

Mamografia

Pequenas diferenças de atenuação dos tecidos mamários requerem o uso de equipamentos e técnicas especiais para detecção do câncer de mama

São essenciais técnicas que minimizem as doses e otimizem a qualidade das imagens

- **tubos especiais**
- **dispositivos de compressão e ampliação**
- **sistemas detetores e controles da exposição**
- **receptores de imagem especiais**
- **procedimentos de controle de qualidade**
- **cooperação entre técnicos, radiologistas e físicos**

Mamografia

Requisitos físicos mais importantes que influenciam nas doses e na visibilidade dos detalhes da imagem

- **Fonte de raios X \Rightarrow energia; material do alvo; filtro**
- **Geometria de irradiação \Rightarrow ponto focal; distâncias; compressão**
- **Processo de interação \Rightarrow contraste do objeto; espalhamento**
- **Sistema receptor da imagem \Rightarrow velocidade; contraste; resolução; ruído**

Fonte de raios X

- **Em mamografia utilizam-se técnicas de baixa tensão (25-35 kV) para garantir que as interações fotoelétricas produzam o contraste anatômico. Para tal o tubo deve possuir alvo de molibdênio (Mo) ou rodio (Ro) para produção de raios X característico entre 15 e 22 keV**
- **Qualidade do feixe (CSR) \Rightarrow energia efetiva**
- **0,3 - 0,4 mm Al para 30 kVp para Mo/Mo, considerando compressor de 1,5 mm que é equivalente a 1 - 2 cm dependendo se o tecido é glandular, fibroso ou gorduroso**
- **Para CSR > 0,4 mm \Rightarrow envelhecimento do tubo**

Anodo

- **Anodo é rotatório e possui inserido na região dos alvos molibdênio e ródio**
- **O efeito anódico (intensidade de raios X menor do lado do anodo) pode ser compensada posicionando o catodo na direção da parede torácica ⇒ exposição uniforme**

Ponto Focal

- **Ângulos de anodo de pequena angulação são utilizados \Rightarrow ponto focal pequeno: 0,3 - 0,4 mm e 0,1 - 0,15 mm para imagem magnificada**
- **A resolução adequada da imagem requer o uso de pequeno ponto focal**
- **Para $DFF \leq 60$ cm \Rightarrow 0,3 mm de foco nominal**
- **Para $DFF \geq 65$ cm \Rightarrow 0,4 mm de foco nominal**

Ponto focal é variável na direção do anodo-catodo produzindo borrosidade geométrica do lado da parede torácica que torna-se pronunciada na magnificação

Filtros

Os filtros são utilizados como meio de atenuar seletivamente e otimizar o espectro do feixe de raios X

A filtração adicional de mesmo elemento que o alvo absorvem os fótons de energia baixa e os fótons de energia acima da energia de ligação da camada K (20 keV)

- **0,03 mm de Mo para alvo de Mo**
- **0,025 mm de Ro para alvo de Ro**

Geometria da Irradiação

Distâncias: DFP; DFF

O limite de resolução depende:

- **relação DFF/DFP**
- **tamanho de grão do "ecran"**
- **tamanho de ponto focal**

Tamanho de campo \Rightarrow colimação

Compressão

Compressão

A mamografia deve ser realizada com compressão

- **elimina as variações de exposição que alcançam o receptor de imagem pela eliminação das variações de espessuras**
- **possibilita utilizar sistemas tela-filme com gradiente mais alto**
- **permite minimizar a dose na pele**
- **produz melhor definição de contornos de estruturas próximas ao filme aumentando a resolução ou definição**

Magnificação

O fator de ampliação nas imagens magnificadas é de $\cong 2$

- **Reduz a radiação espalhada e melhora o contraste devido a redução do véu de base**
- **Produz perda de resolução que deve ser compensada com a diminuição do tamanho do ponto focal**
- **Aumenta a dose de radiação na superfície da pele em cerca de 4 vezes**

Geradores de raios X

- **Monofásico**
- **Trifásico**
- **Multipulso de alta frequência**

Vantagens do gerador de alta frequência

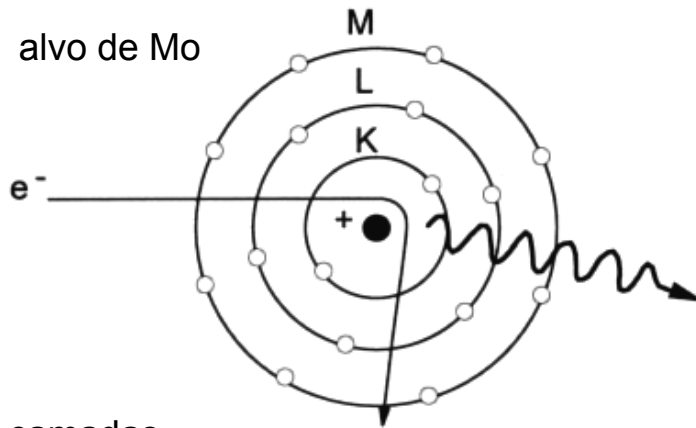
- **instalação elétrica simplificada**
- **mínima variação de voltagem (2%)**
- **maior eficiência de produção e energia efetiva mais alta**
- **tempo de resposta rápido e reprodutível**
- **fácil calibração**
- **estabilidade**
- **compacto**

- **O controle de exposição automático (AEC) objetiva a obtenção de densidade óptica no filme reprodutível ⇒ “phototimer”**
- **Utiliza um sensor, um comparador de voltagem e um controlador da exposição por meio de um microprocessador**
- **Sensor ⇒ câmara de ionização ou diodos semicondutores que podem ser posicionados para medir a radiação transmitida através de áreas selecionadas da mama**
- **O AEC ou “phototimer” precisa ser calibrado para a combinação tela-filme e condições de processamento para densidade óptica variando de 1,2 a 1,6**

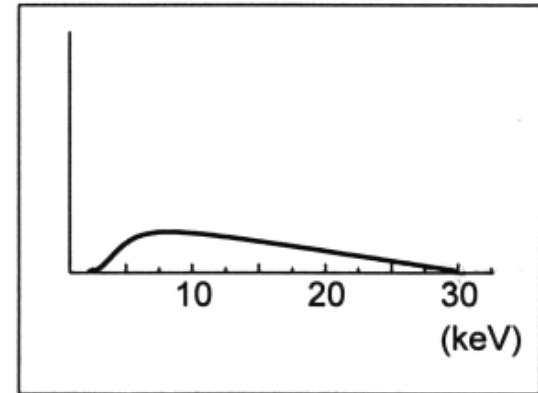
Recomendações para técnica mamográfica

- **Equipamento: gerador de alta frequência**
- **Compressão: máxima tolerável (20 Kg)**
- **Material do anodo: molibdênio (Mo)**
- **Tensão: 25 a 30 kV**
- **Ponto Focal: 0,3 mm (sem ampliação)**
- **0,1 mm (com ampliação)**
- **Filtração: 0,03 mm de molibdênio**
- **DFF: 65 cm**
- **Tempo de exposição: automático - modo AEC**
- **Grade antidifusora: móvel, específica para mamografia de razão 3,5:1 ou 5:1**
- **Combinação filme-ecran : alta resolução com classe de sensibilidade entre 20 e 40**
- **Processadora: dedicada para mamografia**

Produção de radiação característica e de Bremstrahlung no alvo de molibidênio

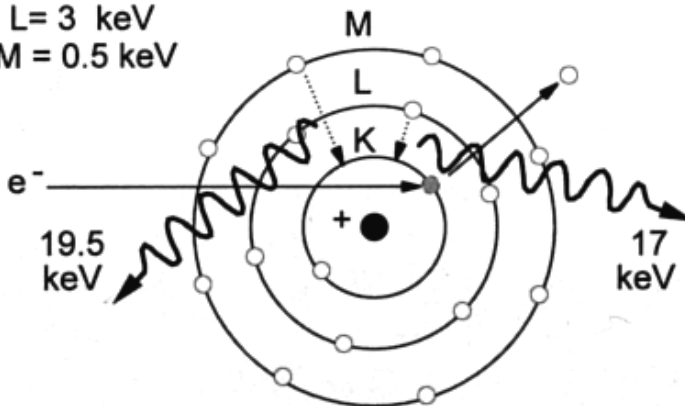


Radiação de Bremstrahlung

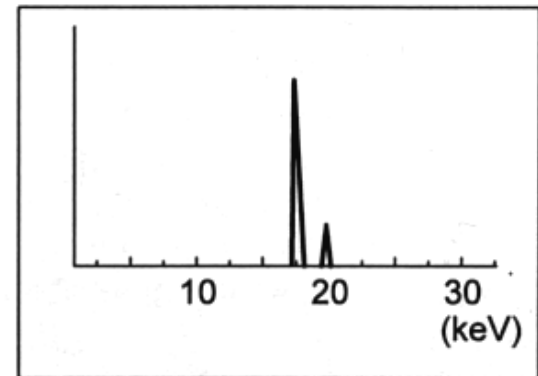


camadas

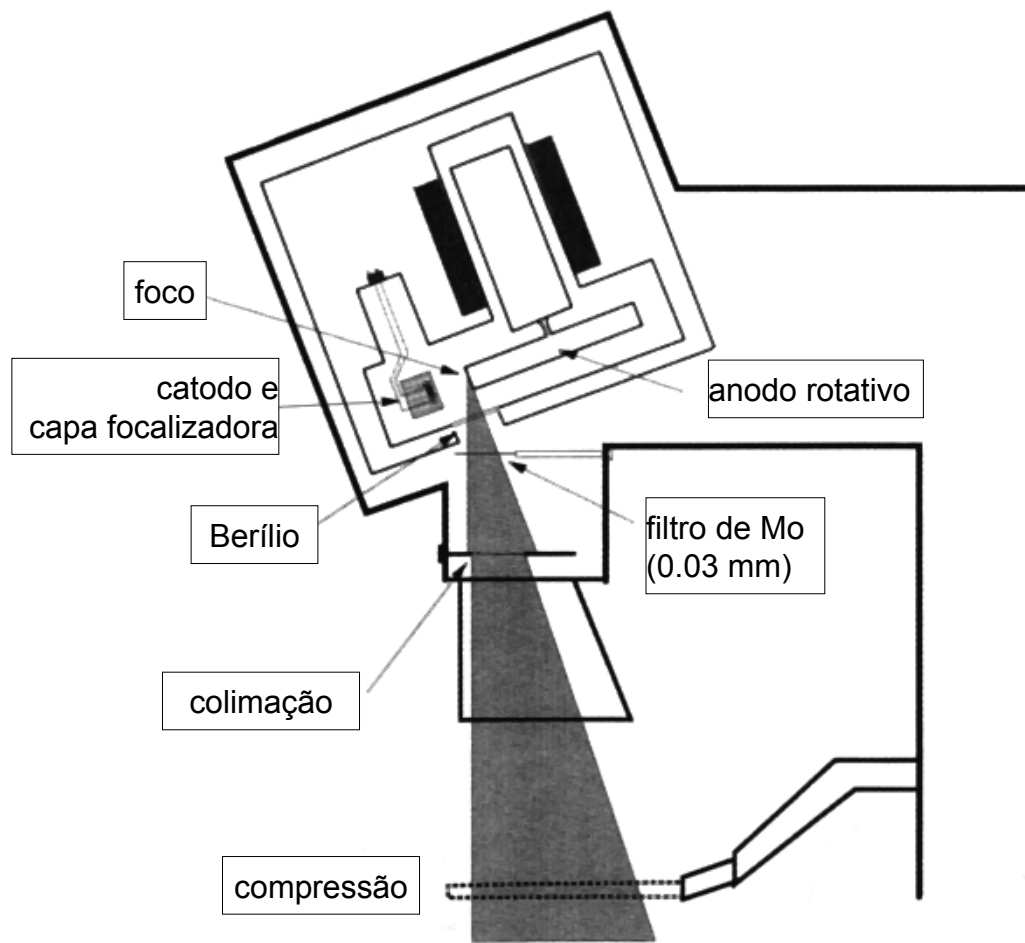
K= 20 keV
L= 3 keV
M = 0.5 keV



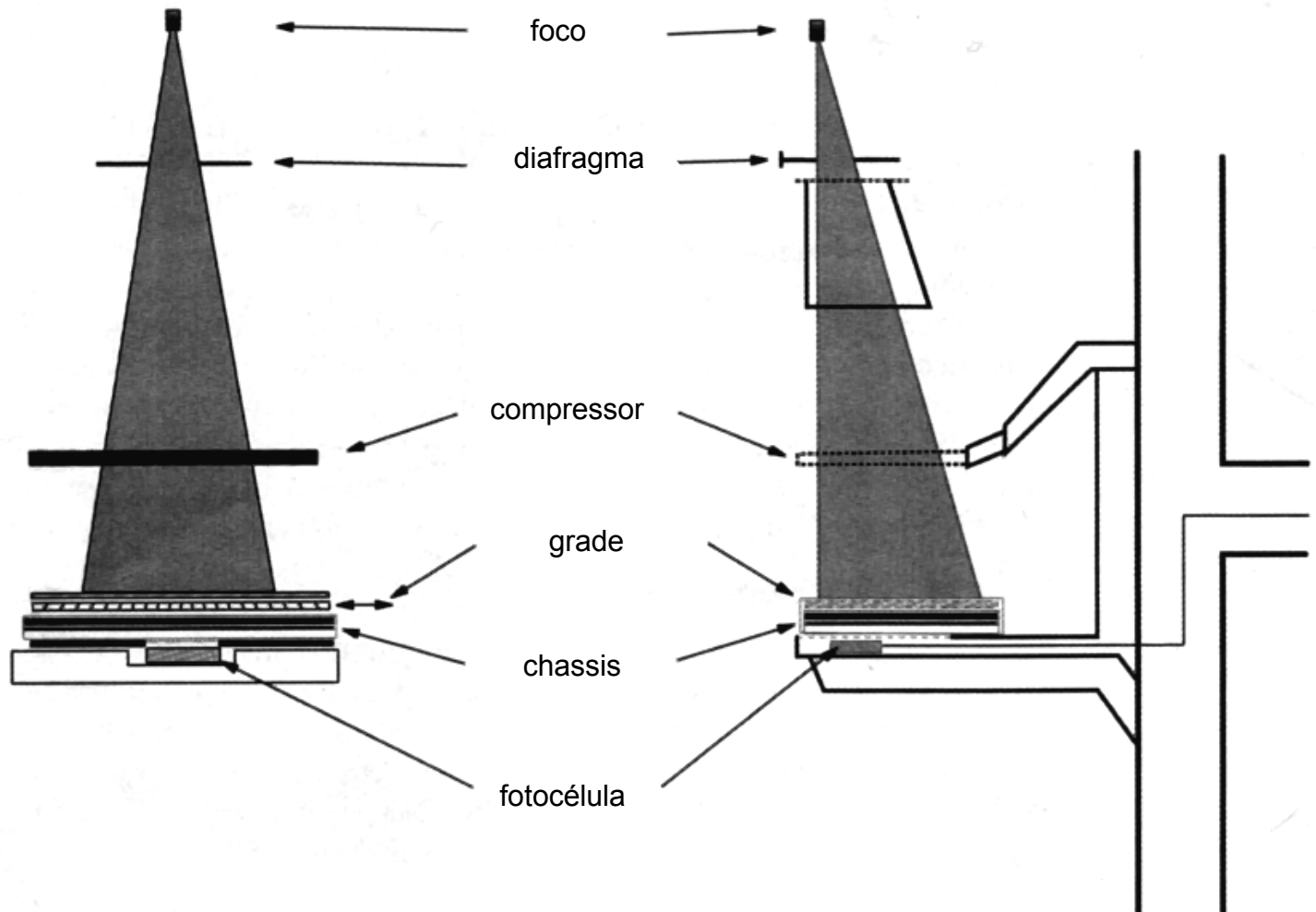
Radiação caraxterística



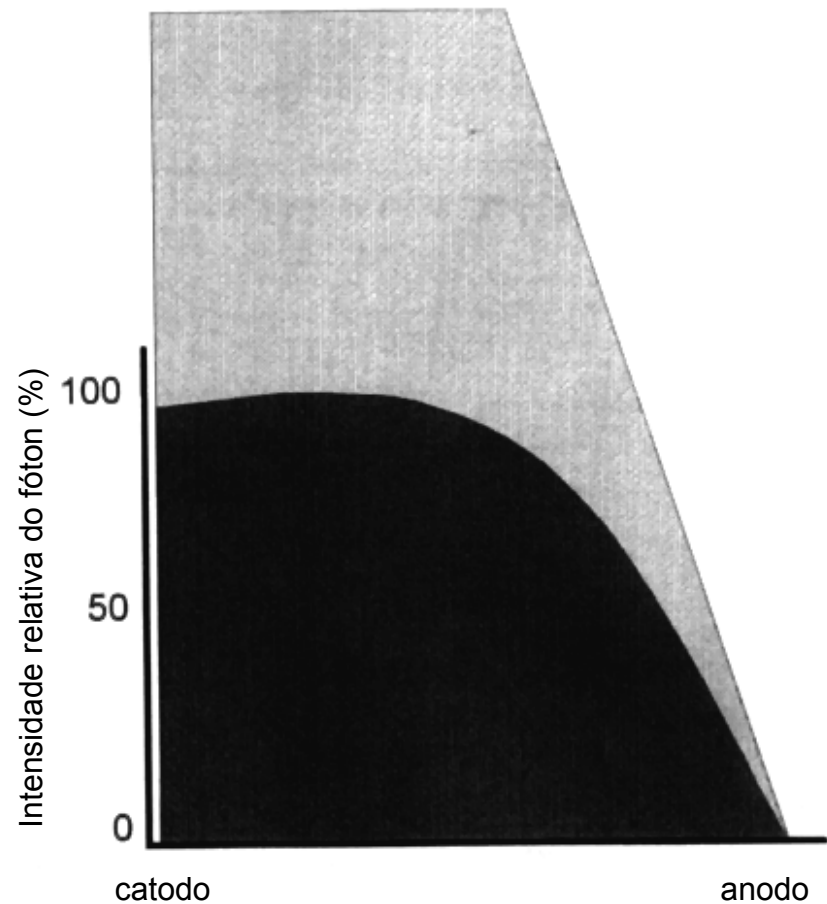
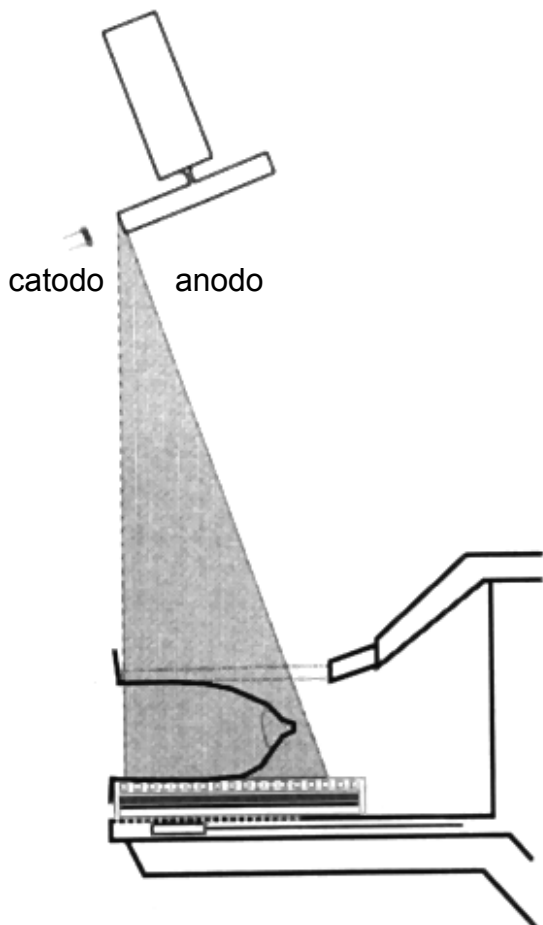
Componentes de um sistema mamográfico típico



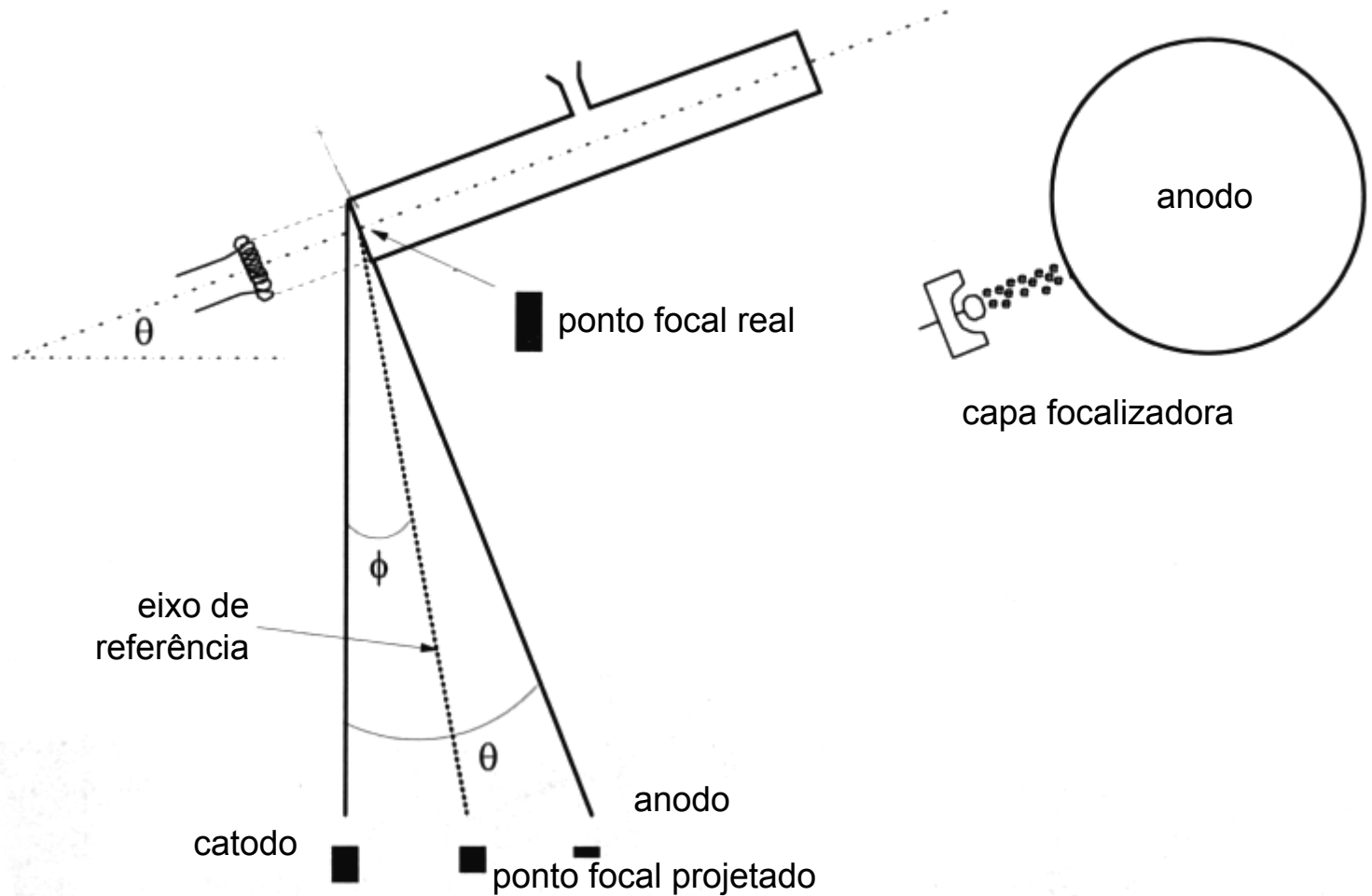
Detalhes de alguns componentes e acessórios da unidade mamográfica



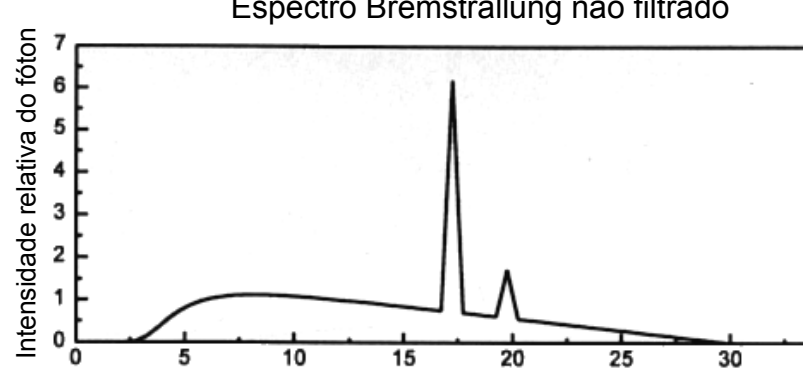
Orientação do eixo catodo-anodo da parede torácica ao mamilo e representação da variação da intensidade da radiação entre catodo e anodo (efeito anódico)



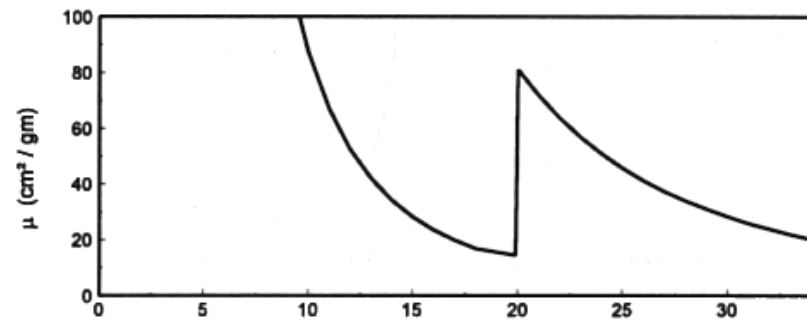
Variação do tamanho do ponto focal ao longo do eixo catodo-anodo



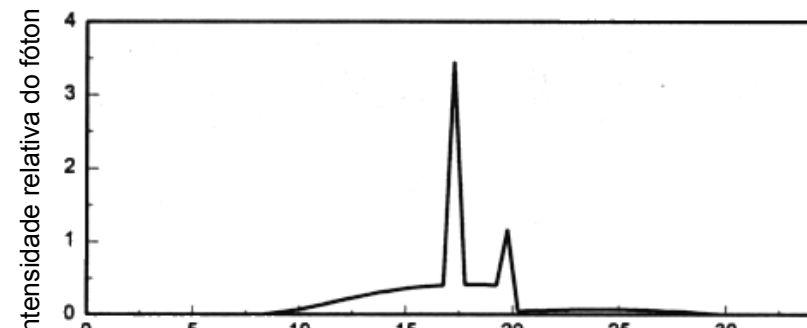
Espectro do alvo de molibidênio (Mo) não filtrado para 30 kVp, curvas de atenuação e espectro filtrado para 0.03 mm de Mo



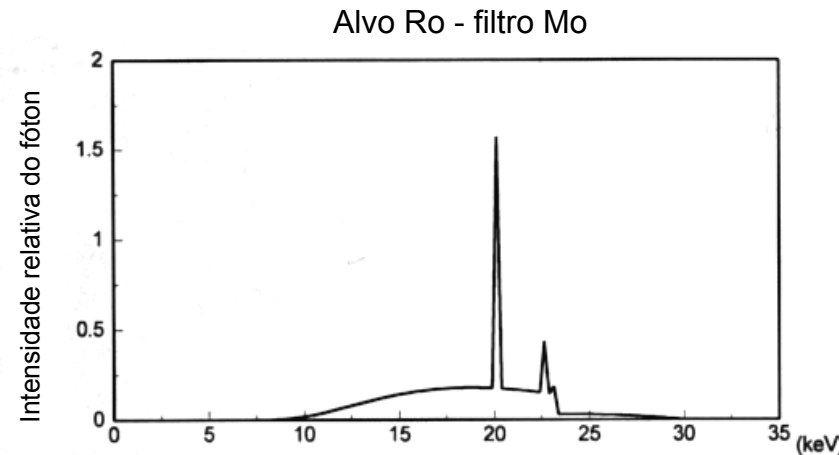
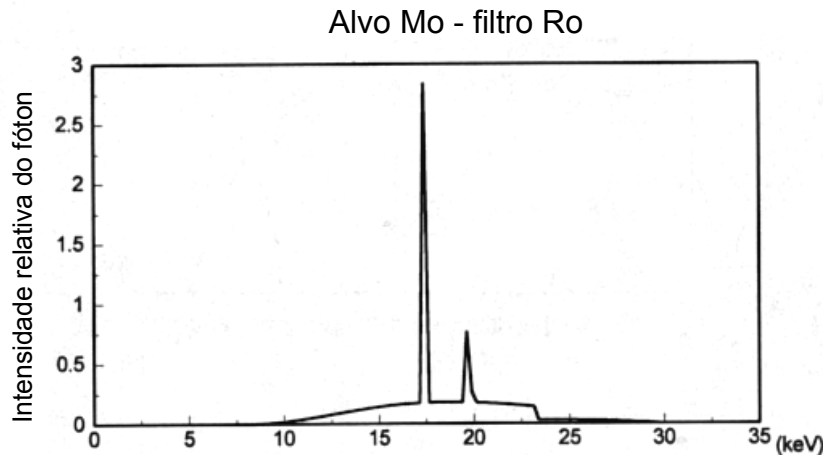
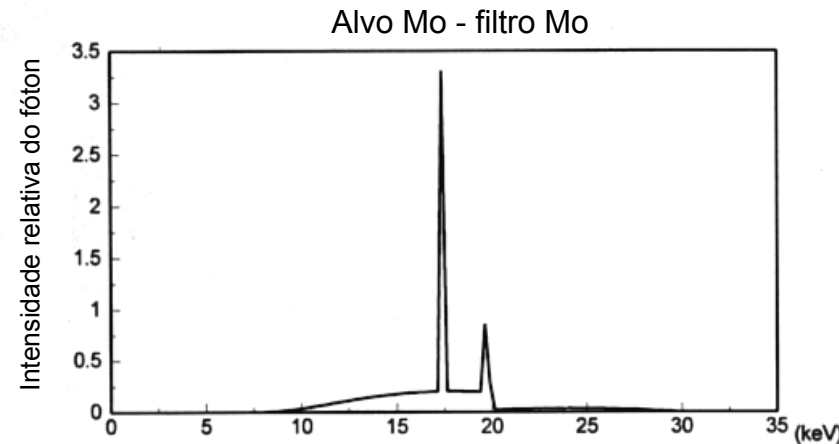
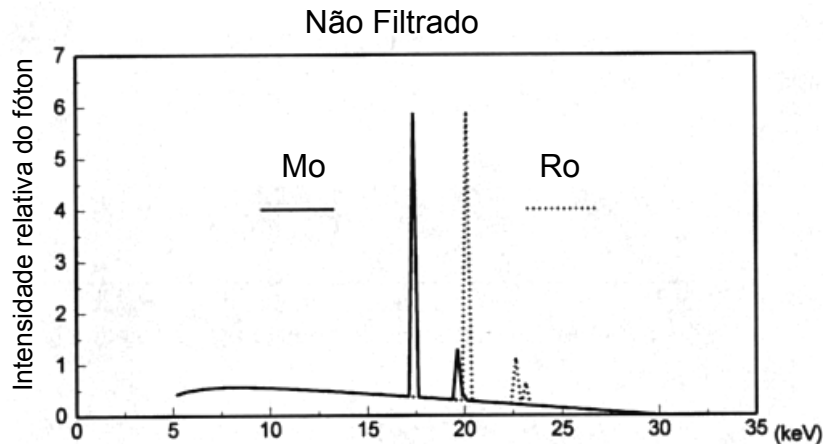
Coeficiente de atenuação de massa



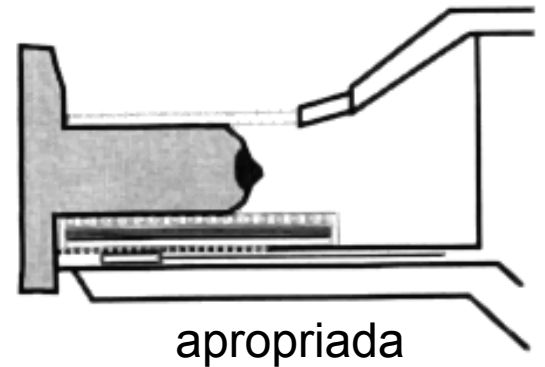
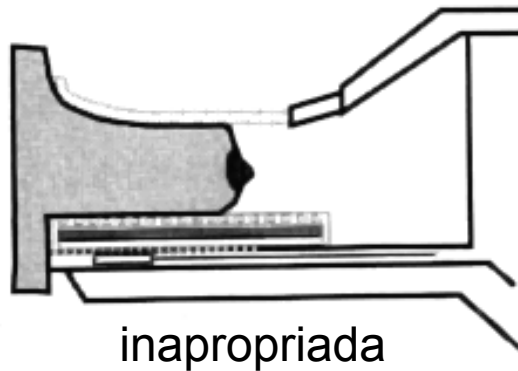
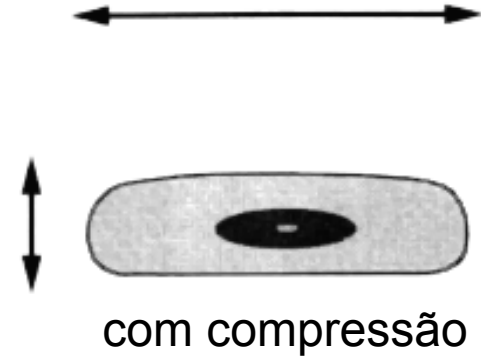
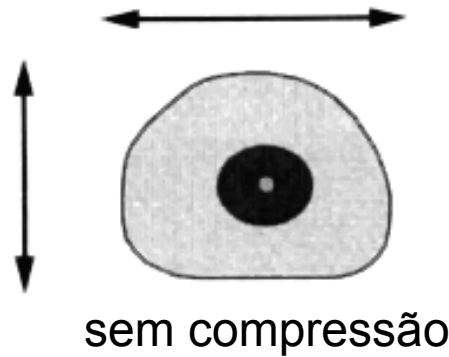
Espectro Bremstrahlung com filtro de 0.03 Mo



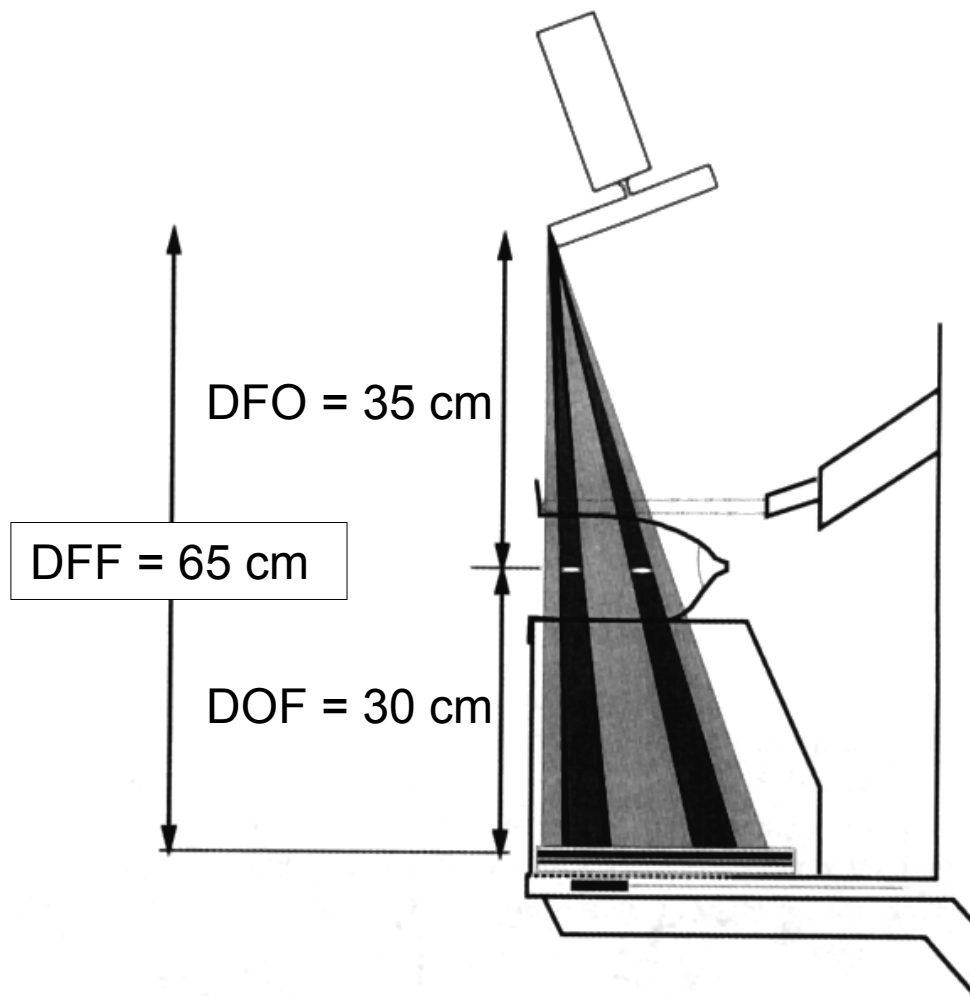
Espectros de radiação produzida nos alvos de molibidênio (Mo) e Ródio (Ro) não filtrados e com filtração de 0.03 mm de Mo e 0.025 mm de Ro



Exemplo de compressão adequada para redução do espalhamento, dose de radiação, uniformidade e densidade óptica



Técnica de magnificação com fator de ampliação ≈ 2 . Revelação melhor e detalhes da imagem podem ser obtidos próximo ao mamilo



Dose média glandular (15-35 kVp) para densidade óptica de 1:25 no tecido misto: 50% glandular e 50% gordura

