



# Densitometria Óssea

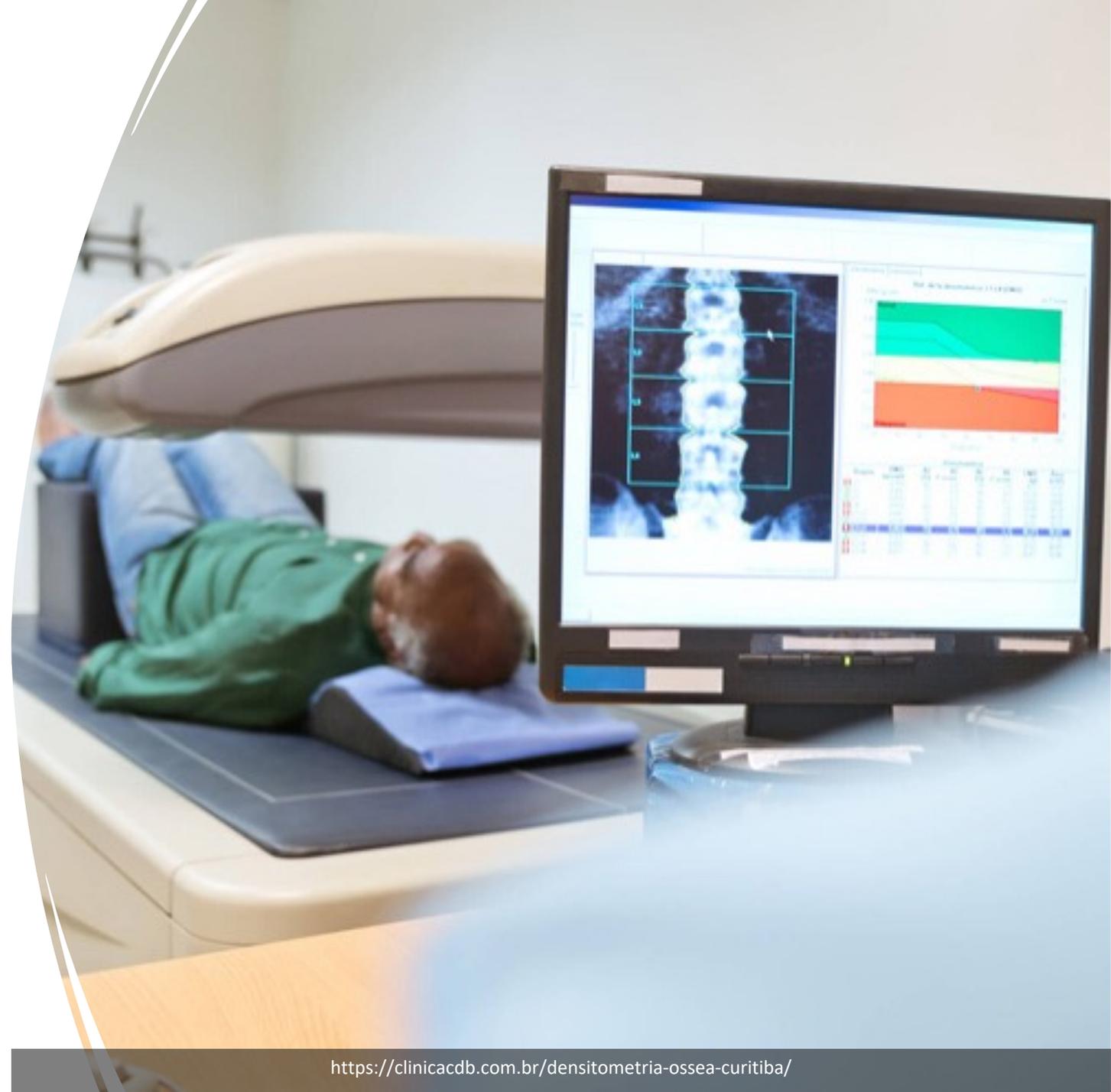
Prof<sup>a</sup> Daiane Cristini, Dr<sup>a</sup>.  
daiane.cristini@ifsc.edu.br

# Densitometria Óssea - Definição

---

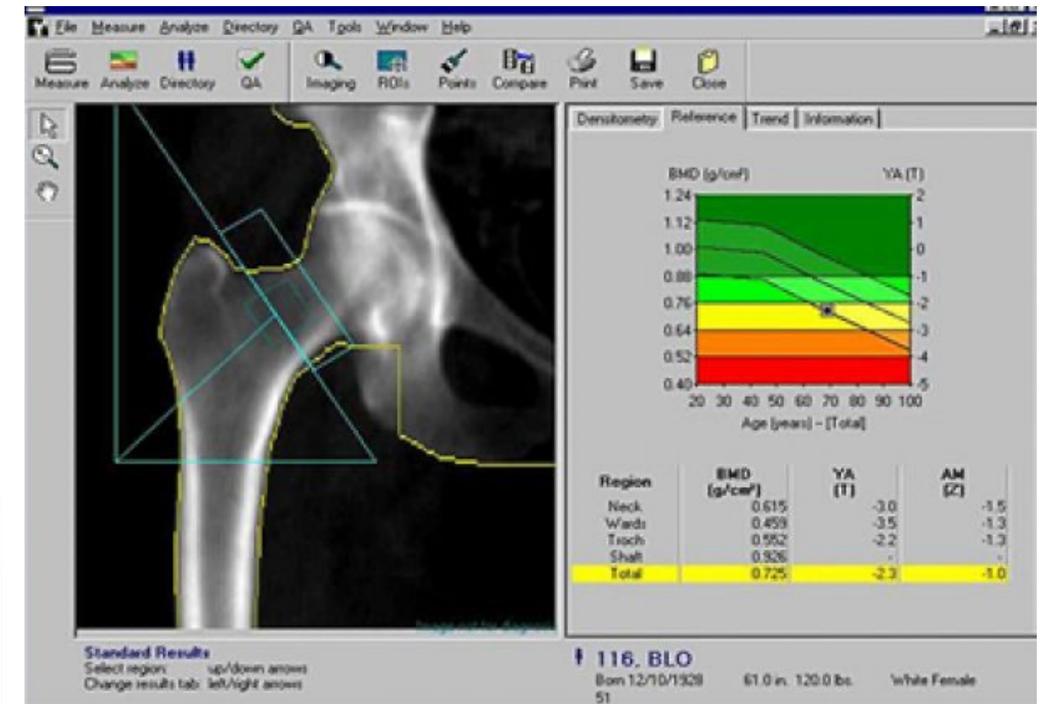
É um método diagnóstico não invasivo, que tem por objetivo quantificar o grau de mineração óssea do esqueleto ou parte dele.

Os seus resultados são comparados com a densidade mineral óssea (DMO) da média populacional.



# Densitometria Óssea - Definição

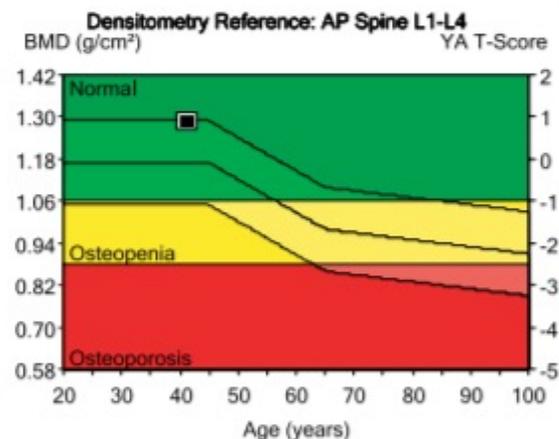
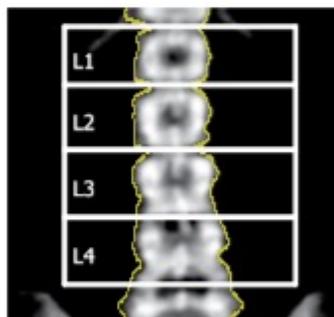
Os seus resultados são comparados com a densidade mineral óssea (DMO) da média populacional.



# Densitometria Óssea - Definição

Os seus resultados são comparados com a densidade mineral óssea (DMO) da média populacional.

<b>Patient:</b>	XXXXXXXX	<b>Facility ID:</b>	XXXXXXXX
<b>Birth Date:</b>	XX/XX/XXXX 41.3 years	<b>Referring Physician:</b>	XX/XX/XXXX
<b>Height / Weight:</b>	67.0 in. 137.0 lbs.	<b>Measured:</b>	XX/XX/XXXX 3:53:08 PM (6.00)
<b>Sex / Ethnic:</b>	Female White	<b>Analyzed:</b>	XX/XX/XXXX 3:14:19 PM (12.00)

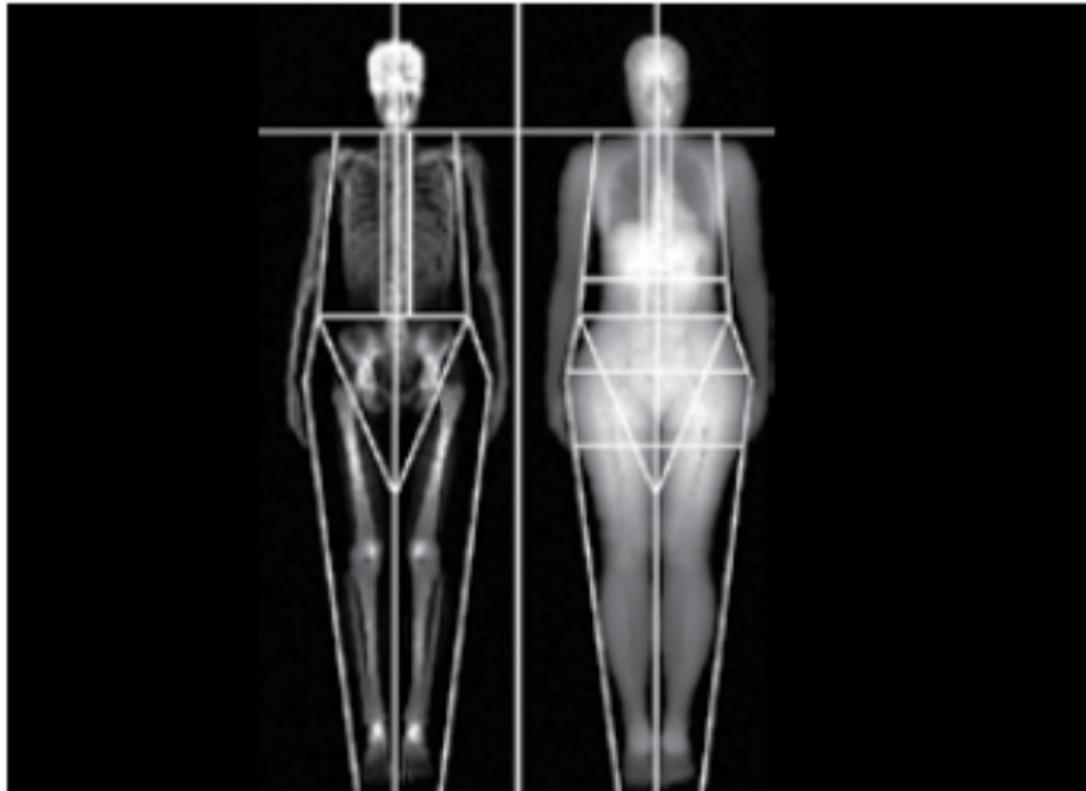
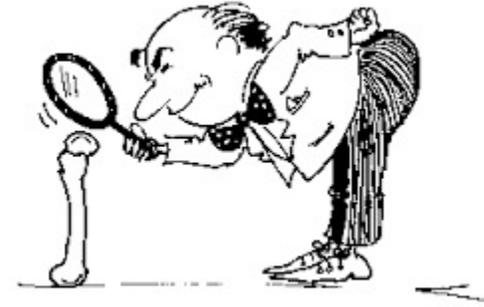


Region	BMD (g/cm <sup>2</sup> )	Young-Adult T-Score	Age-Matched Z-Score
L1	1.213	0.7	0.8
L2	1.355	1.3	1.4
L3	1.379	1.5	1.6
L4	1.200	0.0	0.1
L1-L4	1.284	0.9	1.0

Matched for Age, Weight (females 25-100 kg), Ethnic USA (Combined NHANES (ages 20-30) / Lunar (ages 20-40)) AP Spine Reference Population (v106)  
Statistically 68% of repeat scans fall within 1SD ( $\pm 0.010$  g/cm<sup>2</sup> for AP Spine L1-L4)

Image not for diagnosis

# Densitometria Óssea - Definição



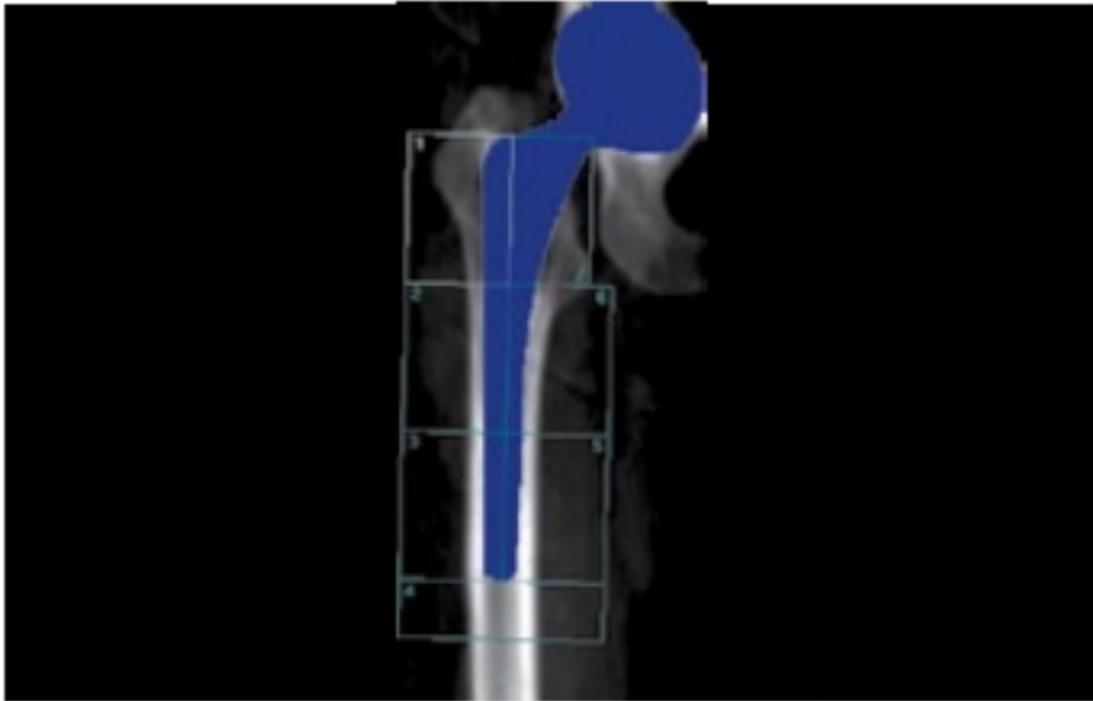
DMO de corpo inteiro - composição corporal

## Aplicabilidade:

- ✓ Mensurar a DMO
- ✓ Detectar perda óssea e probabilidade de fratura
- ✓ Diagnóstico de Osteoporose
- ✓ Avaliar resposta à terapia de osteoporose.

# Densitometria Óssea - Definição

Os seus resultados são comparados com a densidade mineral óssea (DMO) da média populacional.



Ortopédico – implante de quadril



Antebraço

# Densitometria Óssea - Definição



## Indicação:

- ✓ Mulheres: A densitometria óssea é indicada para mulheres que se encontram na pré-menopausa, menopausa, pós-menopausa, em tratamento hormonal, ou de estrógenos ou tireoidianos, bem como que estão sob tratamento com corticosteroides e fármacos anticonvulsivantes.
- ✓ Crianças: este exame é indicado quando é necessário acompanhamento do desenvolvimento ósseo, em afecções osteometabólicas e, em certos casos de regime dietético para perda de peso.

# Densitometria Óssea - Definição



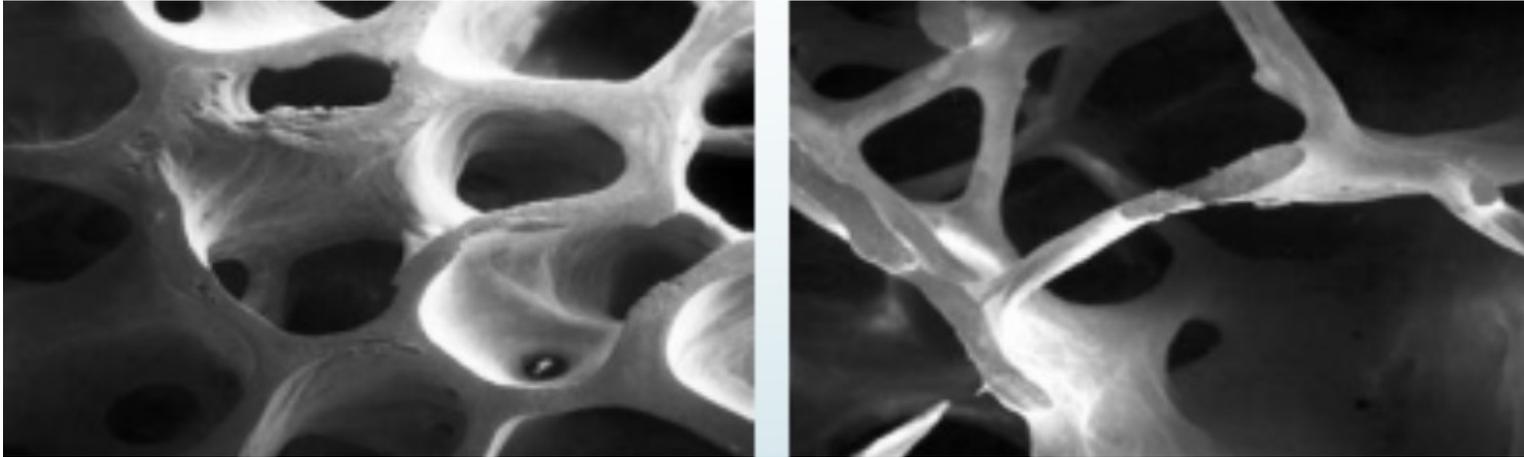
## Preparo:

- ✓ Não se faz necessário nenhuma preparação prévia para o exame, como mudanças na dieta, ingestão de fármacos, entre outras, com exceção da ingestão de medicamentos que contenham cálcio.
- ✓ Estes últimos devem ser evitados por, no mínimo, 24 horas antes da realização do exame.
- ✓ Nos casos de suspeita de gravidez, a paciente deve comunicar ao médico.
- ✓ O paciente não deve passar por exame de Medicina Nuclear por um período prévio de **72 horas** e não poderá ter sido submetido a exame radiológico com uso de contraste, devendo esperar pelo menos **5 dias nesses casos**.





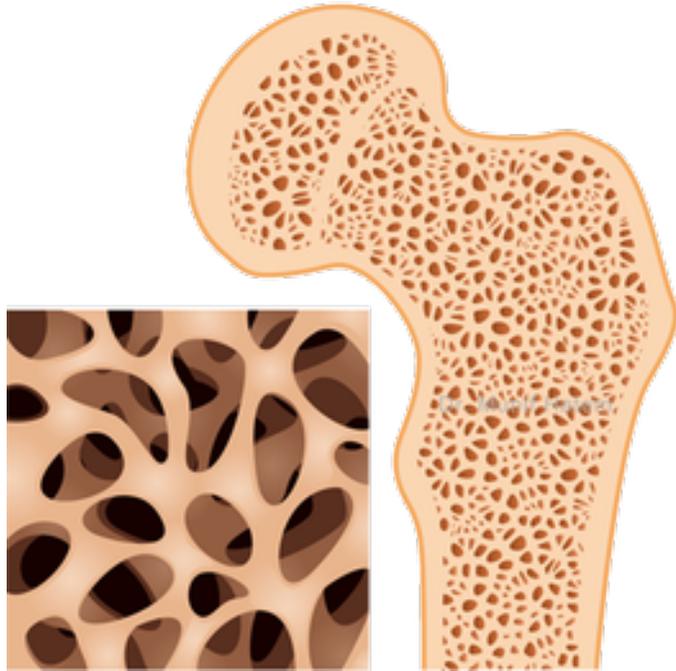
# Densitometria Óssea - Osteoporose



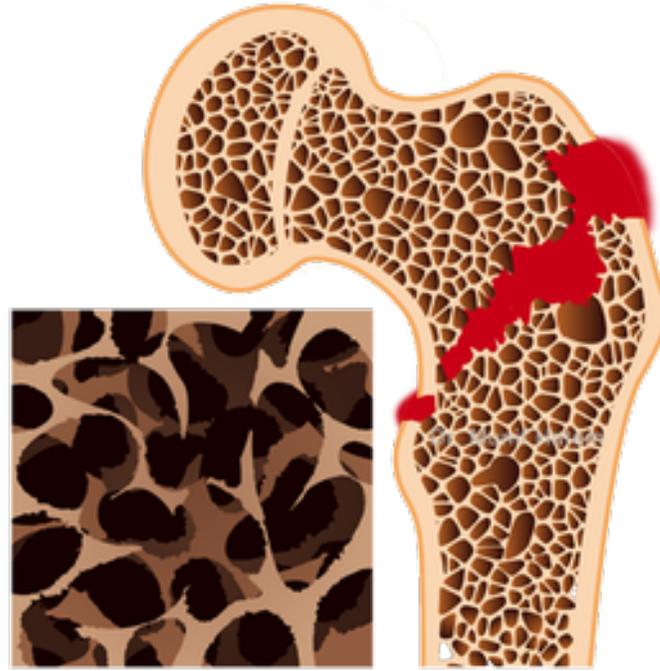
Doença sistêmica caracterizada por **baixa massa óssea** e deterioração da microarquitetura do tecido, diminuindo a resistência óssea e aumentando, conseqüentemente, a suscetibilidade às fraturas.

# Densitometria Óssea - Osteoporose

Osso Normal



Osteoporose e Fratura



# Osteoporose: Principais tipos



**Osteoporose pós-menopausa:** atinge mulheres após a menopausa. Fratura de coluna pode ocorrer.

**Osteoporose senil:** atinge pessoas com mais de 70 anos. Tanto a fratura de coluna quanto a de quadril podem ocorrer.

**Osteoporose secundária:** atinge pessoas com doença renal hepática, endócrina, hematológica ou que usam alguns medicamentos, por exemplo, corticoides.

# Osteopenia:

O termo **Osteopenia** pode ser utilizado, mas “baixa massa óssea” ou “baixa densidade óssea” são preferíveis (pessoas com baixa massa óssea não necessariamente apresentam maior risco de fraturas).



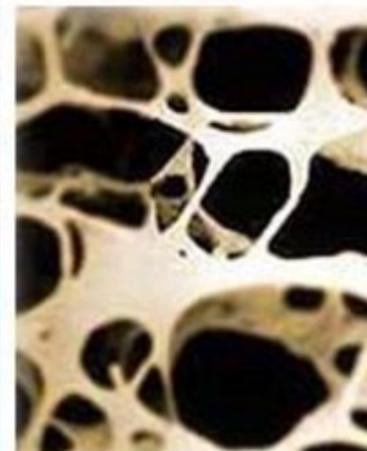
**Osso Normal**



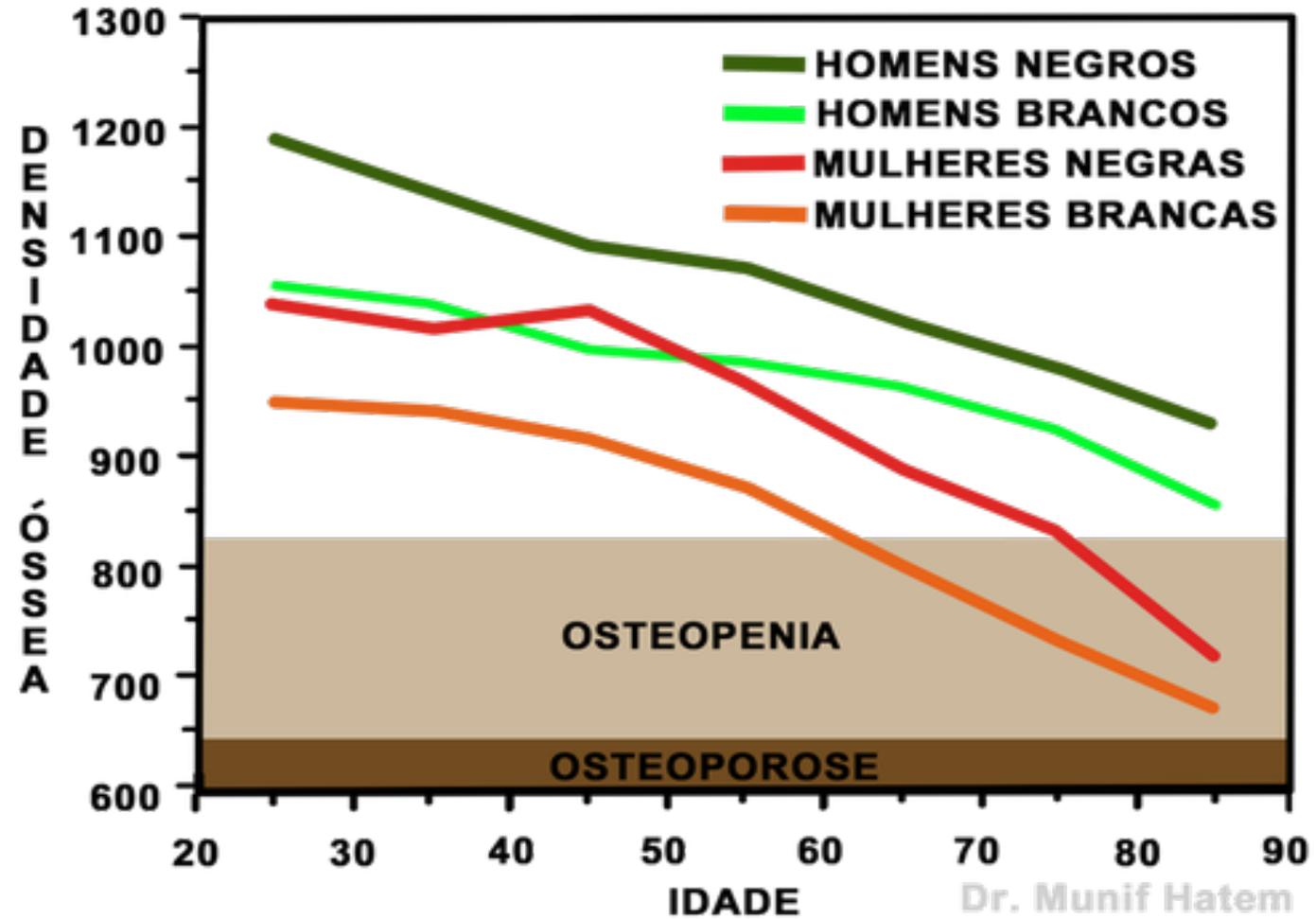
**Osteoporose**



**Osteopenia**



# Osteopenia:



# DO no Brasil e no Mundo

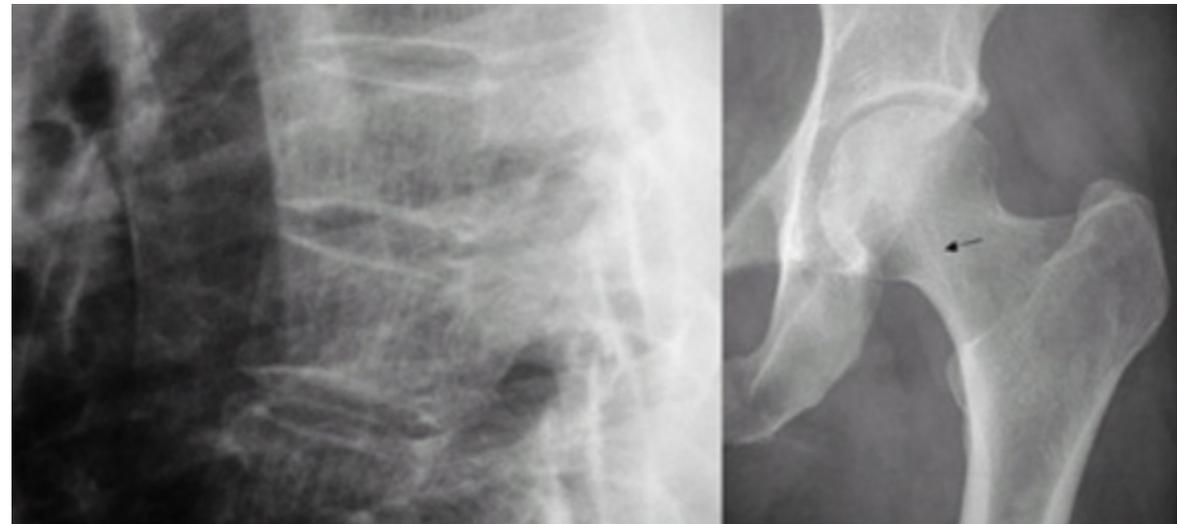
- ✓ 10 milhões de pessoas tem osteoporose no Brasil.
- ✓ 80% das pessoas acometidas são mulheres.
- ✓ A partir dos 50 anos, 30 % das mulheres poderão sofrer algum tipo de fratura por osteoporose.
- ✓ A partir dos 75 anos, provavelmente 50% das mulheres venham a sofrer alguma fratura osteoporótica.
- ✓ A partir dos 50 anos, 13% dos homens poderão sofrer algum tipo de fratura por osteoporose ao longo da vida.
- ✓ Um homem branco de 60 anos tem 25 % de chance de ter uma fratura osteoporótica.
- ✓ Nos próximos 50 anos, espera-se que as fraturas relacionadas à osteoporose dupliquem.
- ✓ Nos próximos 50 anos, espera-se que a osteoporose aumente entre os homens.
- ✓ 75% de mulheres americanas entre 45 e 75, jamais tinham discutido sobre osteoporose com seu médico.

# Diagnóstico Radiografia:

A perda de massa óssea na radiografia é aparente apenas quando a massa óssea diminuiu cerca de 30-50%.



Visualizando as imagens radiográficas, é possível identificar a densidade do tecido ósseo e as eventuais doenças existentes?



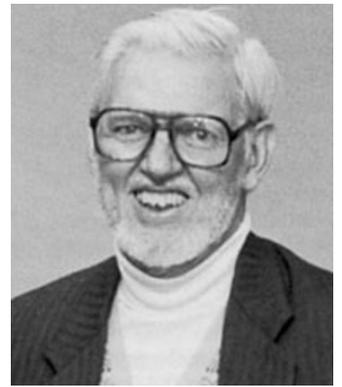
# Indicações para DO

- ✓ Mulheres idade maior 65 anos;
- ✓ Mulheres pós-menopausa (mesmo com menos de 65 anos) e
- ✓ Homens entre 50-70 anos, com fatores de risco para redução de
- ✓ massa óssea;
- ✓ Homens idade maior 70 anos;
- ✓ Adultos com fratura fragilidade;
- ✓ Adultos usando medicação ou portadores de doenças que
- ✓ alterem a massa óssea;
- ✓ Início tratamento osteoporose;
- ✓ Monitorar eficácia tratamento osteoporose;

# Contra-Indicações para DO

- ✓ Uso de cálcio nas 2 h anteriores ao exame;
- ✓ Contraste oleoso ou baritado na semana anterior;
- ✓ Impossibilidade de permanecer deitado imóvel por alguns minutos (Doença de Parkinson).

# Densitometria Óssea - História



✓ Até 1960 médicos faziam diagnóstico da densidade mineral óssea por meio de análises de radiografias.

✓ 1963: Foi desenvolvida por John Cameron e James Sorenson.

✓ 1964: DO teve seu início com a medicina nuclear por meio do SPA (*single photon absorptiometry*) que usada I-125 emitindo raios Gama de 35 keV.

✓ 1º densitômetro comercial (Aparelho chegou no Brasil em 1989)

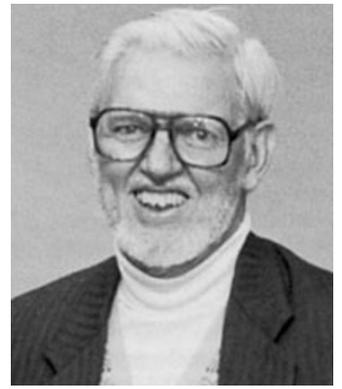


Miller PD. The history of bone densitometry. Bone. 2017 Nov;104:4-6. doi: 10.1016/j.bone.2017.06.002. Epub 2017 Jun 3. PMID: 28587786.

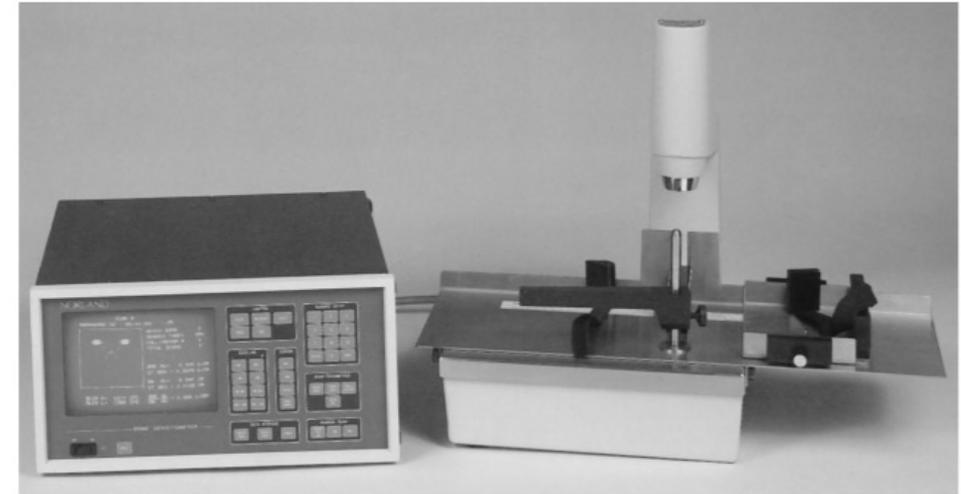
<https://iscd.org/about/overview/history/>

# Densitometria Óssea - SPA

## Densitometria de Fóton Único

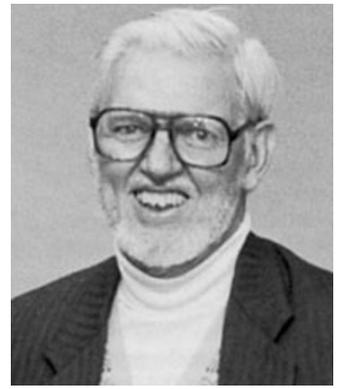


- ✓ Apenas um feixe de energia
- ✓ Não identificava partes moles: só parte óssea
- ✓ Medida de massa óssea limitada a avaliação de apenas uma parte anatômica (antebraço)
- ✓ Fonte radioativa: Iodo 125 (27 keV) ou Amerício (keV)



**Fig. 2-6.** Early Norland model 2780 single photon absorptiometer. This device utilized  $^{125}\text{I}$  to generate photon energy. (Photo courtesy of CooperSurgical Norland, Trumbull, CT.)

# Densitometria Óssea - SPA



## Single Photon Absorptiometry (SPA):

- Essa técnica baseia-se na medição da atenuação de um feixe de fótons com um único nível de energia, emitido por uma fonte externa de  $^{125}\text{I}$  ou  $^{241}\text{Am}$ .
- No SPA a atenuação causada pelas partes moles não é corrigida, o que limita o seu emprego ao esqueleto apendicular (e.g., rádio, ulna, metacarpo e calcâneo), onde a quantidade de tecidos moles é mínima; a aplicabilidade clínica do SPA, tem sido limitada.

# Densitometria Óssea – SXA (Single X ray absor *absorptiometry*)

- ✓ O uso de um tubo de raios X em vez de um SPA (gama) introduzido: (SXA).
- ✓ O feixe de raios X era fortemente filtrado a fim de produzir um quase feixe homogênea (daí o termo “energia única”).



# Densitometria Óssea - DPA

## Densitometria de Fóton Duplo

- ✓ Início dos anos 80: DPA (*Dual Energy Photon Absorptiometry*)
- ✓ 2 feixes de energia = possibilitou quantificar a medida óssea da coluna ou quadril
- ✓ Transmissão simultânea de raios gama com energia dos fótons de 44 e 100 keV de Gadolínio-153



**Fig. 2-8.** Early GE Lunar DP3 dual photon absorptiometer. This device utilized  $^{153}\text{Gd}$  to generate photon energy. (Photo courtesy of GE Healthcare, Madison, WI.)

# Densitometria Óssea - DPA

## Dual Photon Absorptiometry (DPA):

- Esse feixe atravessa o indivíduo no sentido póstero-anterior e é captado por um detector de cintilação.
- A relação entre a **atenuação dos dois picos de energia** permite corrigir a contribuição das partes moles, possibilitando o acesso à medição da massa óssea de regiões de maior interesse clínico, coluna lombar e fêmur proximal, com erro de precisão.

# Densitometria Óssea - DXA (Dual Energy X rays)

## Densitometria por Raios X de energia dupla

- ✓ 1987: gadolínio substituído por uma fonte de raios X (Dual Energy X-Rays Absorptiometry) DXA
- ✓ Vantagens: menor tempo de exposição à radiação, melhor exatidão e precisão (aumento do fluxo de fótons)
- ✓ Passou-se a medir mais locais além da coluna lombar e fêmur.



Na mesma época surge outra aplicação em densitometria óssea, chamado **quantitativa computadorizada Tomografia** (QCT). No entanto, a utilização de CT para esta finalidade é cara, exigindo mais radiação e não mais preciso do que DXA.

# Densitometria Óssea – DXA (Dual Energy X rays)

Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA):

(“Absorcimetria de dupla energia de raios X”)

- Com o objetivo de superar as limitações da DPA, a fonte de  $^{153}\text{Gd}$  foi substituída por uma fonte de raios X, que possui um aumento substancial na intensidade da saída do fluxo de radiação, o que possibilita um exame mais rápido (4-6 min), com menor erro de precisão ( $\sim 1\%$ ), menor dose de radiação para o paciente e melhor resolução das imagens.

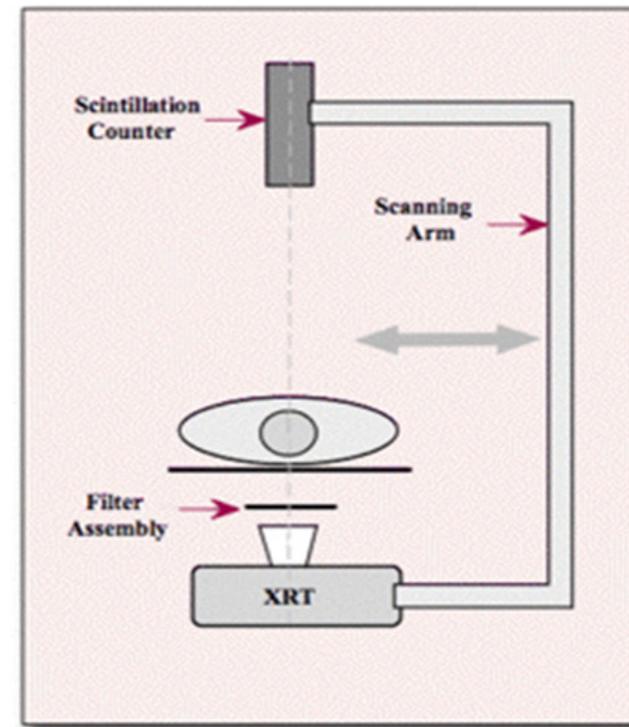
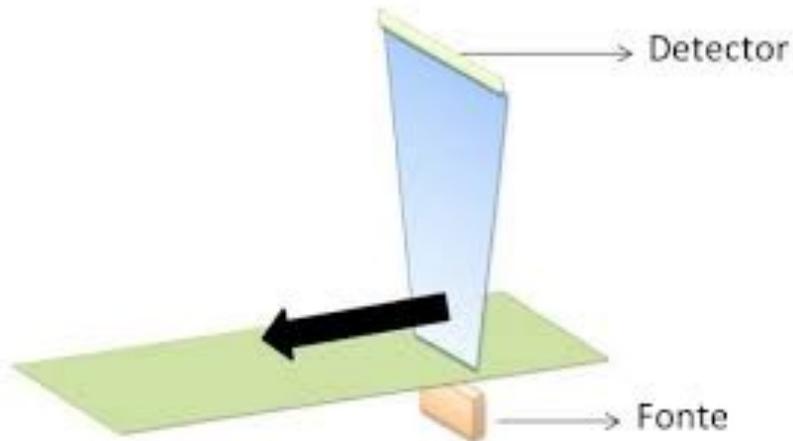
# Densitometria Óssea – DXA (Dual Energy X rays)

## Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA):

- Durante a realização do exame, o detector, movendo-se juntamente com a fonte de radiação, amostra os fótons que passam através do corpo do paciente.
- O programa calcula a densidade de cada amostra a partir da radiação que alcança o detector em cada pico de energia de acordo com a equação de transmissão de fótons.
- O sistema é calibrado para expressar os resultados em **gramas por centímetros quadrados** ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ; gramas de mineral ósseo/ $\text{cm}^2$  de área analisada - BMD).
- Esses dados são utilizados na construção de uma imagem que permite a identificação e a análise de regiões de interesse.

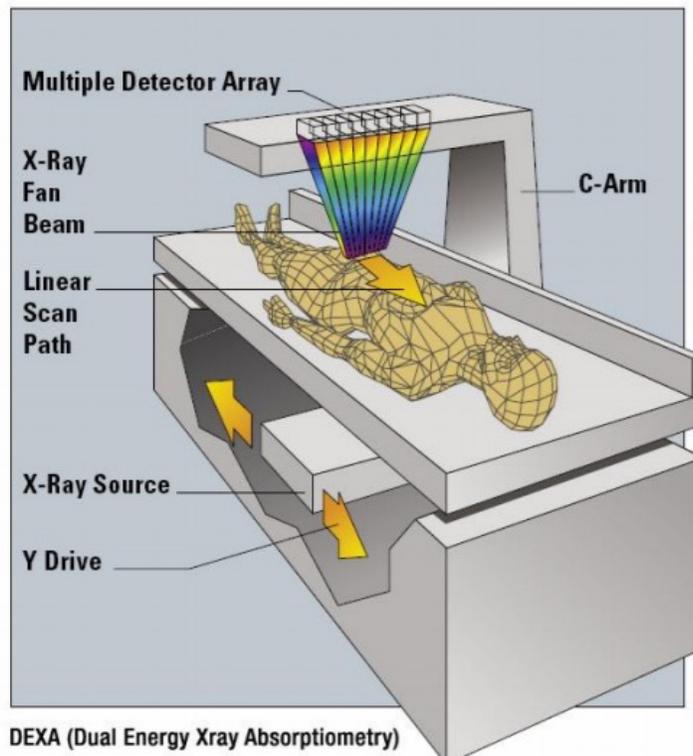
# Princípio do sistema DXA

- ✓ A densidade mineral óssea é medida através da atenuação.
- ✓ O programa calcula a densidade de cada amostra a partir da radiação que alcança o detector.



# Densitometria Óssea - DXA

- ✓ 1ª geração de aparelhos de DEXA
- ✓ 2ª geração = “FAN BEAM” - melhor resolução da imagem e menor tempo de exame: mas aumenta a dose de radiação no paciente - varredura em um único movimento sobre o paciente



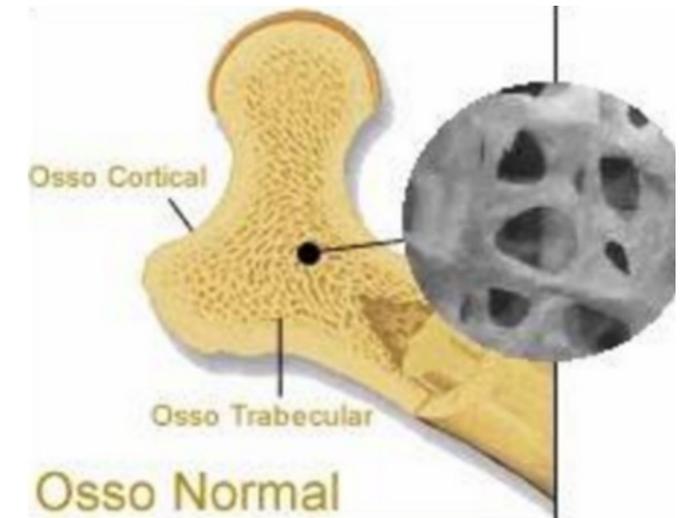
# Princípio do sistema DXA

- ✓ O método DXA é capaz de medir o osso mineral e também a massa com gordura e sem gordura.
- ✓ Os exames da composição corporal com DXA vão além da medida corporal total ou massa sem gordura.
- ✓ Ao contrário de qualquer outra técnica, é possível avaliar a distribuição de gordura no corpo.

1. Pencil Beam
2. Fan Beam
3. Flash Beam

# Resumo dos principais sistemas

Técnica	Local do Esqueleto	Erro de Precisão (%)	Duração (min)	Dose (mSv)	OT (%)
<b>SPA1</b>	antebraço distal	1-2	10	-1	5
<b>SPA2</b>	ultra-distal	1-2	10	-1	40
<b>DPA</b>	coluna lombar	2	10	1	50
	fêmur	2-4	20	1	40
	corpo inteiro	1-2	40	1	20
<b>DEXA1</b>	coluna lombar	0,8-1,5	6	2-4	50
	fêmur	2-3	6	2-4	40
	corpo inteiro	1	20	2-4	20
<b>DEXA2</b>	coluna lombar	-1	0.5	6-10	50
	fêmur	-1	0.5	1-1.5	40
<b>QCT</b>	coluna	4-6	10	200	100



# Princípio do sistema DXA

Hologic Discovery Wi

A0704110C a Corpo inteiro

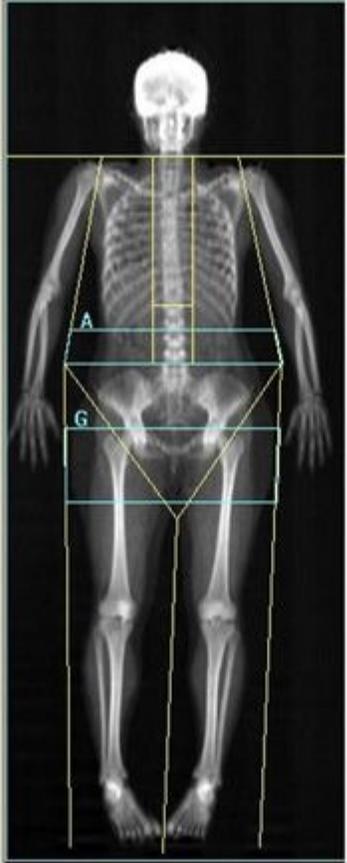
Regions  
A/G Regions  
Results  
Sub Regions  
Subregion Results

Cx ferr

DMO

ARC

Fechar



Energia dupla

Dados do paciente  
Data do exame: 04.07.2011 11:09  
Nome: [REDACTED]  
Sexo: M  
ID do pac: [REDACTED]  
Data do nascimento: 31.01.1981  
Idade: 30  
Altura: 170.0 cm  
Peso: 63.0 kg  
Étnico: Branco

Whole Body Analysis

TBAR353  
F.S. 68.00% -10.00%  
A cabeça 17.0% gordura cerebral  
LBM 73.2% água

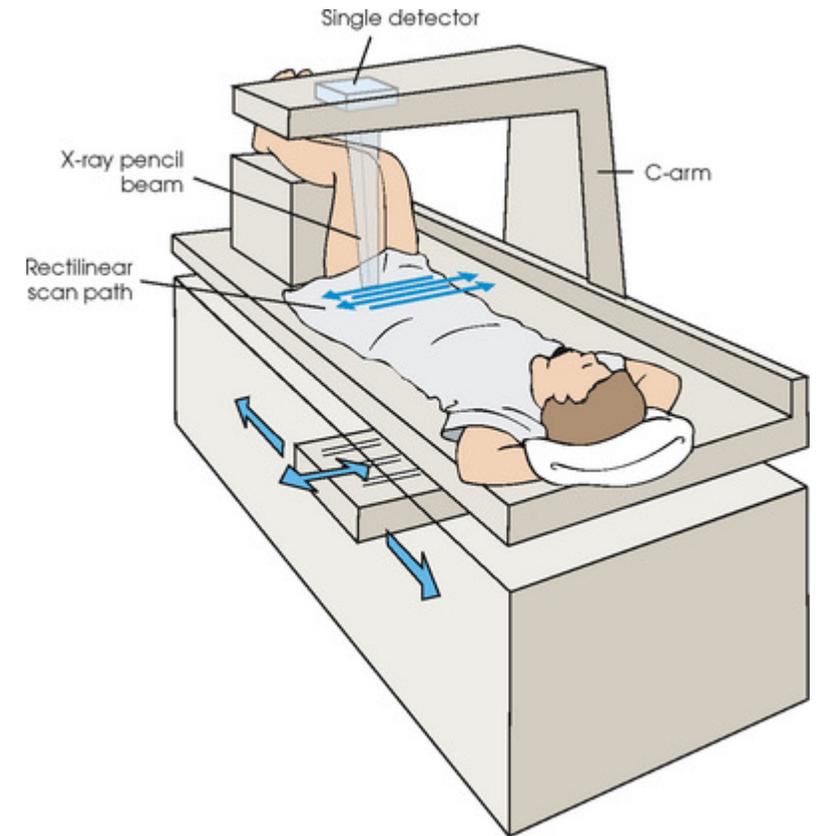
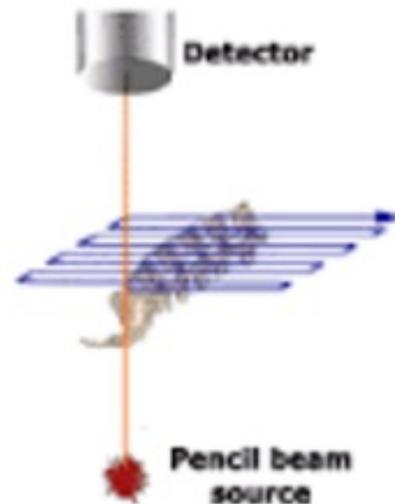
Região	Gordura (g)	Mass (g)	Total (g)	% gord
Braço E	712.0	1838.0	2550.1	27.9
Braço D	659.0	2116.7	2775.8	23.7
Tronco	7525.8	21747.5	29273.3	25.7
Perna E	3561.2	7304.4	10865.5	32.8
Perna D	3970.7	7640.6	11611.3	34.2
Subtotal	16428.7	40647.3	57076.0	28.8
Cabeça	814.6	3890.9	4705.5	17.3
<b>Total</b>	<b>17243.4</b>	<b>44538.2</b>	<b>61781.5</b>	<b>27.9</b>
Andróide	995.9	2761.4	3757.4	26.5
Ginóide	3752.9	6886.1	10639.0	35.3

Discovery Wi SN:84729  
Versão 13.0 :5 30.04.2012 18:27

# Densitometria Óssea – Equipamento

Pencil Beam:

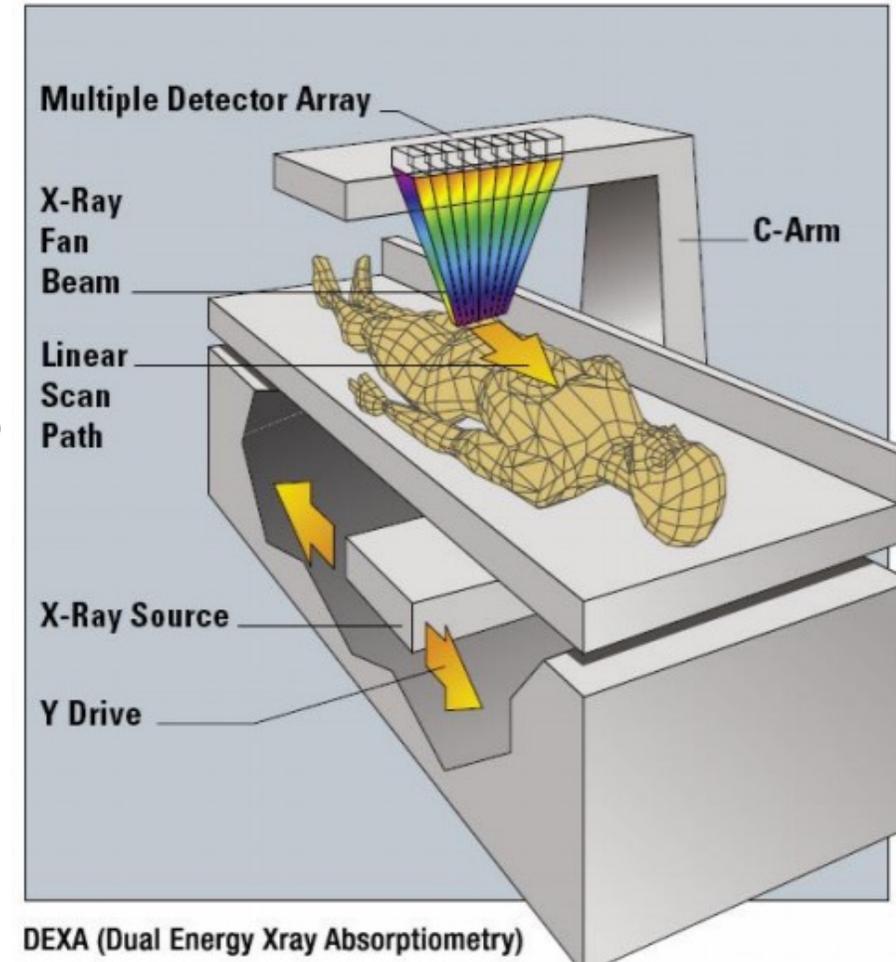
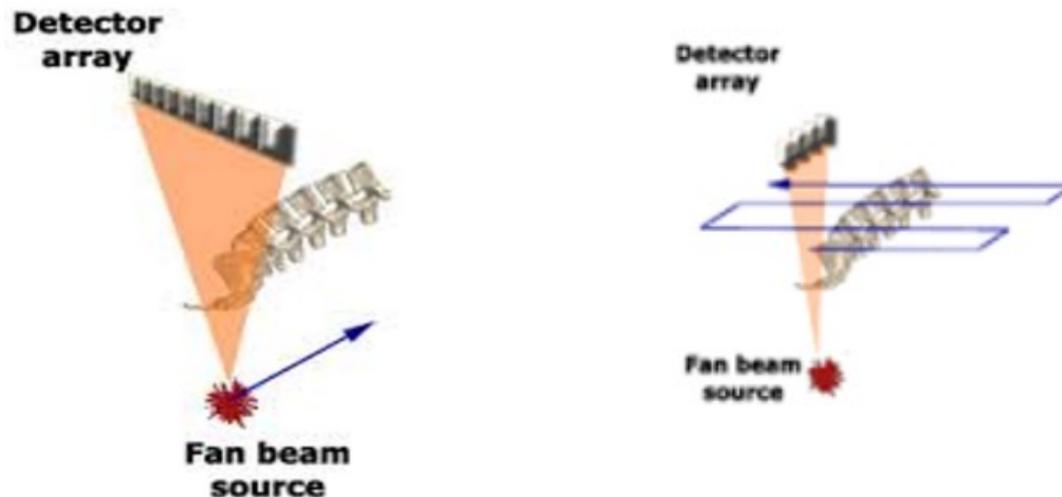
- ✓ O colimador apresenta detector único;
- ✓ Aquisição mais lenta, pois os movimentos são lineares de um lado para o outro.



# Densitometria Óssea – Equipamento

Fan Beam:

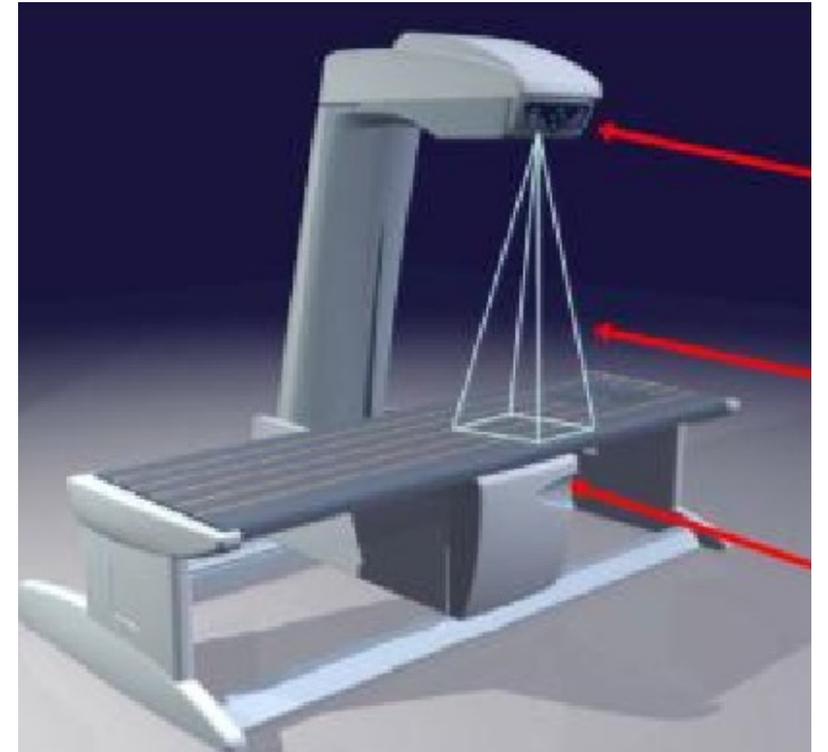
- ✓ Possui Múltiplos detectores;
- ✓ Aquisição da imagem se torna mais rápida, pois utiliza leque de feixes ou seja, o movimento é único de varredura sobre o paciente, com menor tempo.



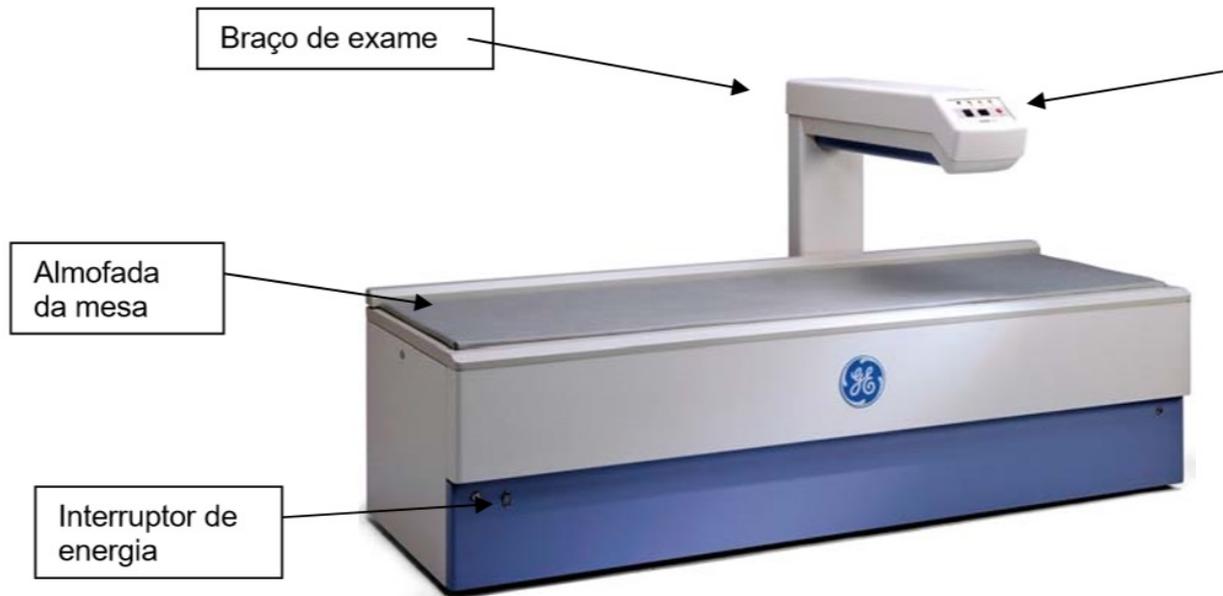
# Densitometria Óssea – Equipamento

Flash Beam:

- ✓ Detetor 2D digital imagens com qualidade
- ✓ Detetor piramidal
- ✓ Radiológica superior. Permitindo aquisições em 1,5 seg.

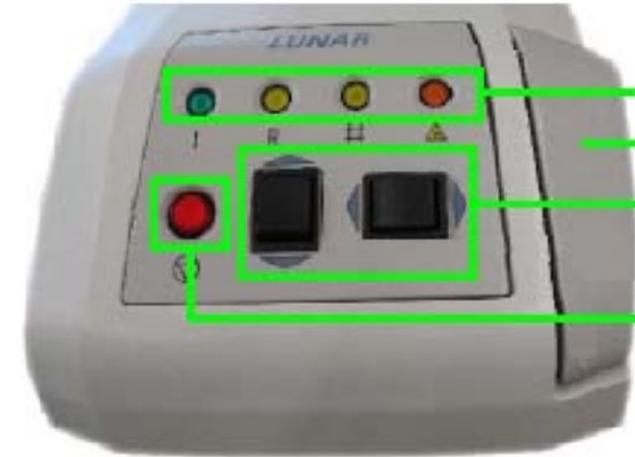


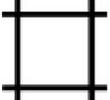
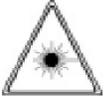
# Densitometria Óssea – Equipamento



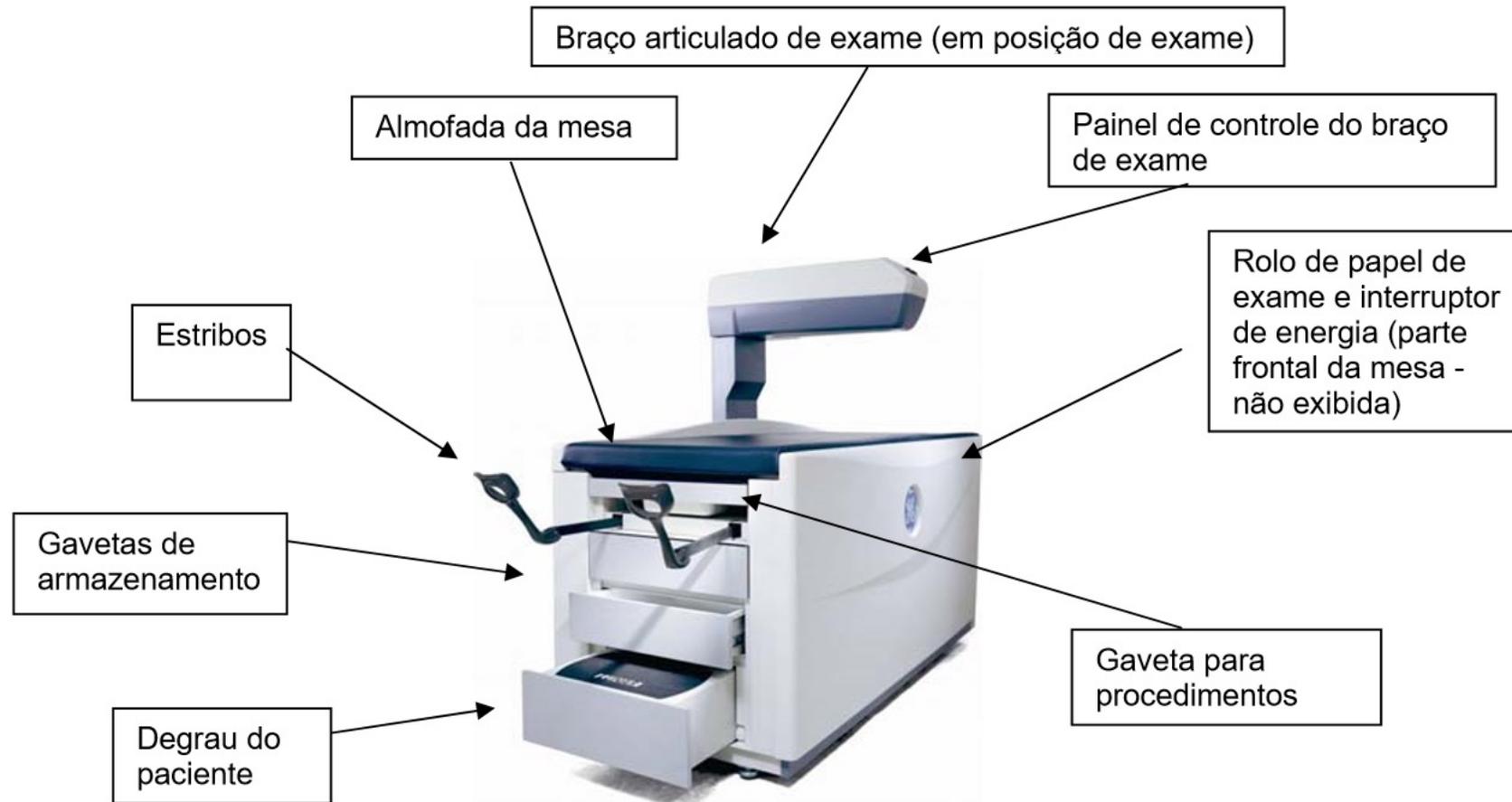
DPX-NT

Painel de controle do braço de exame



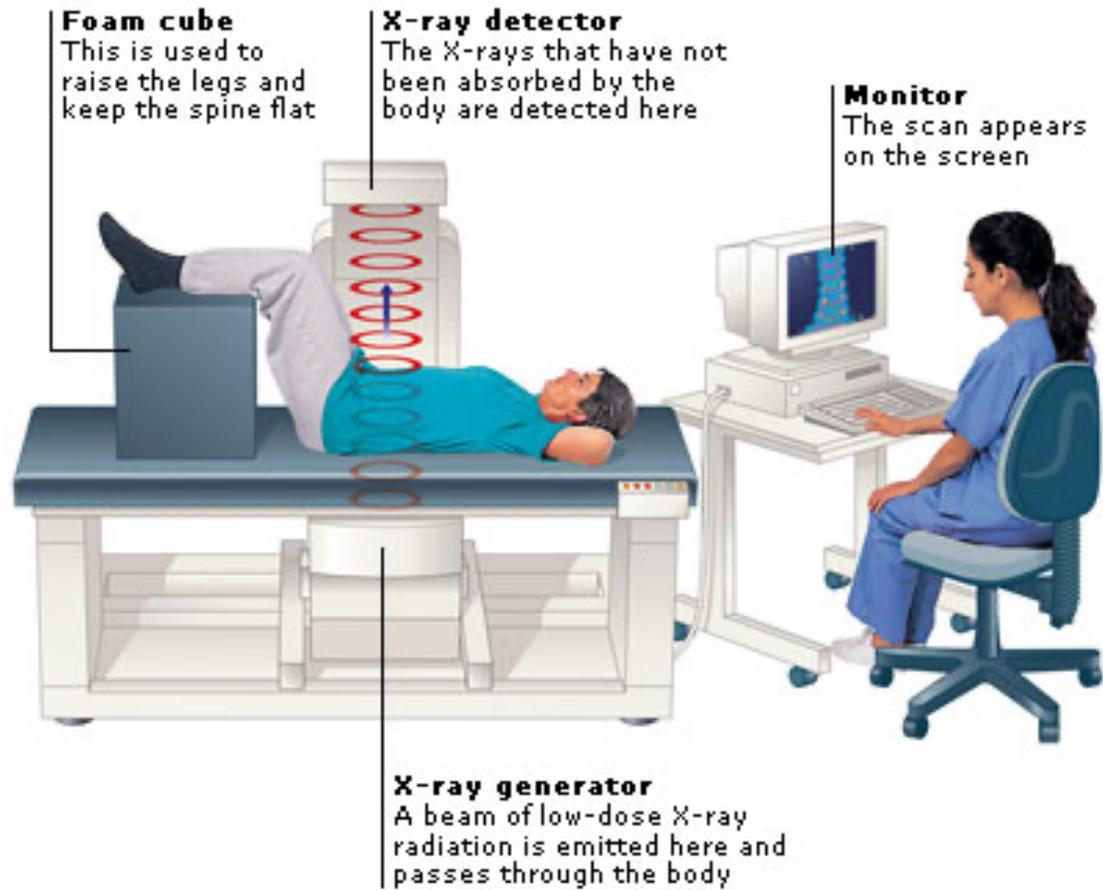
Símbolo	Indicador	Estado (ligado)
	Verde (energia elétrica ligada)	Há energia sendo direcionada para a mesa
	Amarelo (raio x)	O conjunto do tubo de raios x está emitindo raios x.
	Amarelo (obturador)	O obturador está aberto
	Âmbar (laser)	O laser está ligado

# Densitometria Óssea - Equipamento



DPX-Duo

# Densitometria Óssea - Equipamento



## Lunar DPX NT

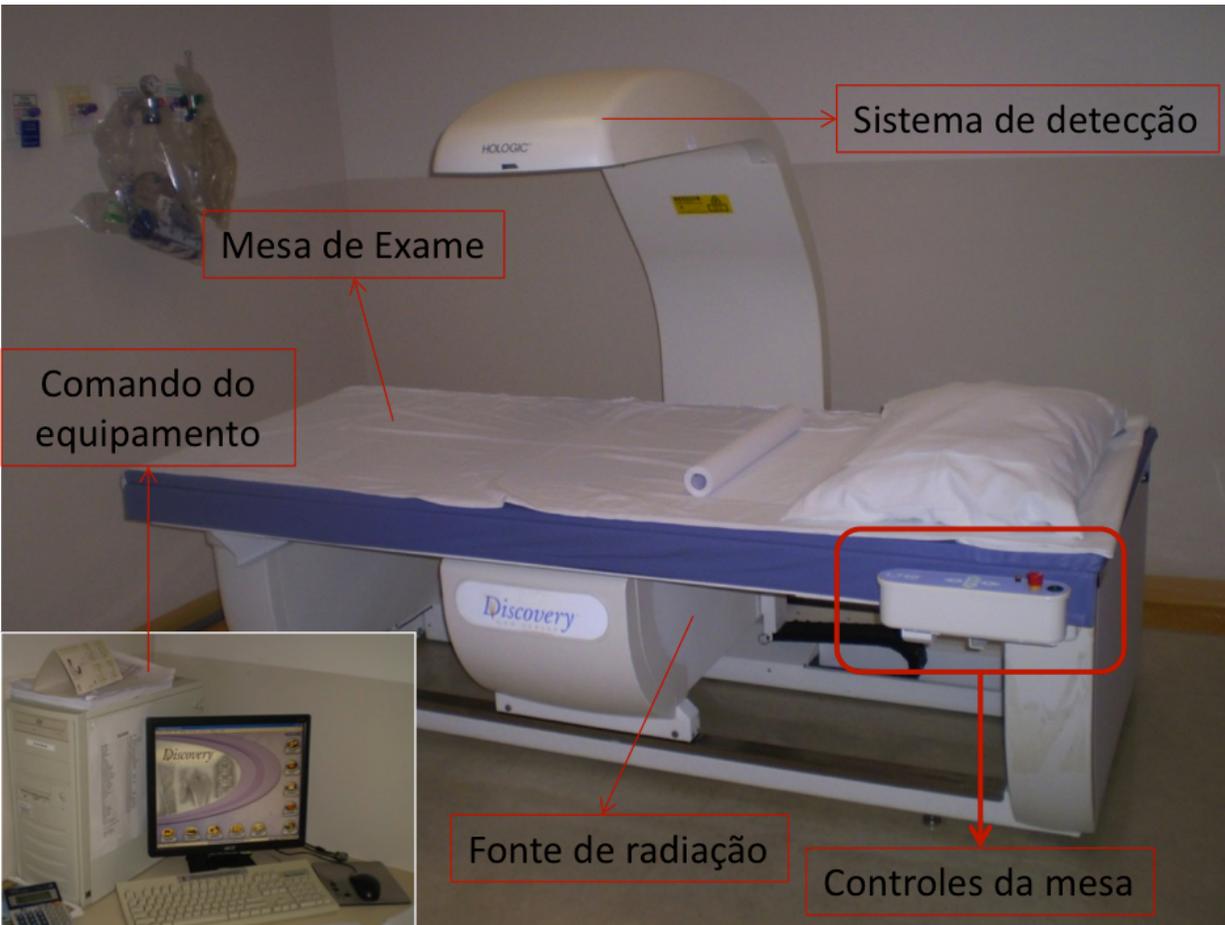
Tensão: 76 kV

Corrente: 0,05 - 1,50 mA

Detector: NaI



# Densitometria Óssea - Equipamento



## Lunar DPX NT

Tensão: 76 kV

Corrente: 0,05 - 1,50 mA

Detector: NaI

Minimum room dimensions:

