Years
20-Jan-2012, 14:32:20

Bone Mineral Density of L1 [mg Ca-HA /ml] (and Pixel Standard Deviation) :

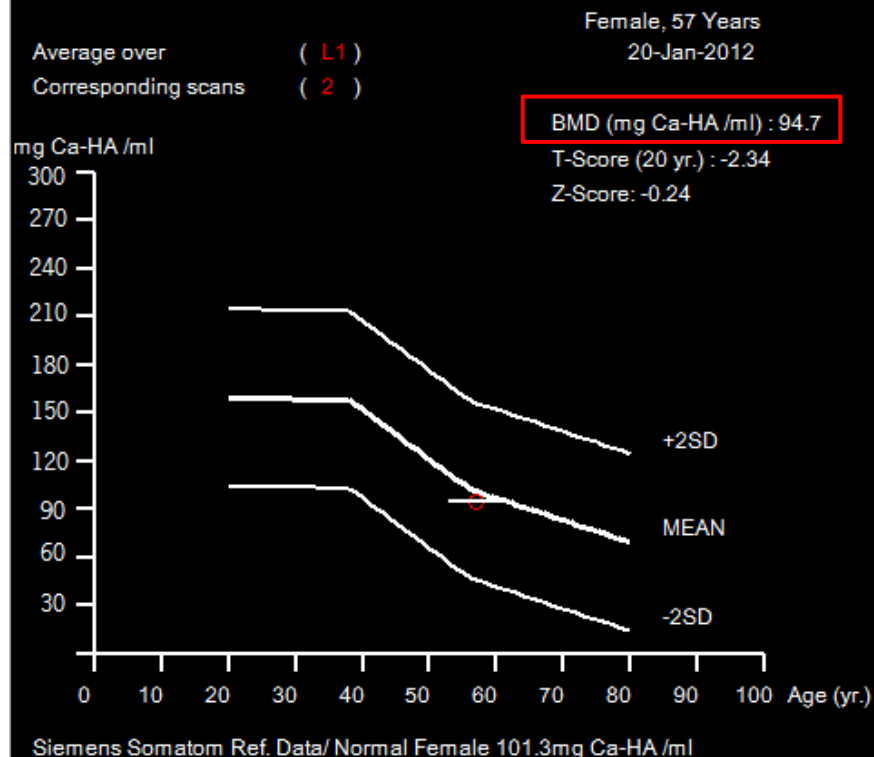
	Left	Right	Total
Trabecular	94.3 (28.0)	95.0 (29.5)	94.7 (28.8)
Cortical	222.6 (62.6)	274.9 (62.5)	245.0 (67.7)

Paciente 1 - QCT



22

OSTEO - Comparison with Reference Data



OSTEO- Evaluation Summary

Female, 57 Years
20-Jan-2012, 14:32:20

Bone Mineral Density [mg Ca-HA /ml] (and Pixel Standard Deviation) :

Vertebra	Scan Number	Trabecular	Cortical
L1	2	94.7 (28.8)	245.0 (67.7)
Average		94.7 (28.8)	245.0 (67.7)



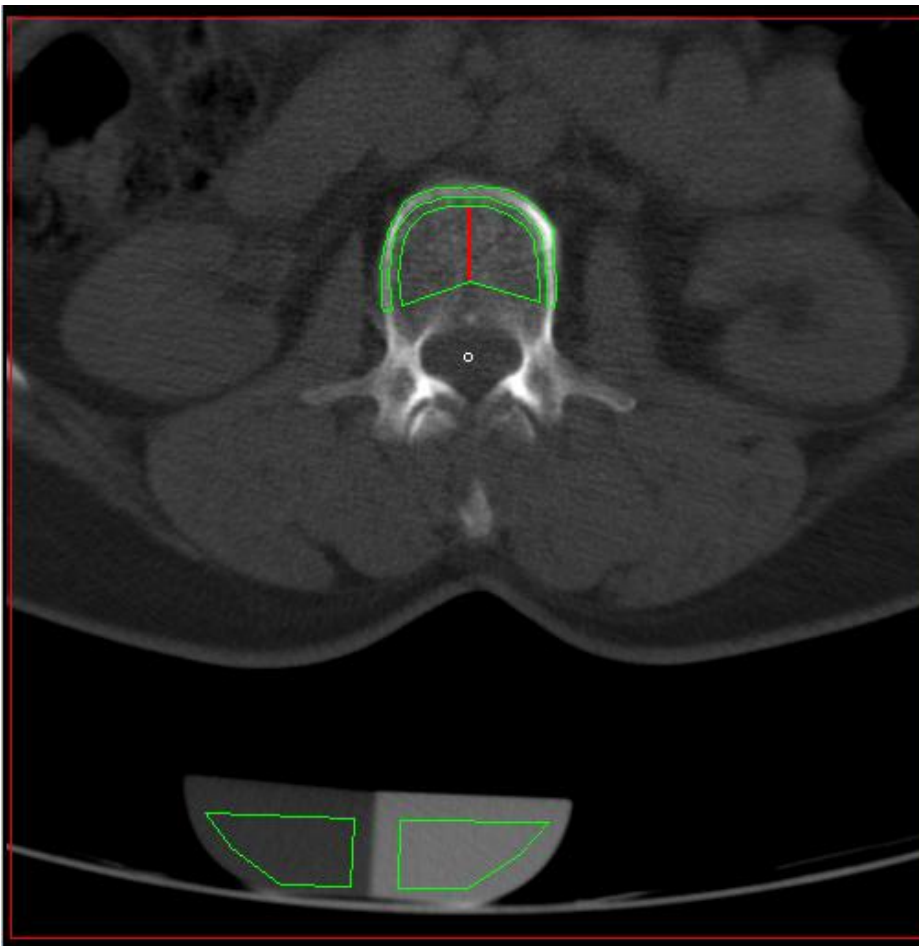
Gráfico de comparação com a população de referência do mesmo sexo do paciente!

Paciente 1 - QCT



23

Vértebra L2



Osteo - Evaluation Result of L2

Female, 57 Years
20-Jan-2012, 14:32:43

Bone Mineral Density of L2 [mg Ca-HA /ml] (and Pixel Standard Deviation) :

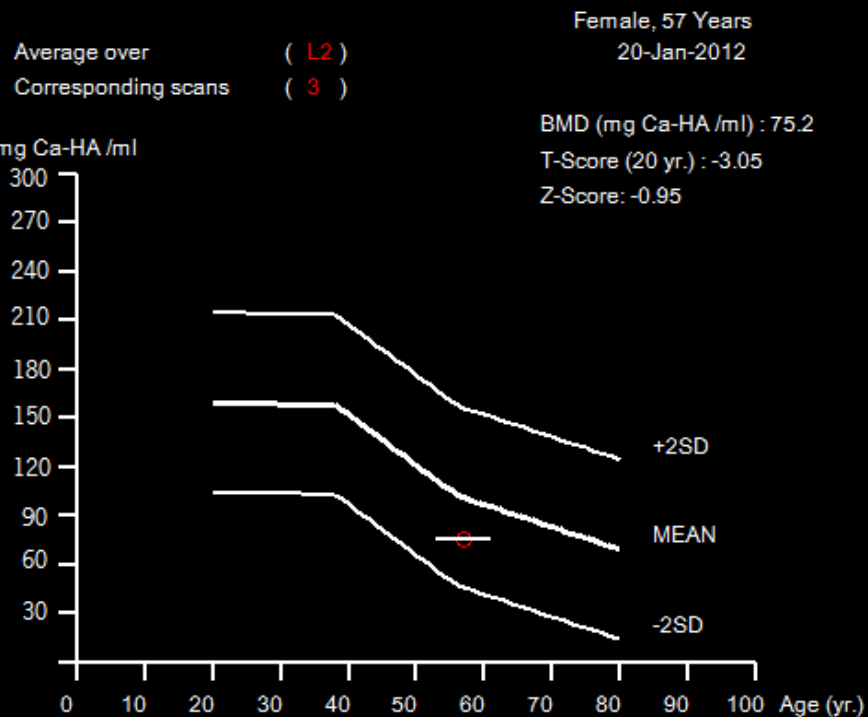
	Left	Right	Total
Trabecular	80.7 (27.9)	69.7 (28.0)	75.2 (28.5)
Cortical	361.3 (137.0)	245.8 (70.7)	311.9 (127.0)

Paciente 1 - QCT



24

OSTEO - Comparison with Reference Data



Siemens Somatom Ref. Data/ Normal Female 101.3mg Ca-HA /ml

OSTEO- Evaluation Summary

Female, 57 Years
20-Jan-2012, 14:32:43

Bone Mineral Density [mg Ca-HA /ml] (and Pixel Standard Deviation) :

Vertebra	Scan Number	Trabecular	Cortical
L2	3	75.2 (28.5)	311.9 (127.0)
Average		75.2 (28.5)	311.9 (127.0)

	DXA 2010	QCT 2012
T-score	-2,13	-3,05
Z-score	-1,17	-0,95

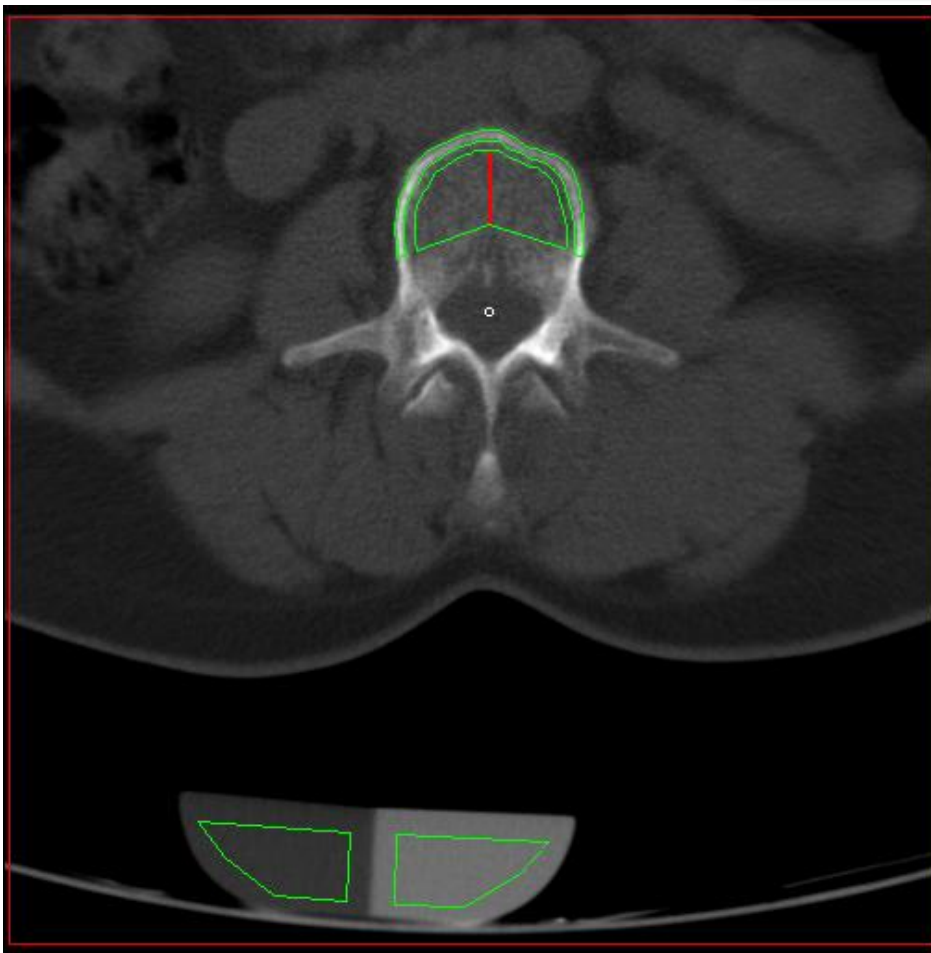


Paciente 1 - QCT



25

Vértebra L3



Osteo - Evaluation Result of L3

Female, 57 Years
20-Jan-2012, 14:33:15

Bone Mineral Density of L3 [mg Ca-HA /ml] (and Pixel Standard Deviation) :

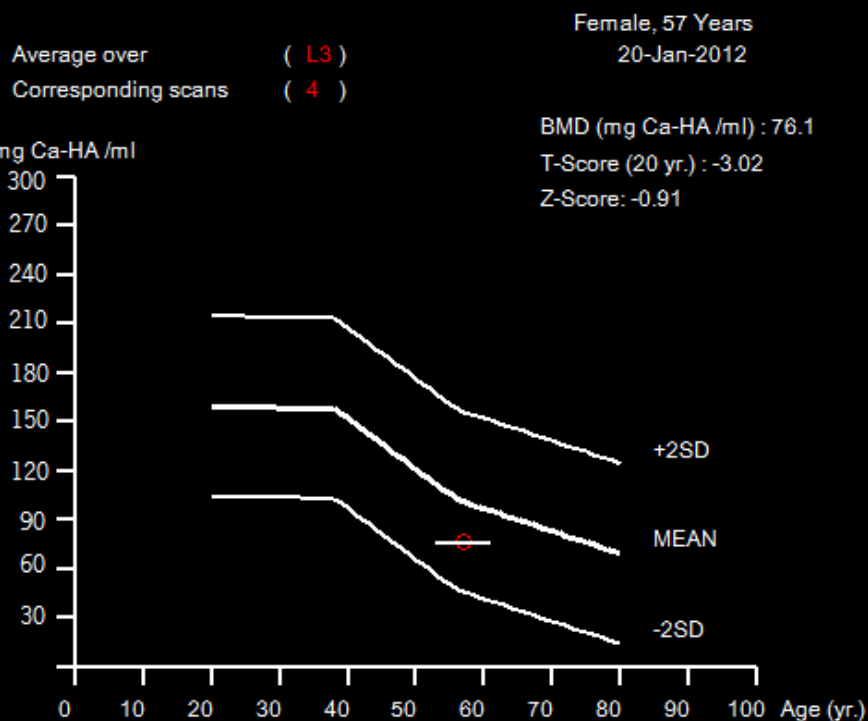
	Left	Right	Total
Trabecular	74.6 (21.5)	77.5 (20.8)	76.1 (21.2)
Cortical	252.3 (85.0)	314.5 (95.6)	281.1 (95.2)

Paciente 1 - QCT



26

OSTEO - Comparison with Reference Data



Siemens Somatom Ref. Data/ Normal Female 101.3mg Ca-HA /ml

OSTEO- Evaluation Summary

Female, 57 Years
20-Jan-2012, 14:33:15

Bone Mineral Density [mg Ca-HA /ml] (and Pixel Standard Deviation) :

Vertebra	Scan Number	Trabecular	Cortical
L3	4	76.1 (21.2)	281.1 (95.2)
Average		76.1 (21.2)	281.1 (95.2)

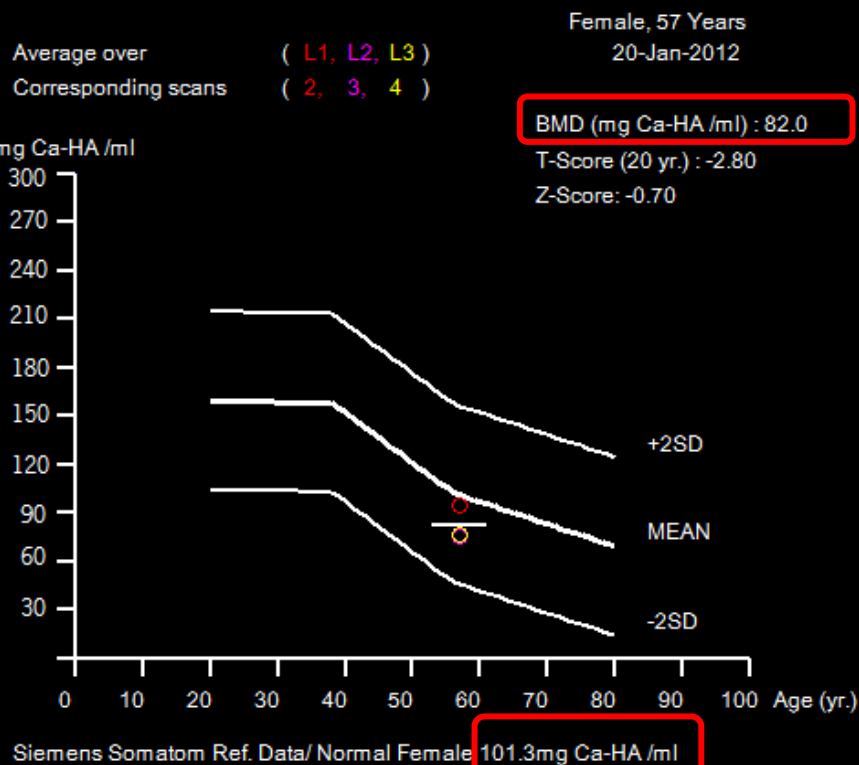
	DXA 2010	QCT 2012
T-score	-1,49	-3,02
Z-score	-0,72	-0,91

Paciente 1 - QCT



27

OSTEO - Comparison with Reference Data



OSTEO- Evaluation Summary

Female, 57 Years
20-Jan-2012, 14:33:15

Bone Mineral Density [mg Ca-HA /ml] (and Pixel Standard Deviation) :

Vertebra	Scan Number	Trabecular	Cortical
L1	2	94.7 (28.8)	245.0 (67.7)
L2	3	75.2 (28.6)	311.9 (127.4)
L3	4	76.1 (21.2)	281.1 (95.2)
Average		82.0 (26.2)	279.3 (96.8)

BMD trabecular de referência: 101,3 mg Ca-HA/ml
BMD trabecular obtida: 82,0 mg Ca-HA/ml

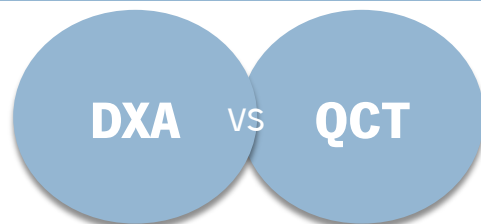


Desvio preocupante!

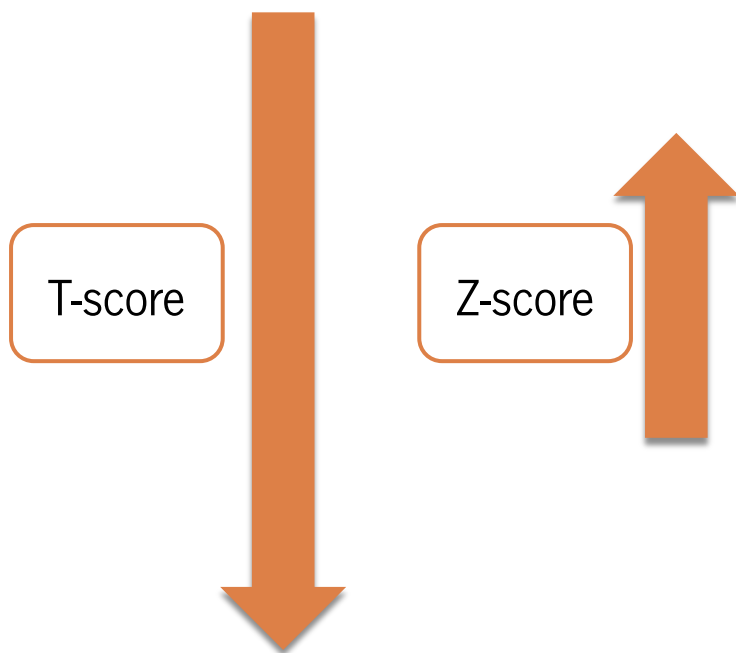
Paciente 1 - DXA e QCT



28



	DXA 2010	QCT 2012
BMD	0,8452 g/cm ²	82,0 ml Ca-HA/ml
T-score	-1,97	-2,80
Z-score	-1,03	-0,70



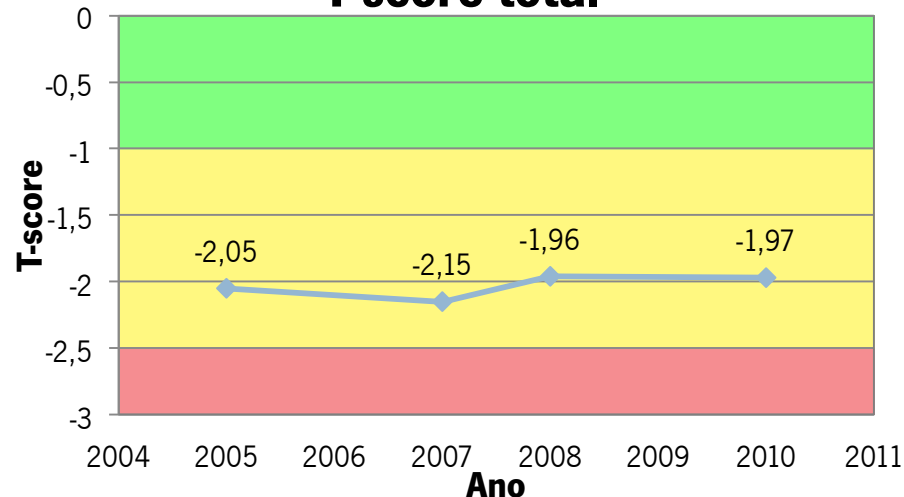
Conclusões contraditórias utilizando as duas modalidades de diagnóstico

Paciente 1 - DXA e QCT



29

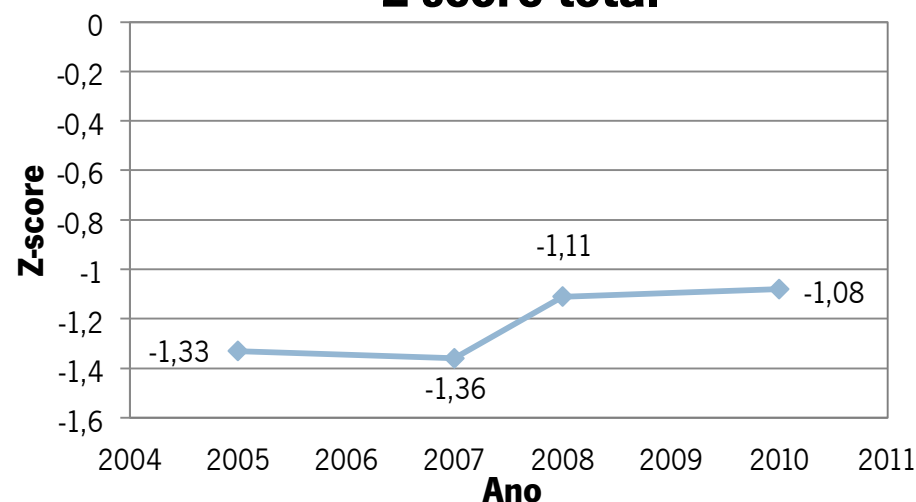
T-score total



Aumento do
valor de T-score

Permanência no estado de **Osteopenia**, com
melhoria nos últimos anos

Z-score total



Aumento do
valor de Z-score

Em 2012, o valor de T-score (-2,80)
pela técnica QCT, diagnosticaria
Osteoporose em grau avançado,
segundo o critério WHO



Critérios de Diagnóstico



30

Conclusão: deverá existir um critério de diagnóstico distinto para a técnica QCT!

Critério definido
pela WHO



Medições através da
técnica **DXA**

T-Score	Estado
≥ -1	Normal
$-1 < (\text{T-score}) < -2,5$	Osteopenia
$\leq -2,5$	Osteoporose
$\leq -2,5$, com historial de fraturas	Osteoporose estabelecida

Critérios de Diagnóstico



31

Critério de diagnóstico **QCT** [1]



Recurso direto ao valor da **BMD** do osso **trabecular**



BMD Vertebral	Estado
$>120 \text{ mg/cm}^3$	Normal
$80 < \text{BMD} < 120 \text{ mg/cm}^3$	Osteopenia
$\leq 80 \text{ mg/cm}^3$	Osteoporose
$\leq 50 \text{ mg/cm}^3$	Risco de fratura muito elevado

Alternativa: Z-score < -2 SD diagnostica Osteoporose

Primeiras conclusões



32

- Seguindo o critério de diagnóstico QCT, o paciente 1 continua nos limites da **Osteopenia**, devendo manter o tratamento.
 - BMD = 82,0 mg Ca-HA/ml

- **Porquê QCT?**
 - Fornece separadamente a **BMD tridimensional** do osso trabecular e cortical;
 - A osteoporose afeta, em primeiro lugar, o **osso trabecular**: maior precisão no diagnóstico;
 - Técnica DXA sobrepõe o osso cortical e trabecular;
 - Contudo a dose de radiação aplicada é superior.





Questões?



Obrigado pela
atenção!