

Proteção Contra Radiação

Prof. Sanjay Arya



Introdução à Proteção Radiológica e Sua Importância

- **Propósito:** A proteção contra radiação é essencial para reduzir os riscos associados aos raios X para pacientes e profissionais de saúde.
- **Por Que É Importante:** Os raios X são ferramentas de diagnóstico valiosas, mas podem causar danos se não forem geridos cuidadosamente.
- **Objetivos Principais:**
 - **Prevenir Danos Imediatos:** Proteger tecidos e órgãos de danos potenciais causados pela radiação.
 - **Reduzir Riscos a Longo Prazo:** Minimizar a chance de condições como o câncer devido à exposição cumulativa ao longo do tempo.

Objetivos Primários da Proteção Radiológica

- **Três Objetivos Principais:**
 - **Justificação:** Utilizar raios X apenas quando proporcionarem um benefício diagnóstico necessário.
 - **Otimização:** Usar a dose de radiação mais baixa que ainda permita obter uma imagem de qualidade.
 - **Limites de Dose:** Seguir as diretrizes estabelecidas para evitar a exposição de pacientes ou profissionais a níveis prejudiciais de radiação.

Lembre-se: Estes princípios se aplicam tanto à segurança do paciente quanto à segurança da equipe.

Justificação – Decidindo Quando Usar Raios X

- **Quando os Raios X São Necessários:**
 - Usar raios X apenas se fornecerem informações diagnósticas importantes. Outras opções, como o ultrassom, devem ser utilizadas se oferecerem benefícios semelhantes sem radiação.
 - **Exemplo:** Os médicos frequentemente escolhem o ultrassom em vez dos raios X para pacientes grávidas a fim de evitar riscos de radiação.
- **Diretrizes:** Seguir as diretrizes médicas estabelecidas sobre quando os raios X são apropriados.

Otimização – Equilibrando Dose e Qualidade de Imagem

- **Encontrar o Equilíbrio Certo:**
 - Utilizar radiação suficiente para obter uma imagem clara, mas não mais do que o necessário. Doses mais altas geralmente significam melhor qualidade de imagem, mas aumentam os riscos para o paciente.
 - **Evitar Imagens Repetidas:** O posicionamento adequado do paciente e as configurações corretas reduzem a necessidade de repetição de raios X, o que adiciona exposição extra.
- **Exemplo Prático:** Ajustar as configurações de raios X de forma diferente para um raio X de tórax (exigindo maior kVp) do que para um raio X de mão (kVp menor) para alcançar um equilíbrio entre dose e qualidade.

Limites de Dose e Conformidade Regulamentar

- **Importância dos Limites de Dose:**
 - Os limites de dose ajudam a garantir que nem os pacientes nem os operadores recebam radiação excessiva.
 - **Conformidade com Diretrizes:** Seguir as normas nacionais e internacionais que estabelecem limites de dose para diferentes tipos de procedimentos e para a exposição pública e ocupacional.
- **Exemplo:** Exames de rotina, como raios X dentários, seguem limites de dose específicos para garantir práticas seguras de radiação.

Princípios Cardinais da Proteção Radiológica

- **Os Três Princípios Cardinais:**
 - **Tempo:** Reduzir o tempo de exposição à radiação sempre que possível. Por exemplo, minimizar o tempo de feixe ligado durante a fluoroscopia.
 - **Distância:** Usar a Lei do Inverso do Quadrado (ISL): Isso significa que aumentar a distância da fonte de raios X reduz significativamente a exposição; por exemplo, mantendo-se a pelo menos 2 metros de distância durante um raio X móvel.
 - **Blindagem:** Usar barreiras, como aventais de chumbo e paredes revestidas de chumbo, para se proteger contra a radiação.
- **Por Que São Importantes:** Estes princípios formam a base de práticas seguras para pacientes e operadores.

Lei do Inverso do Quadrado (ISL) – O Efeito da Distância

- **Lei do Inverso do Quadrado:**

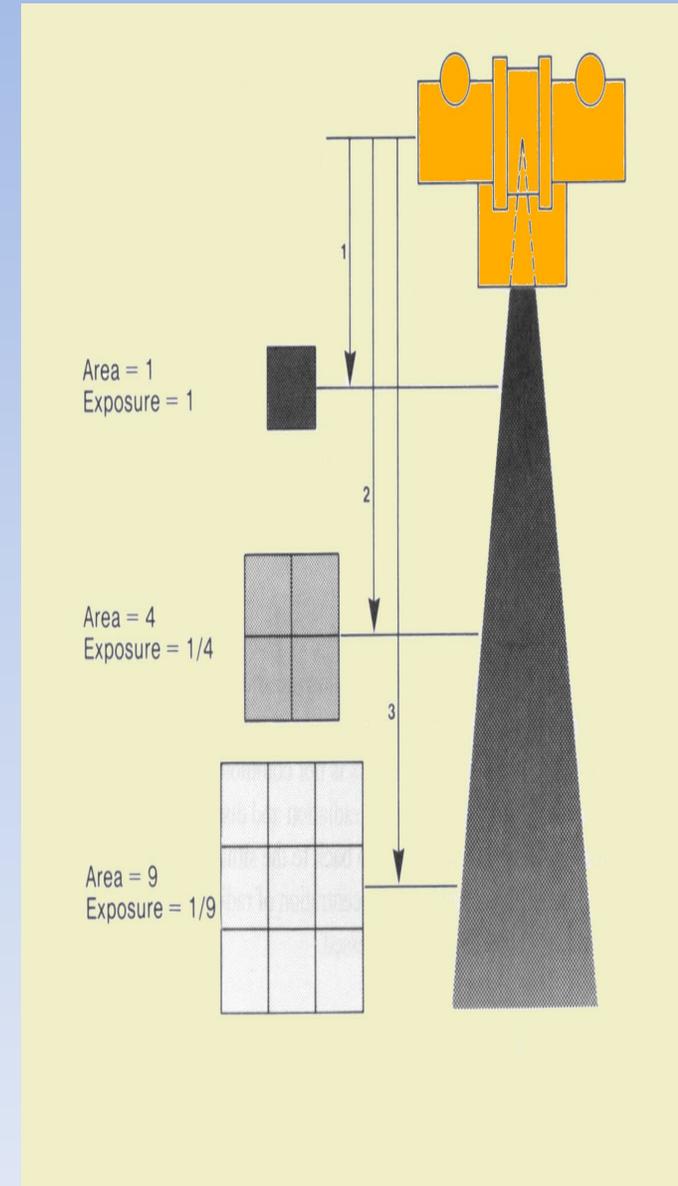
- A intensidade da radiação diminui com o quadrado da distância da fonte, o que significa que dobrar a distância reduz a intensidade para um quarto.

- **Fórmula: $I_2/I_1 = (d_1^2)/(d_2^2)$**

- **Lei do Inverso do Quadrado:** A equação representa a **Lei do Inverso do Quadrado**, onde:

- I_2/I_1 é a razão entre as intensidades da radiação a duas distâncias diferentes.
- d_1 e d_2 são as distâncias em relação à fonte para as intensidades I_1 e I_2 .

- **Exemplo:** Se a exposição a 1 metro é de 400 mR, ao mover-se para 2 metros, ela reduz-se para 100 mR. Isso é crucial durante raios X móveis, onde manter a distância minimiza a exposição para a equipe e outros.



Estratégias de Gestão de Dose para Pacientes

- **Abordagens para Limitar a Dose do Paciente:**
 - **Equipamento e Configurações Adequadas:** Selecionar máquinas e configurações que forneçam a menor dose possível para uma imagem clara.
 - **Técnicas de Redução de Radiação:** Empregar estratégias como configurações de kVp alto e mAs baixo, quando apropriado.
 - **Exemplo:** Usar configurações mais altas de kVp e mais baixas de mAs em raios X de tórax minimiza a dose do paciente sem comprometer a qualidade da imagem.

Reduzindo a Exposição à Radiação Ionizante para Pacientes

- A exposição do paciente pode ser substancialmente reduzida através de:
 - Comunicação com Pacientes para Reduzir a Ansiedade
 - Técnicas de Imobilização
 - Blindagem Protetora
 - Limitação do Feixe de Raios X
 - Filtração – Reduzindo Radiação de Baixa Energia
 - Seleção das Configurações de Exposição Adequadas
 - Processamento em Imagem de Tela-Filme e Digital (CR/DR)
 - Grades e técnica de gap de ar
 - Redução de Imagens Repetidas e Segurança em Fluoroscopia
 - Radiografia Móvel – Práticas Seguras
 - Cuidados Especiais para Pacientes Grávidas
 - Proteção Radiológica Pediátrica

Comunicar com os Pacientes para Reduzir a Ansiedade

- **Por Que a Comunicação é Importante:**

- Instruções claras ajudam os pacientes a se sentirem confortáveis, ficarem imóveis e colaborarem, reduzindo a necessidade de imagens repetidas.
- **Exemplo:** Antes de um raio X de tórax, explique que podem precisar prender a respiração por um momento para obter uma imagem mais clara.

- **Dicas:** Use um tom calmo, mantenha contato visual e responda a quaisquer perguntas ou preocupações do paciente.

- **Benefícios da Comunicação Clara:**

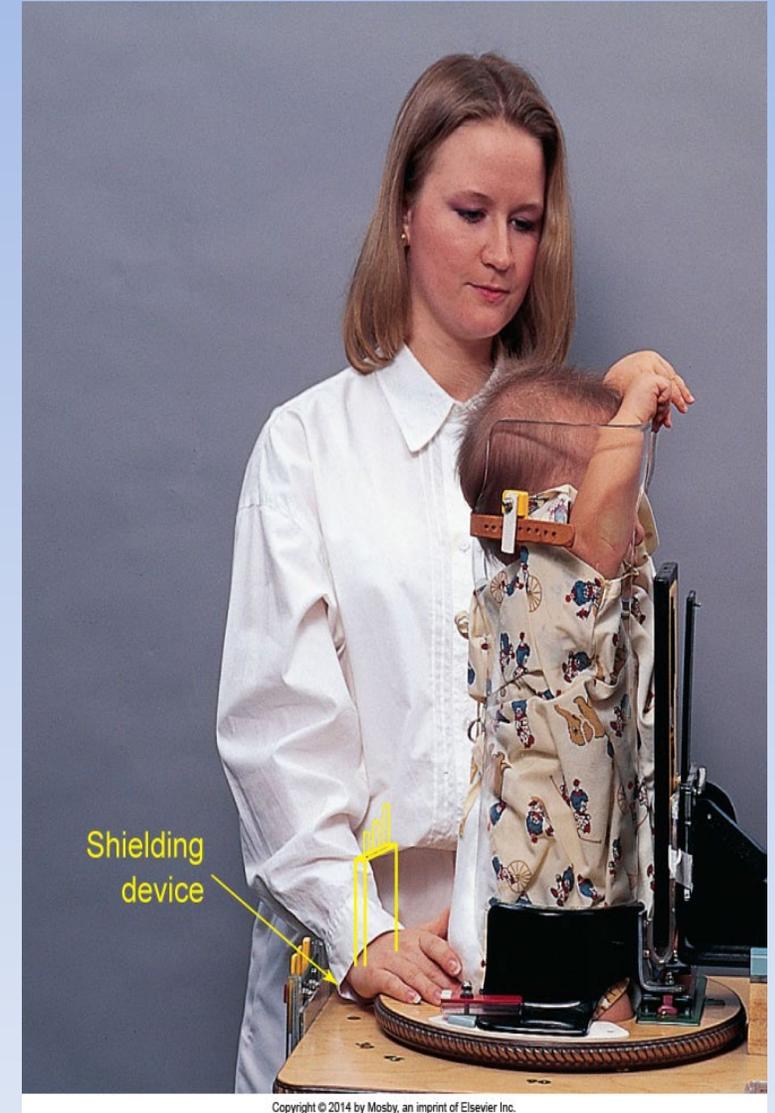
- Pacientes que entendem o procedimento têm mais probabilidade de permanecer calmos e imóveis, levando a imagens mais claras e reduzindo a necessidade de refazer exames.
- **Exemplo:** Antes de um raio X de tórax, explicar que podem precisar prender a respiração brevemente ajuda-os a entender o propósito e seguir as instruções.



Copyright © 2014 by Mosby, an imprint of Elsevier Inc.

Técnicas de Imobilização

- **Propósito:** para obter imagens claras de boa qualidade
- **Lidando com o Movimento do Paciente:**
 - **Movimento Voluntário:** Lembrar os pacientes de ficarem imóveis e usar tiras ou almofadas, se necessário.
 - **Movimento Involuntário:** Tempos de exposição mais curtos ajudam quando os pacientes não conseguem controlar os movimentos, como um batimento cardíaco.
- **Exemplo:** Usar esponjas para apoiar o braço de uma criança durante um raio X de uma fratura suspeita.



Técnicas para Limitar a Exposição do Paciente

- **Uso de Equipamento de Proteção:**
 - Sempre aplique proteções (ex.: aventais de chumbo) nas partes do paciente que não estão sendo radiografadas, especialmente em áreas sensíveis como a tireoide e os órgãos reprodutivos.
 - **Moldando o Feixe:** Ajuste o feixe de raios X para cobrir apenas a área a ser examinada, evitando a exposição de outras partes.
- **Exemplo:** Ao realizar um raio X de tórax, use um colimador para manter o feixe focado na área do tórax.

Blindagem Protetora

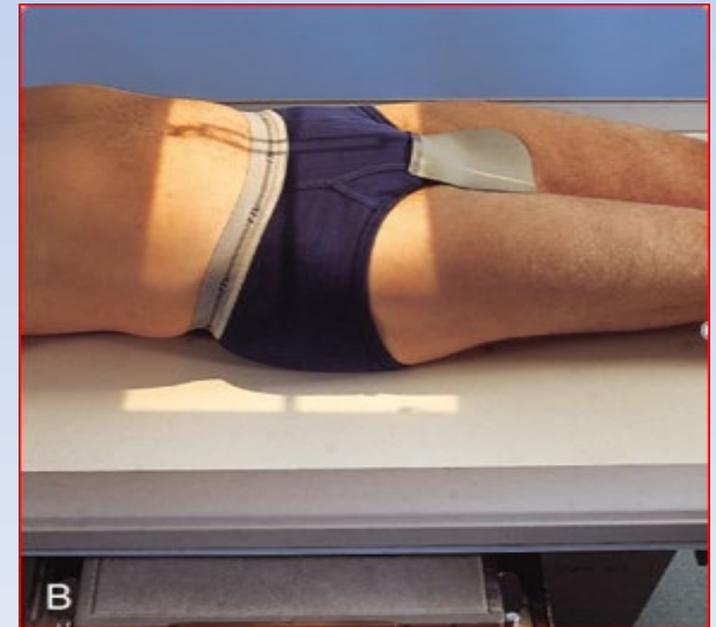
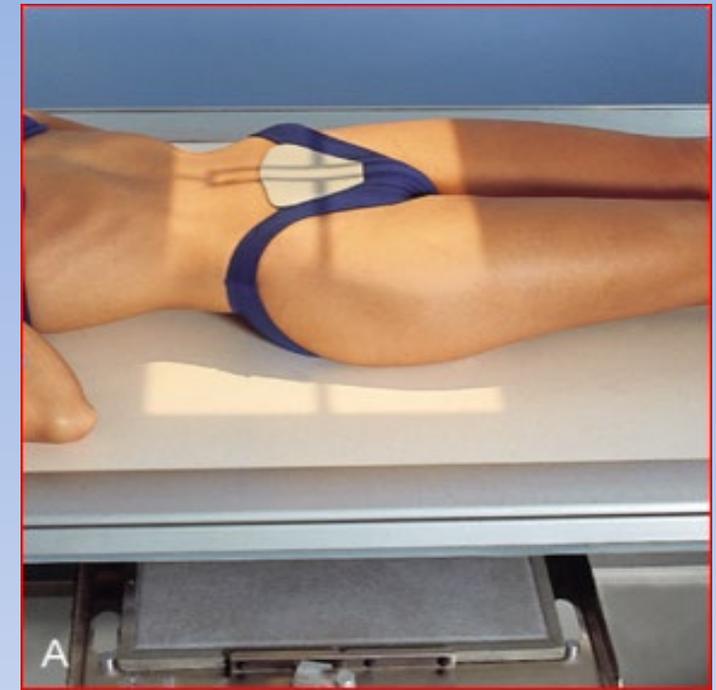
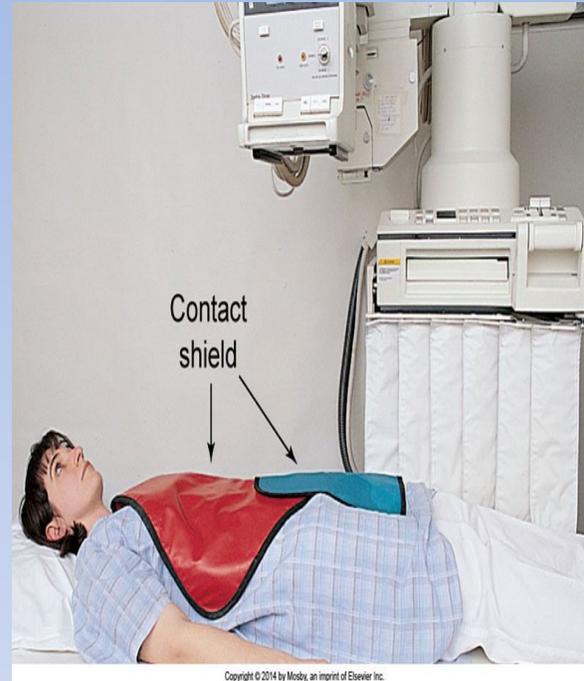
- **Propósito da Blindagem:**

- As proteções protegem áreas radiosensíveis, como órgãos reprodutivos, olhos e tireoide, de exposição desnecessária.

- **Tipos de Proteções:**

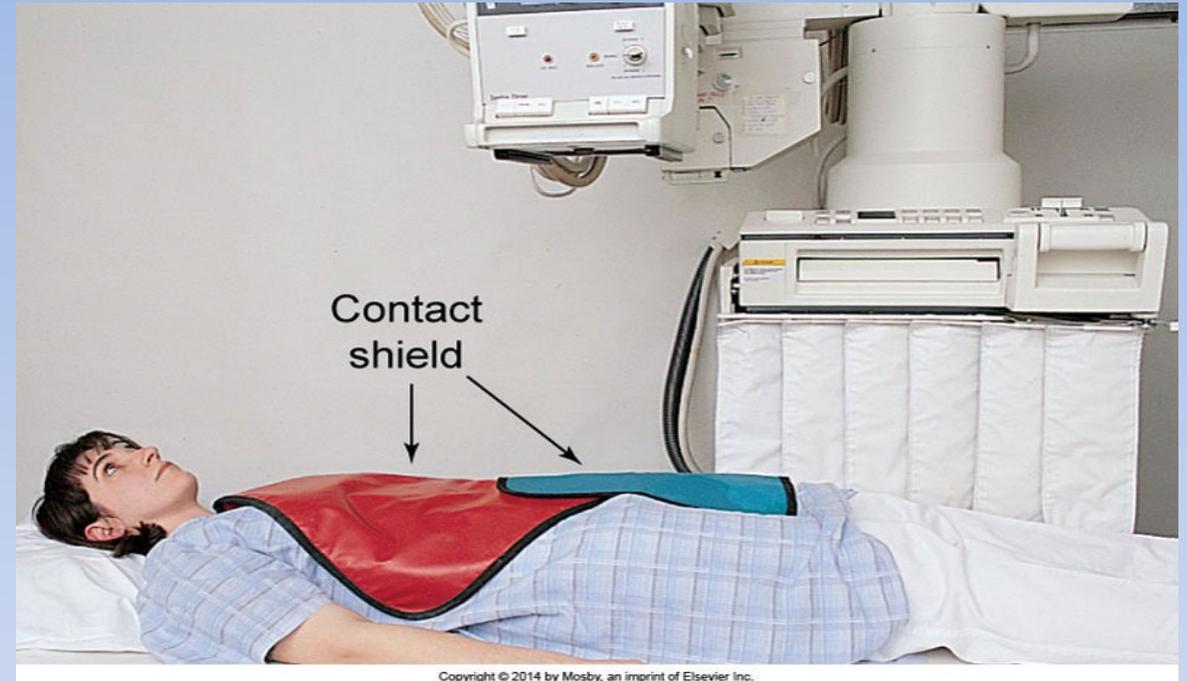
- **Proteções Planas:** Colocadas diretamente sobre o paciente.
- **Proteções de Sombra:** Suspensas acima do paciente para bloquear a radiação sem contato direto.

- **Exemplo:** Usar uma proteção plana sobre o abdômen durante a imagem da coluna inferior protege as gônadas.



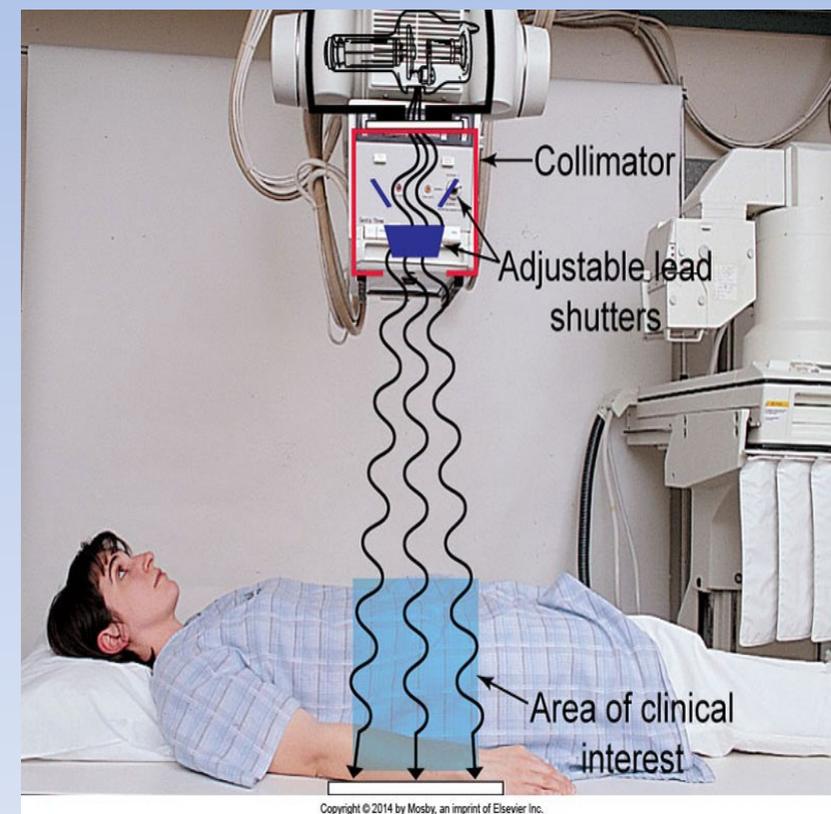
Técnicas de Blindagem Gonadal

- **Proteção dos Órgãos Reprodutivos:**
 - A blindagem gonadal reduz a exposição aos órgãos reprodutivos, minimizando os riscos genéticos, especialmente durante raios X pélvicos ou abdominais.
 - **Dicas de Posicionamento:** Coloque as proteções de forma precisa, com base na anatomia, para evitar obstruir a visão da área a ser radiografada.
- **Exemplo:** Em exames pélvicos, use proteções de chumbo devidamente posicionadas para proteger as áreas gonadais.



Limitação do Feixe de Raios-X

- **Propósito:** Controlar a Dispersão da Radiação
- **Uso de Limitadores de Feixe:**
 - Limitar o feixe de raios X apenas à área de interesse reduz a exposição aos tecidos circundantes.
- **Tipos de Limitadores de Feixe:**
 - **Colimadores:** Obturadores ajustáveis para moldar o feixe.
 - **Limitação Positiva de Feixe (PBL):** Ajusta automaticamente o feixe ao tamanho do receptor de imagem.
 - Sensores eletrônicos no suporte do receptor de imagem enviam um sinal para a carcaça do colimador para ajustar automaticamente o campo de radiação ao receptor de imagem.
- **Exemplo:** Em um raio X dentário, um limitador de feixe em forma de cone é usado para focar nos dentes sem expor outros tecidos faciais.



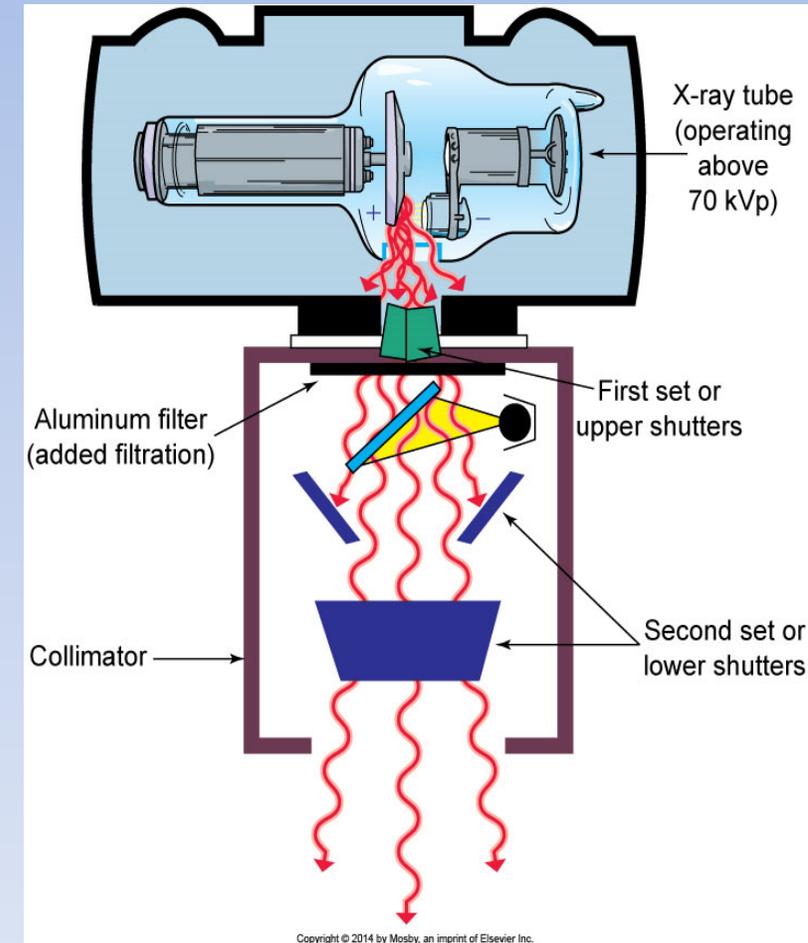
Filtração – Redução de Radiação de Baixa Energia

- **Propósito da Filtração:**

- Os filtros bloqueiam a radiação de raios X de baixa energia que não melhora a qualidade da imagem, mas aumenta a exposição do paciente.

- **Tipos de Filtros:**

- **Filtros Inerentes:** Integrados na máquina de raios X.
- **Filtros Adicionais:** Filtros extras colocados fora da máquina.
- **Exemplo:** Filtros de alumínio são comumente usados para remover raios X de baixa energia em imagens de tórax.

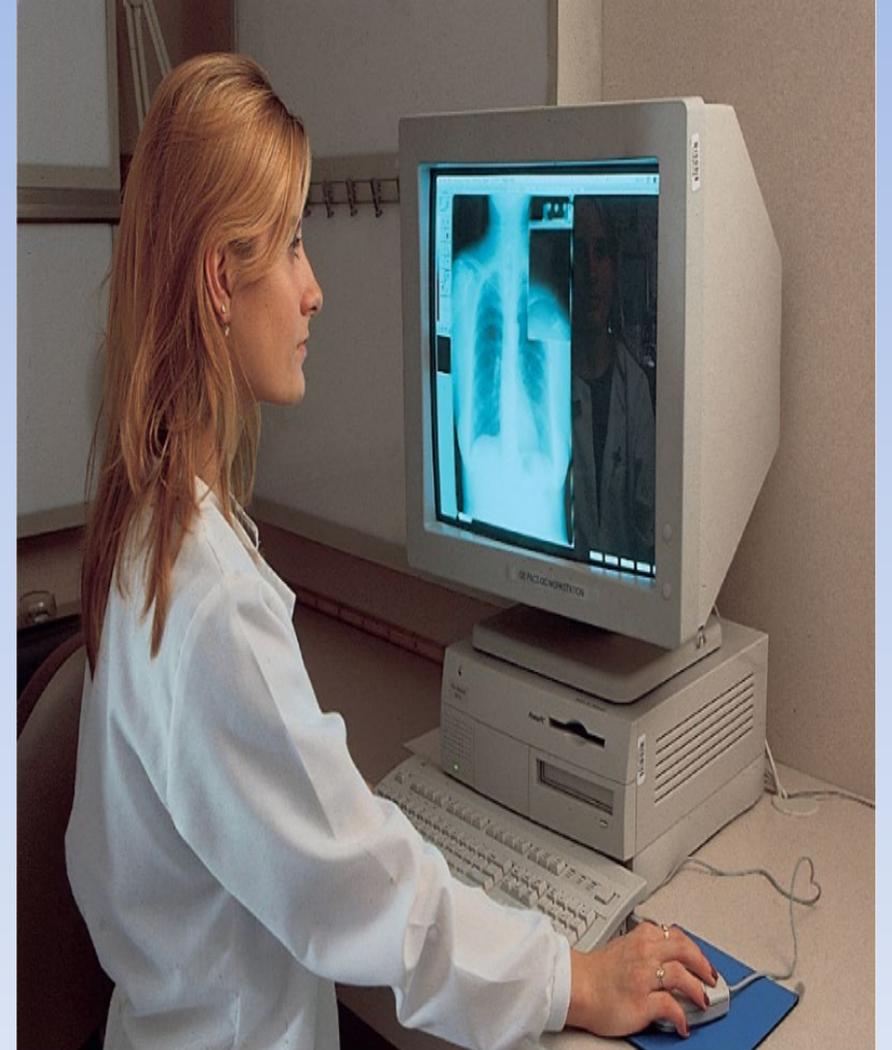


Selecionando as Configurações de Exposição Adequadas

- **Ajuste das Configurações de Exposição com Base na Parte do Corpo:**
 - As configurações adequadas de kVp e mAs dependem da parte do corpo a ser radiografada para reduzir a dose enquanto se obtém uma imagem clara.
- **Uso de Gráficos de Técnicas:**
 - Os gráficos de técnicas fornecem configurações recomendadas para vários exames, ajudando a garantir segurança e qualidade de imagem consistentes.
- **Exemplo:** Um kVp mais baixo é geralmente configurado para extremidades (ex.: raios X de mão) do que para imagens de tórax.

Processamento em Imagem de Ecrã-Filme e Imagem Digital (CR/DR)

- **Imagem em Tela-Filme:**
 - Usa telas intensificadoras que amplificam os raios X, reduzindo a dose necessária.
- **Imagem Digital (CR/DR):**
 - Os métodos CR e DR permitem ajustes na imagem em um computador, frequentemente exigindo doses menores do que o filme tradicional.
- **Exemplo:** No DR, as imagens podem ser editadas para brilho ou contraste, reduzindo a necessidade de raios X repetidos.



Frank ED, Long BW, Smith BS: Merrill's Atlas of Radiographic Positioning & Procedures, ED 12, St. Louis, 2012, Mosby

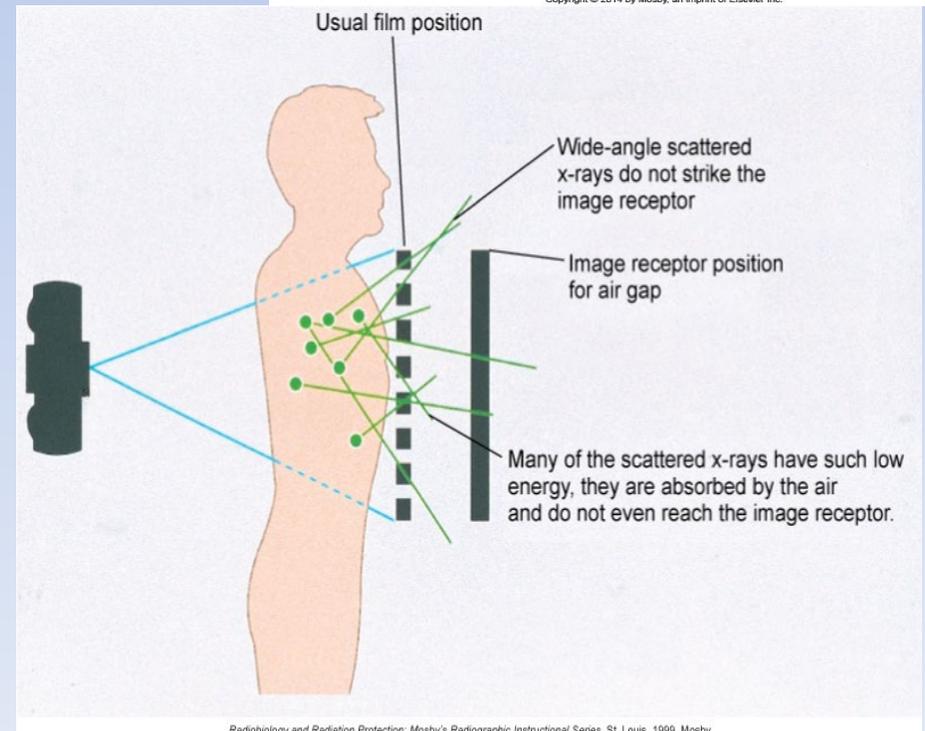
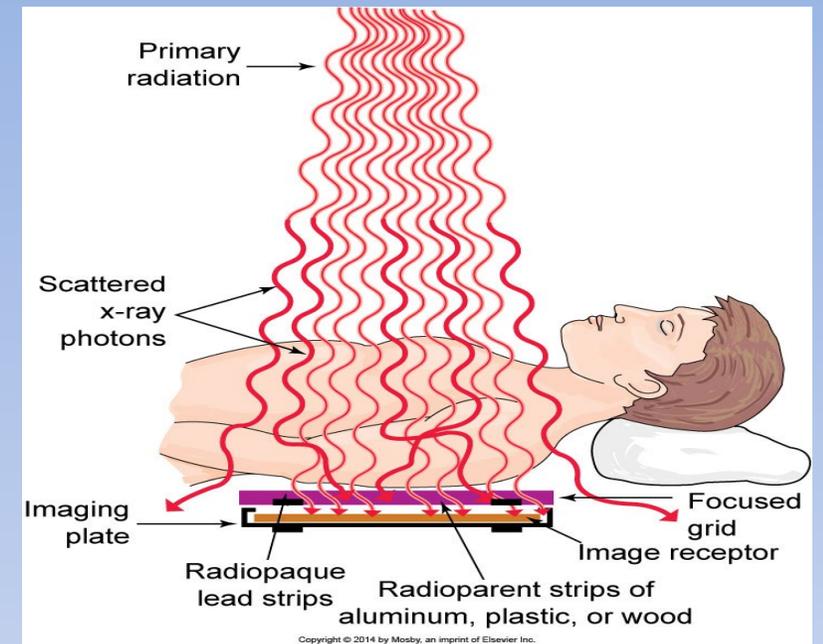
Grades e a Técnica do Espaço de Ar

- **Uso de Grades:**

- As grades são colocadas entre o paciente e o detector para partes do corpo mais espessas, como o abdômen, para reduzir a radiação espalhada, especialmente para partes do corpo com mais de 10 cm de espessura, e para melhorar a qualidade da imagem.

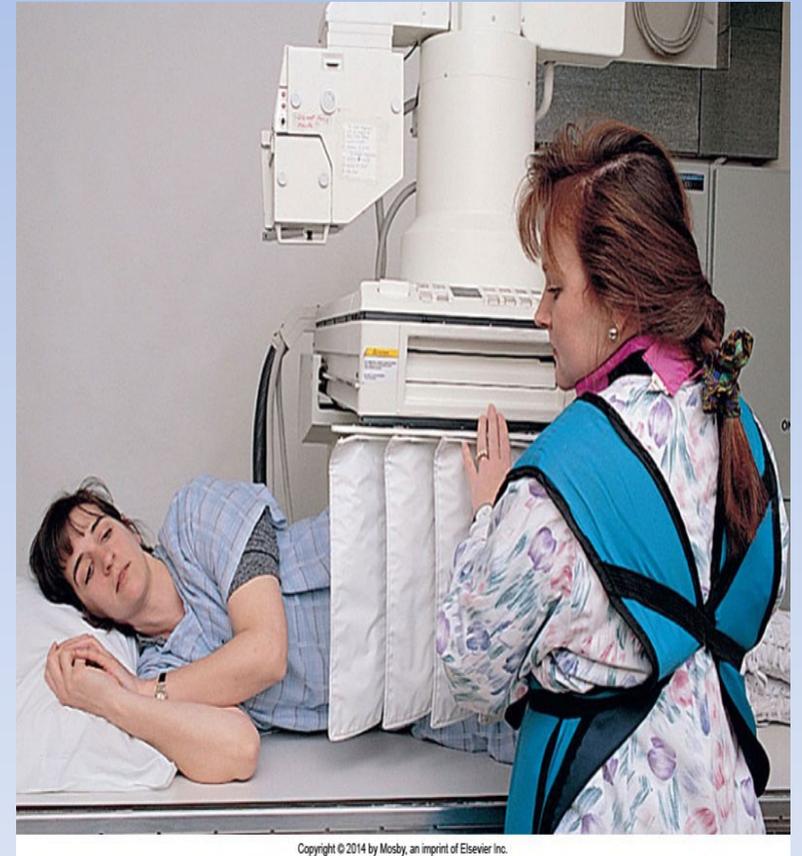
- **Técnica de Espaço de Ar:**

- Aumentar a distância entre o paciente e o detector (Receptor de Imagem) reduz a dispersão sem o uso de uma grade, sendo útil para exames como raios X de tórax.



Reduzindo a Repetição de Imagens e Segurança na Fluoroscopia

- **Prevenção de Imagens Repetidas:**
 - O posicionamento e a configuração adequados reduzem a necessidade de imagens repetidas, o que adiciona exposição extra.
- **Dicas de Segurança para Fluoroscopia:**
 - A fluoroscopia é um processo de imagem de raios X em tempo real. Use pulsos intermitentes em vez de radiação contínua e limite o tempo de fluoroscopia para reduzir a dose.
- **Exemplo:** Em exames fluoroscópicos, usar a função de "retenção da última imagem" ajuda a evitar exposições desnecessárias.



Copyright © 2014 by Mosby, an imprint of Elsevier Inc.

Radiografia Móvel – Práticas Seguras

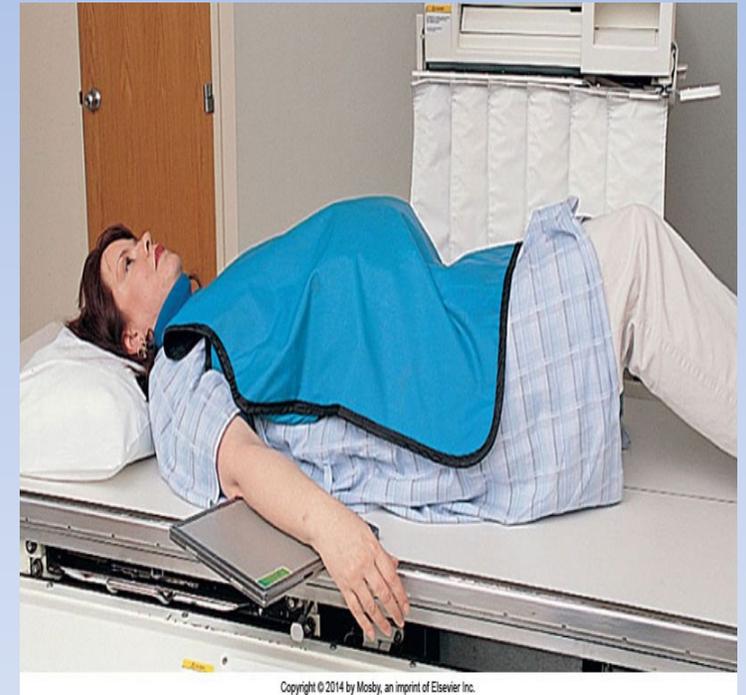
- **Considerações Especiais para Raios X Móveis:**
 - Os raios X móveis apresentam maiores riscos para as áreas circundantes, por isso precauções de segurança são essenciais.
- **Dicas de Segurança:**
 - Fique a pelo menos 2 metros de distância do paciente e posicione-se em um ângulo de 90 graus para evitar a radiação dispersa.
- **Exemplo:** Use escudos de chumbo portáteis em uma sala de hospital ao realizar raios X móveis para proteger as pessoas próximas.

Cuidados Especiais para Pacientes Grávidas

- **Gravidez e Radiação:**

- Adiar raios X não urgentes até após a gravidez, quando possível.
- Usar proteção.
- Usar fatores de exposição mais baixos se um raio X for necessário.

- **Exemplo:** Um avental de chumbo sobre o abdômen protege o feto em desenvolvimento, e alternativas como ultrassom devem ser consideradas primeiro.



Proteção Radiológica Pediátrica

- **As Crianças São Mais Sensíveis à Radiação:**
 - Use doses mais baixas e proteção, pois as crianças têm um risco maior de efeitos a longo prazo.
- **Técnicas para Imagem Pediátrica:**
 - Limite a área de raio X.
 - Ajuste as configurações de exposição.
 - Use ferramentas de imobilização para ajudar as crianças a ficarem imóveis.

Reduzindo a Exposição à Radiação Ionizante para Profissionais de Imagem

- A exposição de profissionais de imagem pode ser substancialmente reduzida por meio de:
 - Limites de Exposição Ocupacional e o Princípio ALARA
 - Regras Cardinais e Lei do Inverso do Quadrado (ISL)
 - Vestuário de Proteção para Profissionais de Saúde
 - Vestuário de Proteção para Gestantes e Diretrizes de Dosimetria
 - Dicas de Segurança para Fluoroscopia e Raios X Móveis para Radiologistas
 - Segurança em Salas de Raios X – Proteção por Barreiras
 - Sinais de Advertência de Radiação e Requisitos para Salas

Limites de Exposição Ocupacional e o Princípio ALARA

- **Limites de Exposição Ocupacional:**
 - Os limites anuais garantem que os profissionais de saúde não sejam superexpostos à radiação. Siga as diretrizes para monitorar a exposição e manter-se seguro.
- **Princípio ALARA:**
 - Significa "Tão Baixo Quanto Razoavelmente Exequível" — reduza a exposição limitando o tempo, aumentando a distância e usando proteção.

Princípios Cardeais da Proteção Radiológica

- **Os Três Princípios Cardinais:**
 - **Tempo:** Reduzir o tempo de exposição à radiação sempre que possível. Por exemplo, minimizar o tempo de feixe ligado durante a fluoroscopia.
 - **Distância:** Usar a Lei do Inverso do Quadrado (ISL): Isso significa que aumentar a distância da fonte de raios X reduz significativamente a exposição; por exemplo, mantendo-se a pelo menos 2 metros de distância durante um raio X móvel.
 - **Blindagem:** Usar barreiras, como aventais de chumbo e paredes revestidas de chumbo, para se proteger contra a radiação.
- **Por Que São Importantes:** Estes princípios formam a base de práticas seguras para pacientes e operadores.

Lei do Inverso do Quadrado (ISL) – O Efeito da Distância

- **Lei do Inverso do Quadrado:**

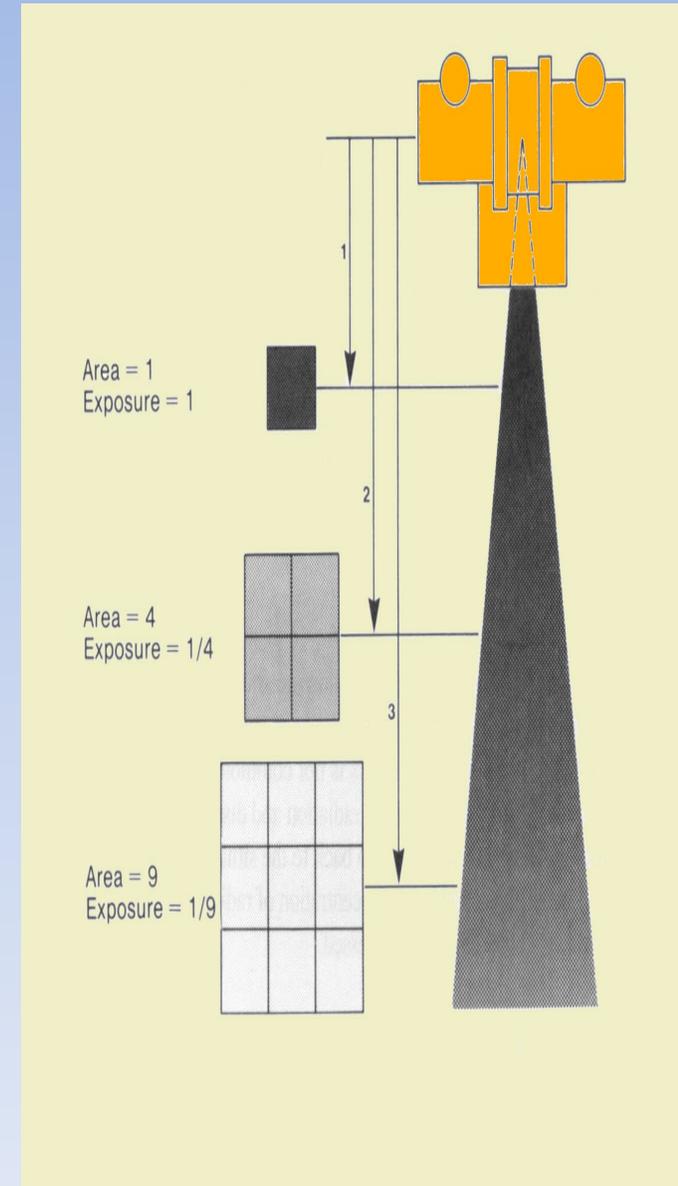
- A intensidade da radiação diminui com o quadrado da distância da fonte, o que significa que dobrar a distância reduz a intensidade para um quarto.

- **Fórmula: $I_2/I_1 = (d_1^2)/(d_2^2)$**

- **Lei do Inverso do Quadrado:** A equação representa a **Lei do Inverso do Quadrado**, onde:

- I_2/I_1 é a razão entre as intensidades da radiação a duas distâncias diferentes.
- d_1 e d_2 são as distâncias em relação à fonte para as intensidades I_1 e I_2 .

- **Exemplo:** Se a exposição a 1 metro é de 400 mR, ao mover-se para 2 metros, ela reduz-se para 100 mR. Isso é crucial durante raios X móveis, onde manter a distância minimiza a exposição para a equipe e outros.



Roupa de Proteção para Profissionais de Saúde

- **Tipos de Vestuário:**

- **Aventais de Chumbo:** Usados sobre o torso para proteger contra radiação dispersa.

- **Protetores de Tireoide e Óculos de Chumbo:** Protegem áreas sensíveis contra raios X dispersos.

- **Manutenção:** Armazene os aventais na posição plana para evitar rachaduras, que reduzem sua qualidade protetora.



Roupas de Proteção para Maternidade e Diretrizes de Dosimetria

- **Roupas de Proteção Maternidade:**
 - Os aventais de maternidade devem fornecer 0,5 mm de proteção em chumbo por toda a sua área.
 - Um painel de chumbo de 1 mm deve ser adicionado ao longo do avental para proteger o embrião-feto.
- **Políticas de Dosimetria:**
 - As trabalhadoras grávidas devem usar um dosímetro ao nível do colarinho para monitorizar a exposição.
 - Outro dosímetro, usado sob o avental na região abdominal, monitora a exposição à radiação do embrião-feto.
 - Os serviços de monitorização da radiação devem fornecer relatórios mensais sobre a exposição tanto para a trabalhadora quanto para o embrião-feto.

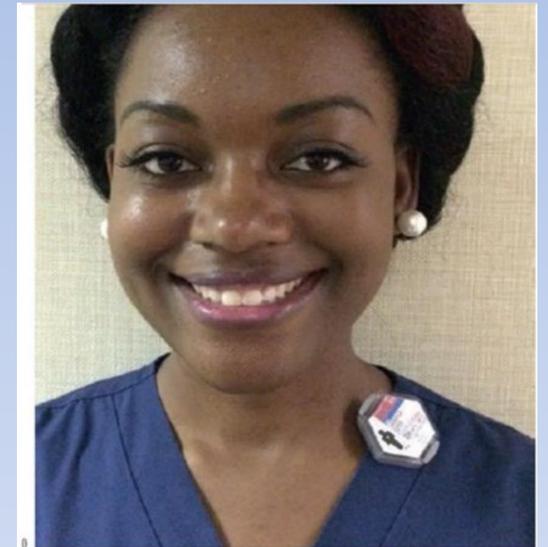


Figure 5-1 To approximate the maximum radiation dose to the thyroid and the head and neck during routine radiographic procedures, the primary personnel monitor should be attached to the clothing on the front of the body at collar level.

Dicas de Segurança para Radiografistas em Fluoroscopia e Raio-X Móvel

- **Durante a Fluoroscopia:**
 - Fique atrás de barreiras de proteção sempre que possível, limite o tempo perto do paciente e use cortinas protetoras.
- **Raios X Móveis:**
 - Mantenha-se a pelo menos 2 metros de distância e posicione-se em um ângulo de 90 graus em relação ao paciente para evitar radiação dispersa.



Copyright © 2014 by Mosby, an imprint of Elsevier Inc.



Copyright © 2014 by Mosby, an imprint of Elsevier Inc.

Segurança em Salas de Raios-X – Proteção de Barreiras

- **Barreiras de Proteção contra Radiação:**
 - As salas de raios X são equipadas com paredes e portas revestidas de chumbo para manter a radiação dentro da sala e proteger as pessoas próximas.
 - **Janelas de Observação:** Feitas de vidro com chumbo para monitoramento seguro dos pacientes.

Sinais de Aviso de Radiação e Requisitos da Sala

- **Importância dos Sinais de Advertência de Radiação:**
 - Sinais visíveis nas áreas de raios X lembram a equipe e os visitantes dos riscos de radiação, garantindo que apenas o pessoal autorizado esteja presente durante os exames.
- **Padrões de Segurança da Sala:** As salas de raios X devem ter portas fechadas e revestidas de chumbo durante a exposição para proteger aqueles que estão do lado de fora.

