

Unidade Curricular: Manutenção e Calibração de Equipamentos

Prof. Luciano Santa Rita Oliveira

Tecnólogo em Radiologia

Especialista em Gestão da Saúde e Administração Hospitalar

e-mail:tecnologo@lucianosantarita.pro.br

Conteúdo

- Unidade de Radiologia Ideal
- Gerência de Equipamentos Médicos Hospitalares (EMH)
- Manutenção de EMH
- Gestão de Manutenção de Equipamentos de Radiologia Convencional
- Controle de Qualidade em Radiodiagnóstico: Aspectos Iniciais
- Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas
- Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X

Unidade de Radiologia Ideal

- Dados de **2003** informam que em torno de **U\$ 500 milhões** são gastos no país com **equipamentos para diagnóstico por imagem**.

Unidade de Radiologia Ideal

- Os serviços de radiodiagnóstico são organizações complexas onde a qualidade do produto final – imagem radiológica e laudo – deve ter um apoio sólido da instituição de saúde.
- O maior nível de informação dos usuários (paciente/clientes) e a grande evolução tecnológica dos equipamentos utilizados, tornaram a implantação dos programas de qualidade uma necessidade e um elemento estratégico para o planejamento e a gestão eficiente dos recursos.

Unidade de Radiologia Ideal

- Buscando atender a necessidade de padronizar, a nível nacional, os requisitos de proteção radiológica em radiodiagnóstico, e garantir a qualidade dos serviços prestados à população o Ministério da Saúde estabeleceu, em 1998, o Regulamento Técnico “Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico” conhecido como - **Portaria 453.**

Unidade de Radiologia Ideal

- A Portaria 453/98, além da atribuição principal citada, traz a **exigência** de implantação de um programa de controle de qualidade que entre outros pontos:
 - **Incluir** um **programa** de **manutenção** dos equipamentos de raios X e processadoras (cap. 3.9 ix).

Unidade de Radiologia Ideal

- Apoiando-se na legislação vigente no país, Targino Rodrigues dos Santos em sua dissertação de mestrado
 - *“Programa de Controle de Qualidade para Unidades de Radiologia Diagnóstica no Município de Florianópolis”*
- propõe requisitos mínimos necessários para o funcionamento de uma unidade de radiologia ideal.

Unidade de Radiologia Ideal

- Para cada sala de exame:
 - Equipamento radiológico em perfeito estado de funcionamento, com manutenção preventiva, colimador, luz de foco, goniômetro, maca regulável na altura e braço de ampola giratório;
 - Além da presença de diversos acessórios como:
 - *espessômetro, goniômetro de mesa, chassis leves com écran de base verde em quantidade adequada, óculos com vidro plumbífero, protetor de gônadas plumbíferos, aventais de chumbo, sinalização e blindagem adequada.*

Unidade de Radiologia Ideal

- Para cada sala de centro cirúrgico:
 - Equipamento radiológico portátil com colimador, luz de foco, braço regulável de altura e angularidade, ampola giratória e cabo disparador com no mínimo dois metros de extensão;
 - Manter em quantidade de quatro de cada equipamento de segurança já listado, a ser utilizado pelos profissionais Médicos Cirurgião e Anestesista, pelo Auxiliar e pelo Técnico de Radiologia:

Unidade de Radiologia Ideal

- Para cada **Neo-natal**:
 - Um equipamento radiológico **portátil** adequado para recém-nascido, com colimador, luz de foco, braço regulável de altura e angularidade, ampola giratória e cabo disparador com no mínimo dois metros de extensão;
 - Além da presença de diversos acessórios como:
 - *óculos com vidro plumbífero, protetor de gônadas plumbíferos, aventais de chumbo e três* biombos plumbíferos móveis para isolamento do paciente a ser radiografado .

Unidade de Radiologia Ideal

- Para cada câmara escura:
 - Revestimento e porta dupla de segurança para impedir a entrada de luz externa;
 - Processadora automática com manutenção preventiva;
 - Tanques de revelador e fixador externos à câmara escura;
 - Padronização dos filmes, fixador e revelador, no que tange a marca do produto;
 - Foco de luz de segurança;
 - Exaustor de ar;
 - Ar condicionado.

Unidade de Radiologia Ideal



Unidade de Radiologia Ideal



Unidade de Radiologia Ideal



Unidade de Radiologia Ideal

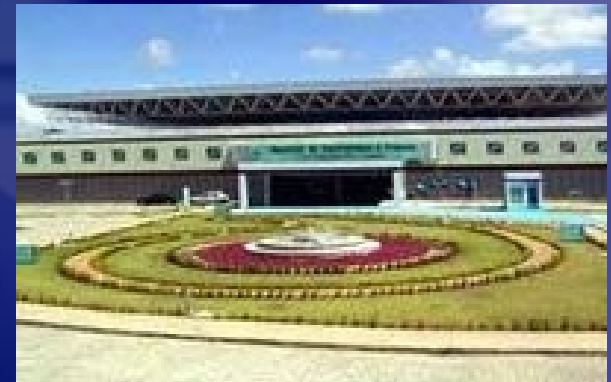
- A eficácia e o sucesso de um estudo radiológico **depende** da produção de imagens com qualidade diagnóstica. Radiografias sem qualidade **diminuem** a probabilidade de diagnóstico correto, **desacreditando** a imagem radiológica como instrumento eficaz de gerar este diagnóstico, ocasionando a realização de outros exames e **comprometendo** a qualidade percebida pelo cliente de saúde do serviço prestado.

Unidade de Radiologia Ideal

- Segundo Thomaz Ghilardi, um defeito isolado pode ser momentaneamente compensado modificando outro fator em outro ponto porém, solucionando somente por um instante o problema, e o que é pior, desestabilizando todo o processo de obtenção de uma imagem radiológica com qualidade diagnóstica.

Manutenção e Calibração de EMH

- Unidade de radiologia ideal
- Gestão de EMH
- Gestão de Manutenção de EMH: Radiologia Convencional
- Controle de Qualidade em Radiodiagnóstico:
 - Aspectos Iniciais
 - Processadoras Automáticas
 - Aparelhos de Raios X



Gerência de EMH

- No Brasil, a desigualdade regional é uma barreira importante no estabelecimento de rotinas que possibilitem uma análise adequada sobre a tecnologia em saúde ideal a realidade dos estabelecimentos de assistência a saúde
- São Hospitais e clínicas de diferentes portes, ligados uns mais a pesquisa e outros economicamente labutando na tentativa de sobrevivência a crise econômica nacional.

Gerência de EMH

**Afinal, quanto o investimento
em tecnologia pode trazer
de lucro e quanto de
economia?**

Gerência de EMH

- O aumento da complexidade dos equipamentos impõe o seu gerenciamento eficaz, principalmente pela sofisticação de diversos componentes e mecanismos que necessitam de controles, revisões e manutenções periódicas e preventivas.

Gerência de EMH

- A Gerência de EMH permite que as unidades hospitalares administrem seus equipamentos desde a aquisição até o abandono, identificando recursos ineficientes ou não adequados a determinada instituição, e provendo aos profissionais de saúde garantia, segurança, confiança e eficiência no uso máximo da capacidade destes equipamentos.

Gerência de EMH

- A decisão por novos equipamentos em substituição aos já existentes ou a continuidade de uso dos mesmos pode ser obtida através de procedimentos ou programas que embasem uma gestão eficiente:

- Aquisição
- Instalação
- Treinamento
- Manutenção e
- Resultado



Gerência de EMH

- Procedimentos ou programa de aquisição
 - Através deste procedimento consegue-se especificação, viabilidade e planejamento para aquisição;
 - Viabiliza um cadastro dos equipamentos existentes com as informações necessárias para seu controle como:
 - *valor de compra, histórico, setor onde está localizado, defeitos e falhas apresentados, quantidades de horas utilizadas, etc;*
 - Com informações adequadas de fornecedores defini-se a justificativa da necessidade de compra para a unidade, faz-se a previsão de retorno esperado quanto ao custo e a melhor condição de compra (aquisição, alienação, leasing) bem como o fornecedor mais adequado.

Gerência de EMH

- Procedimentos ou programa de instalação
 - Este programa tem uma importância muito grande, pois uma instalação correta obedecendo todas as normas técnicas para seu funcionamento, aumenta consideravelmente a vida útil do equipamento.
 - A evolução tecnológica dos equipamentos hospitalares, requer maior atenção no seu sistema de instalação, trazendo melhorias significativas para a manutenção dos equipamentos, reduzindo, ao longo do tempo, o número de falhas ou defeitos apresentados.

Gerência de EMH

- Procedimentos ou programa de **treinamento**
 - São **fundamentais** para a utilização correta dos equipamentos implantados, por ser a **má utilização** um dos principais causadores de danos.
 - Um programa de treinamento deve abranger:
 - *Campanhas educativas, reciclagem, pesquisas e eventos além de treinamento contínuo dos operadores através de programas de educação continuada.*
 - Outras ações, não menos importantes, devem constar do programa como manuais de operações e serviços através de cláusulas contratuais pós-venda.

Gerência de EMH

- Procedimentos ou programa de manutenção
 - É um programa amplo e fundamental para o aumento da capacidade, vida útil e aproveitamento integral dos equipamentos, e será objeto de um estudo mais aprofundado em aula específica. Por hora, faremos uma descrição geral dos principais pontos:
 - *Redução de quebras;*
 - *Diminuição dos sítios de infecções hospitalares em função da limpeza freqüente dos equipamentos.*
 - *Eliminação parcial de manutenção por períodos extensos;*
 - *Calibração dos equipamentos.*

Gerência de EMH

- Procedimentos ou programa de resultado
 - Bem elaborado, aumenta a vida útil dos equipamentos, identificando as causas de maior ocorrência das falhas apresentadas.
 - Pode ser exercido através de relatórios mensais, por setores, onde são cadastradas as ordens de serviço.
 - Os dados obtidos podem ser avaliados na periodicidade estabelecida possibilitando identificar:
 - *incidências de falhas, constatação de uso indevido, falta de treinamento ou problemas de fabricação.*
 - Através deste programa pode-se avaliar o desempenho e a eficiência da gerência de EMH adotada.

Gerência de EMH

- A gerência de EMH vem sendo uma preocupação crescente nos Estabelecimentos de Assistência a Saúde - EAS, em função dos custos e complexidades dos equipamentos.
- As instituições devem realizar aquisições corretas e de forma planejada para uma utilização mais racional de seus recursos financeiros e tecnológicos.

Gerência de EMH

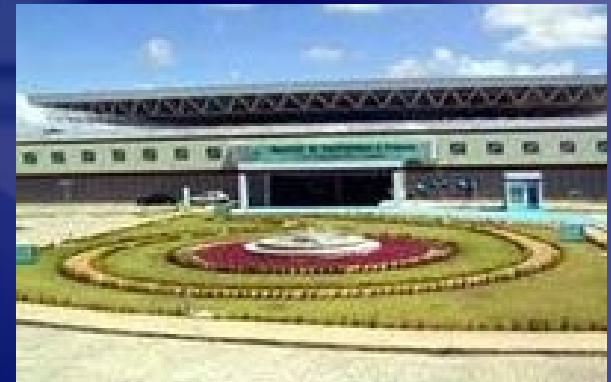
- A indústria de equipamentos do setor de saúde tem apresentado um **acelerado crescimento**, o que torna **fundamental** o **controle** e a gerência das necessidades prioritárias das instituições para aquisições relevantes que tragam benefícios efetivos aos pacientes.

Gerência de EMH

- Dados de 2003 informam que em torno de U\$ 500 milhões são gastos no país com equipamentos para diagnóstico por imagem.
- Toda e qualquer compra de equipamento deve ser planejada, evitando-se modelos que não seriam prioridades para a sua unidade de saúde.

Manutenção e Calibração de EMH

- Unidade de radiologia ideal
- Gestão de EMH
- Gestão de Manutenção de EMH: Radiologia Convencional
- Controle de Qualidade em Radiodiagnóstico:
 - Aspectos Iniciais
 - Processadoras Automáticas
 - Aparelhos de Raios X



Manutenção de EMH

- Manutenção
 - *Corretiva – MC;*
 - *Preventiva – MP;*
 - *Preditiva – MPd;*
 - *Centrada em confiabilidade – MCC*
- Calibração e Ensaio



Manutenção de EMH

- O termo manutenção tem origem no âmbito militar, passando a ser aplicado na indústria apenas no período pós-Segunda Guerra Mundial (1950) nos Estados Unidos.
- Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – *ABNT* manutenção:
 - *é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.*

Manutenção de EMH

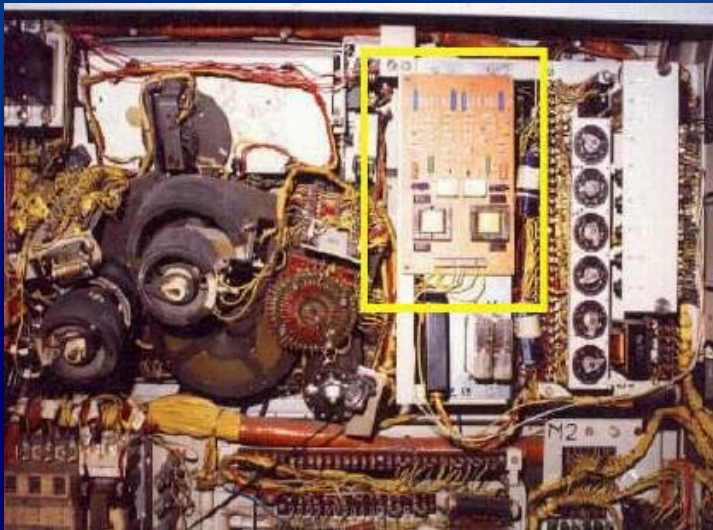
- Segundo a Organização Pan-Americana de Saúde (**OPAS**), dos equipamentos existentes, o percentual de *indisponibilidade* por *falta* de algum aspecto referente a gerência de EMH oscila entre *30%* e um *intolerável* teto de *96%*, dependendo do tipo, especialidade, complexidade do hospital.

Manutenção de EMH

- O processo de gerenciamento da manutenção sofreu importantes transformações, principalmente nos últimos 25 anos.
- Essa evolução deu-se, sobretudo, pelas exigências de mercado, que determinaram, a necessidade de redução.
- As mudanças ocorridas podem ser caracterizadas por quatro gerações distintas:
 - manutenção **corretiva** (MC),
 - manutenção **preventiva** (MP),
 - manutenção **preditiva** (MPd) e
 - manutenção **centrada em confiabilidade** (MCC).

Manutenção de EMH

- Manutenção *Corretiva* - MC



Manutenção de EMH

- Manutenção ***Corretiva***

- Política de manutenção **predominante** em qualquer EAS, na grande maioria das vezes, a **única** empregada;
- Realidade encontrada em países em desenvolvimento, onde a preocupação é **restaurar** o equipamento, **não importando** a verificação de sua funcionalidade e segurança;
- Técnica de gerência que **espera** pela falha da máquina ou equipamento, antes que seja tomada qualquer ação de manutenção;

Manutenção de EMH

- Manutenção **Corretiva**
 - Os maiores **dificuldades** associadas com este tipo de gerência de manutenção são:
 - **Altos custos** de peças sobressalentes;
 - **Altos custos** de trabalho extra;
 - **Elevado tempo** de paralisação da máquina ou equipamento, e
 - **Baixa disponibilidade** de produção ou horas de execução da atividades

Manutenção de EMH

- Manutenção **Corretiva**

- Segundo um estudo da Associação Brasileira de Manutenção – **ABRAMAN**, envolvendo vinte setores da indústria brasileira, dentre eles o hospitalar, indicou a supremacia da manutenção corretiva - MC.
- A **ABRAMAN** afirma que no BRASIL (dados de 2003) a MC representa 27,92% dos recursos de hospitais privados aplicados na manutenção.
- Segundo Lucatelli & Garcia em “O papel da metrologia na gestão da manutenção hospitalar” o índice no Hospital Universitário da Universidade Federal de Florianópolis é de 90%.

Manutenção de EMH

- Manutenção *Preventiva* - MP



Manutenção de EMH

- Manutenção *Preventiva*

- Iniciada há 30 anos nos Estados Unidos, por influência da sua utilização na indústria a partir de 1950.
- Estendida aos equipamentos dos EAS, sobretudo em razão da pressão exercida pela sociedade para a prestação de serviços mais seguros e confiáveis.
- No Brasil a manutenção preventiva de equipamentos hospitalares surgiu no final da década de 80, com o objetivo de diminuir custos e prolongar a vida útil dos equipamentos.

Manutenção de EMH

- Manutenção *Preventiva*

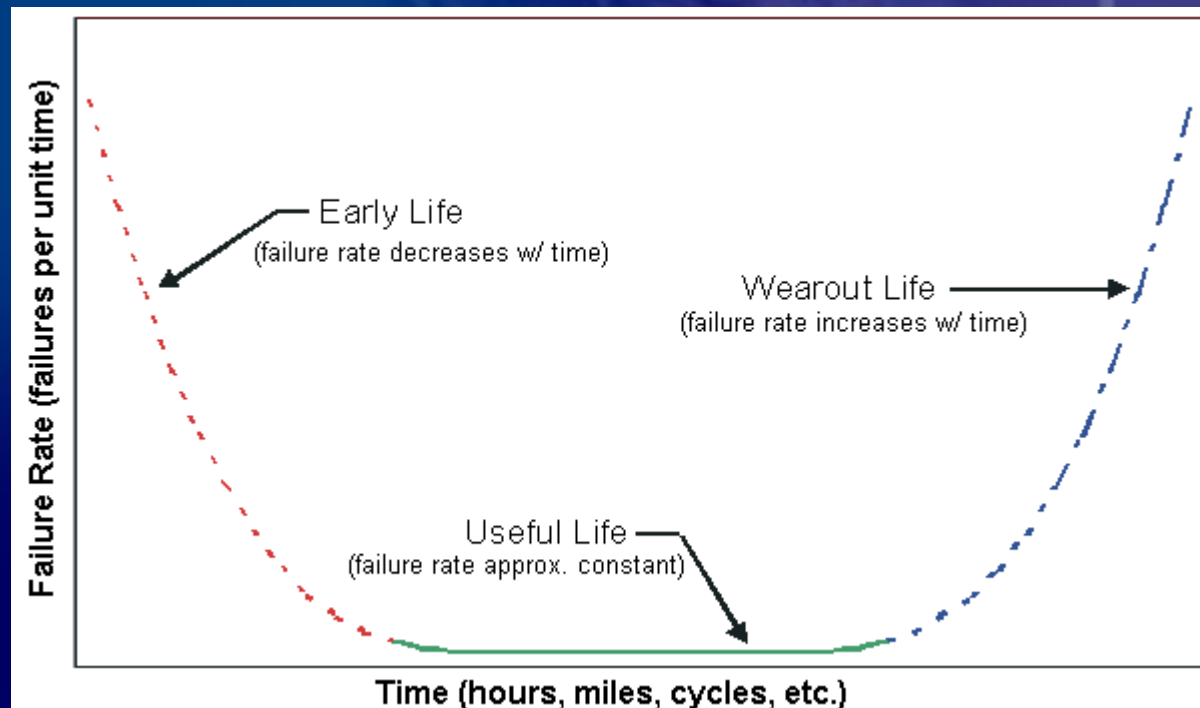
- Ao contrário da manutenção corretiva que visa ação corretiva de uma falha ocorrida, a manutenção preventiva (MP) caracteriza-se por procedimentos que ***visam antecipar-se à falha*** e corrigi-la.
- No entanto um planejamento faz-se necessário para que se evite estratégias puramente curativa (MC) ou totalmente programadas (MP) afim de se evitar desperdícios de recursos tanto humanos quanto financeiros.

Manutenção de EMH

- Manutenção *Preventiva*
 - Entra as *vantagens* da aplicação da MP encontram-se:
 - *redução* das horas improdutivas;
 - *aumento* da vida útil do equipamento;
 - *aumento* do índice de confiabilidade;
 - *aumento* do valor de revenda;
 - além da *redução* dos custos operativos totais de manutenção.

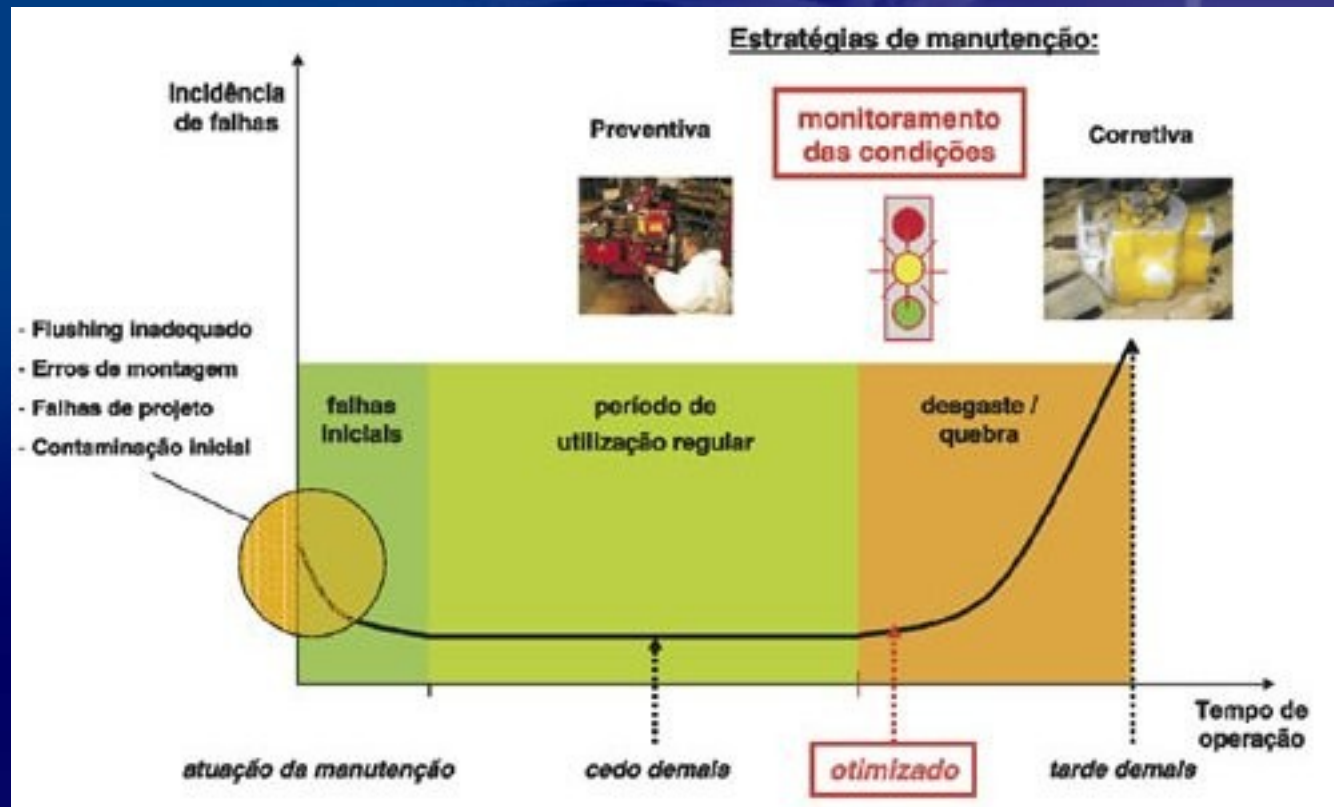
Manutenção de EMH

- Manutenção *Preventiva*
 - Curva de Tempo Médio para Falha – CTMF (*Curva da banheira*)



Manutenção de EMH

- Manutenção *Preventiva*
 - Curva de Tempo Médio para Falha – CTMF (*Curva da banheira*)



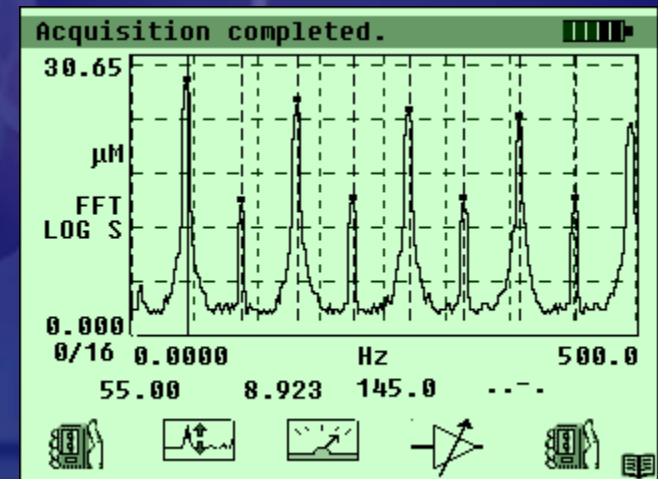
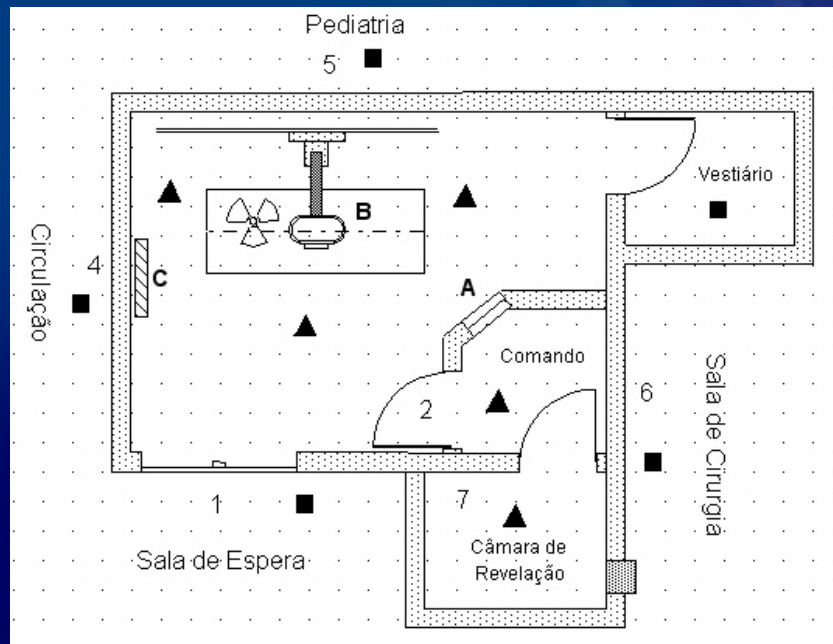
Manutenção de EMH

- Manutenção *Preventiva*

- Talvez a diferença mais importante entre manutenção corretiva e preventiva seja a capacidade de programar o reparo quando ele terá o menor impacto sobre as atividades dos EAS.
- A maioria dos EAS, em especial os serviços de produção de imagem radiológica, possuem um ritmo de trabalho intenso e portanto, o tempo perdido dificilmente pode ser recuperado.

Manutenção de EMH

- Manutenção *Preditiva (MPd)* ou *Baseada na Condição*



Manutenção de EMH

- Manutenção *Preditiva*

- Surgida no início da década de 80, possibilita o acompanhamento das variáveis ou parâmetros que indicam o desempenho dos equipamentos, visando, dessa forma, definir a necessidade ou não de uma intervenção.
- Atua nas condições de funcionamento dos equipamentos através de monitoramento e coleta de dados, diferenciando-se da manutenção preventiva, que tem atuação no equipamento.

Manutenção de EMH

- Manutenção *Preditiva*

- A premissa comum da manutenção preditiva é corrigir falhas potenciais antes da deterioração, quebra ou danos irreversíveis:

- Primeiro - através do estabelecimento do diagnóstico, detectando a irregularidade e quantificando a origem e a gravidade do defeito;
 - Segundo - pela análise de tendências, determinando os limites para a programação e execução dos reparos.

Manutenção de EMH

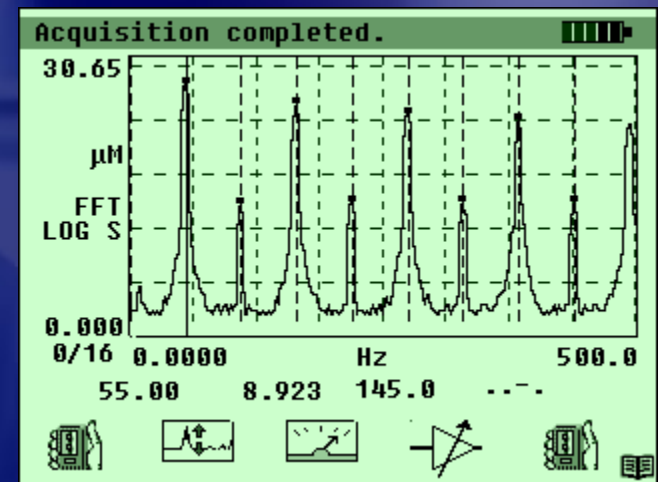
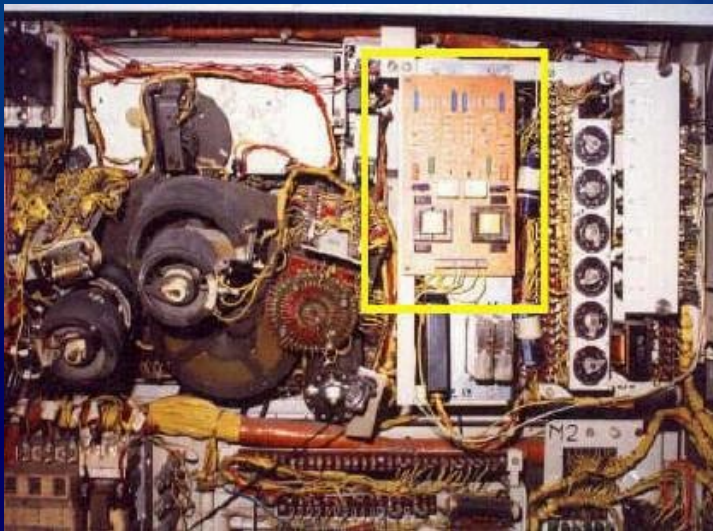
- Manutenção *Preditiva*

- Apesar de sua inegável eficácia, não pode ser aplicada a todo e qualquer equipamento, pois exige um grande investimento de recursos iniciais, tecnológicos ou humanos, para a coleta e tratamento do volume de dados disponível.

- *Um programa de instalação mal executado pode inviabilizar a utilização de uma manutenção preditiva.*

Manutenção de EMH

- Manutenção *Centrada em Confiabilidade - MCC*



Manutenção de EMH

- Manutenção *Centrada em Confiabilidade*
 - No processo evolutivo da manutenção *nenhuma* das três fases de manutenções descritas deixaram de ser executadas em razão do surgimento da outra.
 - Da *correta utilização* das técnicas, distintas para cada política, dependerá o *sucesso ou o fracasso* deste programa de manutenção.
 - *Gera* o estabelecimento de uma *metodologia* custo-efetiva capaz de *manter* os *benefícios* alcançados através das fases de manutenção analisadas indo ao encontro das necessidades presentes nos EAS.

Manutenção de EMH

- Manutenção ***Centrada em Confiabilidade***
 - Uma manutenção centrada na confiabilidade ou ainda planejada, sofre influência:
 - *Do tipo de instalação;*
 - *Do porte do equipamento hospitalar;*
 - *Da complexidade do equipamento;*
 - *Da confiabilidade desejada recursos disponíveis habilitação; e*
 - *Da experiência em cada uma das técnicas apresentadas.*

Manutenção de EMH

- Calibração e Ensaio de EMH



Manutenção de EMH

- Calibração e Ensaios de EMH
 - Os EMH precisam estar mantenidos, aferidos e/ou calibrados para que sua permanência em serviço não resulte em falhas que afetem de forma significativa sua qualidade e a percepção da mesma pelos clientes;
 - Falhas que podem ter conseqüências:
 - **Econômicas/operacionais**: afetam a capacidade operacional,
 - **Segurança** :podem ferir, machucar ou matar alguém;
 - **Sociais** : represamento de exames, consultas ou cirurgias

Manutenção de EMH

- Equipamentos de raios X utilizados para diagnóstico no Brasil em 1999 - IRD/CNEN

Aplicação	Região					Total
	Sul	Sudeste	Centro-oeste	Norte	Nordeste	
Odontológico	15000	60000	10000	5000	15000	105000
Convencional	3000	15000	2000	1000	5000	26000
Mamografia	307	1286	152	57	347	2149
Tomografia	198	945	107	48	257	1555

Manutenção de EMH

- Calibração e Ensaio de EMH
 - A **Portaria 453** **obriga** os EAS no setor de radiodiagnóstico médico e odontológico a aplicarem sistemas de controle de qualidade e para tal requer que instrumentos **calibrados** e adequados estejam disponíveis.
 - No Rio de Janeiro apenas o **LCR** – **Laboratório de Ciências Radiológicas**, pode emitir **laudo** atestando que um aparelho de raios X está de acordo com a legislação.
 - **<http://www.lcr.uerj.br>**

Manutenção de EMH

- Calibração e Ensaio de EMH
 - A ausência desse laudo constitui uma não conformidade grave perante a VISA, expondo pacientes, trabalhadores e indivíduos do público a doses desnecessárias de radiação ionizante além de contribuir para um diagnóstico errado, impreciso ou tardio, dificultando ou inviabilizando o tratamento.
 - Infelizmente a infra-estrutura existente no país ainda não é suficiente para prover os serviços de calibração necessários.

Gestão da Manutenção de EMH

- Situação nos EAS no município do Rio de Janeiro
- Gestão da manutenção – Ciclo de PDCA
- Gestão da manutenção de Equipamentos de Raios X



Gestão da Manutenção de EMH

- Dados para se analisar:
 - O custo de aquisição de EMH pode atingir 75% do valor da construção civil do hospital;
 - O mercado brasileiro movimenta cerca de US\$ 1,3 bilhão/ano de EMH, sendo US\$ 500 milhões para o setor de diagnóstico por imagem;
 - Estima-se a incorporação de 729 tomógrafos, entre 1993 a 1999 e sabe-se que uma troca do tubo tem um valor médio de U\$ 50.000.

Gestão da Manutenção de EMH

- No Brasil a Portaria 453/98 exige que:
 - os serviços de radiodiagnóstico **implantem** um programa de garantia de qualidade, **incluindo** programa de manutenção dos equipamentos de raios X e processadoras - Cap. 3.9 ix;
 - as instalações e seus equipamentos de raios X **atendam** as condições exigidas neste regulamento, **devendo** prover serviço adequado de manutenção periódica - Cap. 3.25;
 - **todo** equipamento de raios X diagnóstico **deve** ser mantido em condições adequadas de funcionamento e submetido regularmente a verificações de desempenho - Cap. 4.44.

Gestão da Manutenção de EMH

- Situação nos EAS no município do Rio de Janeiro:
 - Os EAS normalmente não elaboram um plano anual de manutenção com a previsão dos serviços de manutenção a serem realizados;
 - Na sua grande maioria, a manutenção só é feita quando solicitada pela pessoa diretamente afetada pela falha do equipamento;
 - Segundo a ABRAMAN, o setor de manutenção hospitalar representa de 5 a 10% do faturamento dos hospitais;

Gestão da Manutenção de EMH

- Situação nos EAS no município do Rio de Janeiro:
 - A ausência de um programa de gerenciamento da manutenção de EMH traz falta de confiabilidade nos serviços executados;
 - Urge a necessidade de se criarem estruturas de gerenciamento, na medida em que a organização pode abdicar de fazer os serviços (terceirizar), mas não deve deixar de exigir qualidade e preço justo no que é feito.

Gestão da Manutenção de EMH

- Gestão da manutenção – Ciclo de PDCA
 - O modelo de gestão que serve de base nesta análise foi desenvolvido por Nelson Fraga do Couto para o Hospital Universitário Clementino Fraga Filho visando a melhoria dos serviços, valorização e aperfeiçoamento de profissionais e redução do custo ;
 - A elaboração de um modelo de gestão de manutenção EMH, principalmente emissores de raios X, deve buscar a melhoria contínua da qualidade, embasando um programa de controle de qualidade a ser implantado no serviço de radiodiagnóstico, como orienta a Portaria 453/98.

Gestão da Manutenção de EMH

- Gestão da manutenção – Ciclo de PDCA
 - Para que haja um efetivo controle desta gestão, o programa deve fazer uso de um ciclo de Planejamento–Execução–Verificação–Atuação corretiva (PDCA – “plan”, “do”, “check”, “action”).
 - O ciclo de PDCA é uma ferramenta imprescindível, pois
 - permite a visualização da rotina estabelecida, podendo, ao longo do tempo, realizar melhorias no serviço prestado, proporcionando mais confiança para os profissionais que utilizam os equipamentos.
 - viabiliza estudo de custos e vida útil de cada equipamento, possibilitando ao gestor traçar metas em relação ao uso de cada equipamento.

Gestão da Manutenção de EMH

- Gestão da manutenção – Ciclo de PDCA
 - O controle do processo gerencial pelo ciclo PDCA:
 - Planejamento - Estabelecimento de um sistema que inclui os padrões de procedimento, os padrões técnicos, os padrões de controle e os manuais de treinamento;
 - Execução - Execução das tarefas exatamente como previstas no plano e coleta de dados para verificação do processo;
 - Verificação - A partir dos dados coletados na execução, compara-se a meta realizada com a planejada;
 - Atuação corretiva - Etapa em que o gerente detecta desvios e atua no sentido de fazer correções, preferencialmente definitivas, de modo que o problema não volte a ocorrer.

Gestão da Manutenção de EMH

- Gestão da manutenção de Equipamentos de Raios X
 - Deve atender às exigências legais da Portaria 453/98 - itens 3.9 ix, 3.25, 3.31 (b), 3.55 (c) e 4.44 - e ser um modelo atual, utilizando ferramentas da administração moderna para o efetivo sucesso no gerenciamento, levando em conta:
 - *infra-estrutura do serviço de radiodiagnóstico;*
 - *implantação do modelo de manutenção;*
 - *dinâmica do modelo de manutenção;*
 - *avaliação da qualidade do serviço executado e a percepção da mesma pelo cliente interno.*

Gestão da Manutenção de EMH

- Gestão da manutenção de Equipamentos de Raios X
 - Avaliação inicial da infra-estrutura do serviço de radiodiagnóstico, possibilitando:
 - *conhecimento mais apurado e maior familiaridade com os equipamentos;*
 - *utilização de manutenção corretiva, preventiva e/ou preditiva;*
 - *escolha adequada da execução do processo de manutenção – terceirizado, próprio ou misto;*
 - *supervisão melhor e mais efetiva da execução da tarefa;*
 - *aumento de sua segurança e desempenho.*

Gestão da Manutenção de EMH

- Gestão da manutenção de Equipamentos de Raios X
 - Como resultado da avaliação da infra-estrutura do serviço de radiodiagnóstico do EAS pode-se obter algumas respostas:
 - *os equipamentos utilizados são antigos ?*
 - *os equipamentos estão operacionais ?*
 - *possuem manutenção preventiva ou preditiva ?*
 - *é executada apenas manutenção corretiva ?*
 - *existe algum programa de manutenção ?*
 - *todos os reparos são terceirizados ?*
 - *se são parcialmente terceirizados, quem os executa no EAS está capacitado ?*

Gestão da Manutenção de EMH

- Gestão da manutenção de Equipamentos de Raios X
 - Implantação do modelo de manutenção:
 - Uma vez feita a avaliação da infra-estrutura as informações obtidas devem ser armazenadas (em um banco de dados) para que exista um controle no gerenciamento da manutenção e torne eficiente o processo de utilização dos recursos disponíveis na EAS.
 - Deve ser destacado as características do executor ou gerente deste modelo de manutenção. Ele deve ser capaz de garantir a funcionalidade, calibração e segurança dos EMH e para tal deve possuir sólidos conhecimentos dos equipamentos utilizados das radiações ionizantes e seus riscos associados além da anatomia e fisiologia humana.

Gestão da Manutenção de EMH

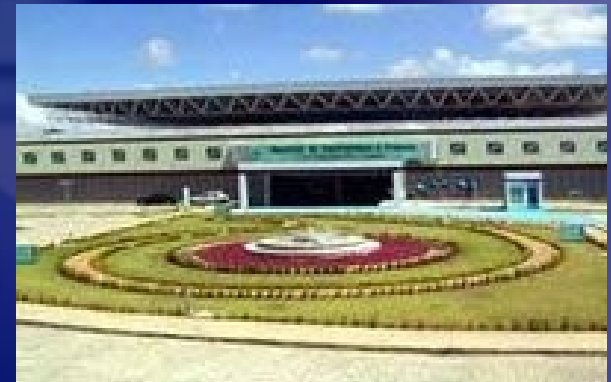
- Gestão da manutenção de Equipamentos de Raios X
 - Dinâmica do modelo de manutenção:
 - Primeiro será analisada a disponibilidade de recursos e critérios da *aprovação das ordens de serviço*.
 - Segundo é a execução do serviço e o seu acionamento, quando será emitida uma *ordem de serviço*.
 - Caso a manutenção realizada não seja satisfatória, o processo deverá ser repetido, de modo que qualquer falha no planejamento e/ou execução seja corrigida.

Gestão da Manutenção de EMH

- Gestão da manutenção de Equipamentos de Raios X
 - Avaliação e percepção da qualidade do serviço realizado:
 - É importante que haja não só avaliação do modelo de gerenciamento de manutenção adotado, mas também uma maneira de se aferir a percepção de qualidade do serviço executado pelo cliente interno.
 - A integração dos profissionais envolvidos, da administração e direção da EAS aumenta, e muito, as possibilidades de êxito do mesmo.

Manutenção e Calibração de EMH

- Unidade de radiologia ideal
- Gestão de EMH
- Gestão de Manutenção de EMH: Radiologia Convencional
- Controle de Qualidade em Radiodiagnóstico:
 - Aspectos Iniciais
 - Processadoras Automáticas
 - Aparelhos de Raios X



Manutenção e Calibração de EMH



Manutenção e Calibração de EMH



Manutenção e Calibração de EMH



Manutenção e Calibração de EMH



Controle de qualidade em radiodiagnóstico: Aspectos iniciais

- Radiografia como indicação de qualidade
 - Filmes rejeitados e filmes aceitos
- Testes iniciais de controle de qualidade
 - Condições iniciais do aparelho de raios X
- Equipamentos necessários para testes de qualidade



Controle de qualidade em radiodiagnóstico: Aspectos iniciais

- Um programa de controle de qualidade é composto por um conjunto de operações que permite identificar de forma confiável, qualquer item de um processo produtivo que possa comprometer a qualidade final do produto e a segurança dos envolvidos no processo.

Controle de qualidade em radiodiagnóstico: Aspectos iniciais

- A portaria 453/98 estabelece um conjunto de testes obrigatórios para se assegurar o controle de qualidade de equipamentos de raios-x para uso em diagnóstico médico e odontológico.
- A ausência desse controle pode levar:
 - à exposição danosa de pacientes, trabalhadores e indivíduos do público a doses desnecessárias de radiação ionizante;
 - e induzir um diagnóstico errado, impreciso ou tardio, dificultando ou inviabilizando o tratamento.

Controle de qualidade em radiodiagnóstico: Aspectos iniciais

- Radiografias de pacientes/clientes, são algumas vezes uma forma de verificação de controle de qualidade, porém deve ser salientado que a imagem radiológica não pode ser usada como única forma de controle de qualidade.
- Radiografias aceitáveis podem até ser obtidas, com alguns elementos individuais no sistema operando fora de seus limites de aceitação. Porém essa prática gera prejuízos financeiros e aumento de dose em pacientes e tecnólogos.

Controle de qualidade em radiodiagnóstico: Aspectos iniciais

- Filmes rejeitados
 - Radiografias **inaceitáveis** podem induzir a laudos errados com falsos positivos ou falsos negativos e são resultados de uma variedade de fatores:
 - posicionamento inadequado,
 - ajustes de fator de técnica incorreto e
 - ***problemas relacionados com o equipamento***.
 - Uma **revisão** dos filmes rejeitados deve ser realizada **periodicamente** para identificar a magnitude do problema e também para determinar suas causas.

Controle de qualidade em radiodiagnóstico: Aspectos iniciais

- Filmes aceitos
 - Quando uma radiografia é aceita deve-se perguntar se a mesma está ou não dentro dos limites de aceitabilidade para se conseguir um bom diagnóstico;
 - Repetir um procedimento só quando os limites de aceitabilidade de uma radiografia não foram alcançados;
 - Uma revisão analítica destes filmes deve ser realizada periodicamente;
 - O padrão de contraste e densidade da imagem são importantes indicadores para aplicação de testes de aferição da qualidade dos equipamentos.

Controle de qualidade em radiodiagnóstico: Aspectos iniciais

- Testes iniciais de controle de qualidade
 - Os testes devem ser realizados rotineiramente ou basicamente esquematizados para possibilitar a visualização de variações no desempenho do aparelho, possibilitando que as condições iniciais sejam avaliadas.

Controle de qualidade em radiodiagnóstico: Aspectos iniciais

- Testes iniciais de controle de qualidade
 - ***Condições iniciais do aparelho de raios X***
 - **Integridade mecânica**;
 - falta de algum elemento estrutural (parafuso, pino etc). Medidores, registradores e outros indicadores devem ser verificados.
 - **Estabilidade mecânica**;
 - estabilidade e inflexibilidade do suporte do tubo de raios X e receptor de imagem; inspeção nos interruptores elétricos ou travas mecânicas sobre nos aparelhos; reprodutibilidade por marcações físicas, assim como exatidão da escala de angulação.
 - **Integridade elétrica**; e
 - condições externas; instalação dos cabos de alta voltagem.
 - **Alinhamento e distância foco-filme** (DF_oF_l)
 - indicadores sobre o suporte de tubo e o colimador; avaliação do alinhamento da fonte de raios X e o centro da grade.

Controle de qualidade em radiodiagnóstico: Aspectos iniciais

- Equipamentos necessários para os testes de qualidade
 - Sensitômetro;
 - Densitômetro;
 - Cronômetro digital para raios X;
 - Cunha de Stanton (dispositivo para medir kV); e
 - Caneta dosimétrica

Controle de qualidade em radiodiagnóstico: Aspectos iniciais

- Equipamentos necessários para os testes de qualidade

– *Sensitômetro*



– *Densitômetro*



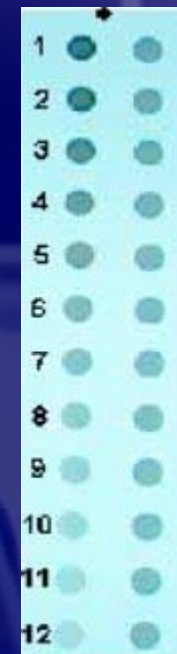
Controle de qualidade em radiodiagnóstico: Aspectos iniciais

- Equipamentos necessários para os testes de qualidade
 - *Cronômetro digital para raios X*



Controle de qualidade em radiodiagnóstico: Aspectos iniciais

- Equipamentos necessários para os testes de qualidade
 - *Cunha de Stanton (dispositivo para medir kV)*



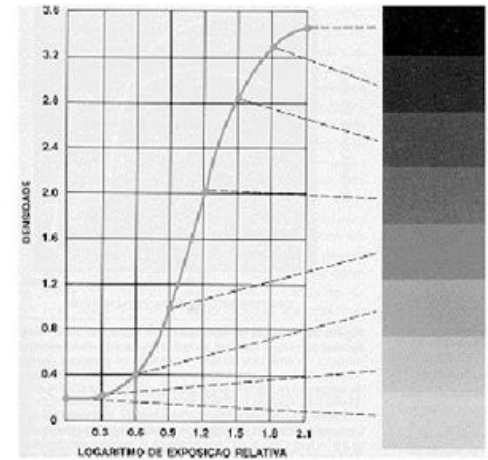
Controle de qualidade em radiodiagnóstico: Aspectos iniciais

- Equipamentos necessários para os testes de qualidade
 - *Caneta dosimétrica*



Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas

- Câmara escura
- Processamento manual de filmes
- Processadora automática
- Teste sensitométrico
- Outros procedimentos de aferição da qualidade
- Cálculo do coeficiente miliamperimétrico



Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas

- Um dos aspectos mais importante da implantação do PGQ são o funcionamento das processadoras automáticas;
- De acordo com dados da literatura, erros devidos a processamento incorreto podem representar 13% dos filmes rejeitados em um serviço;
- A qualidade da imagem, a reprodutibilidade de resultados e as doses fornecidas aos pacientes são dependentes do processamento de filmes realizado.

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Câmara escura

- Antes de começar o controle de qualidade (CQ) das processadoras, é necessário avaliar as condições de operação das câmaras escuras.
 - termo geralmente empregado para denominar não só o recinto escuro onde se revelam filmes, mas todo o conjunto de meios que compõem o processo químico, denominado processamento que torna visíveis as imagens latentes dos filmes expostos aos raios X.

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Câmara escura

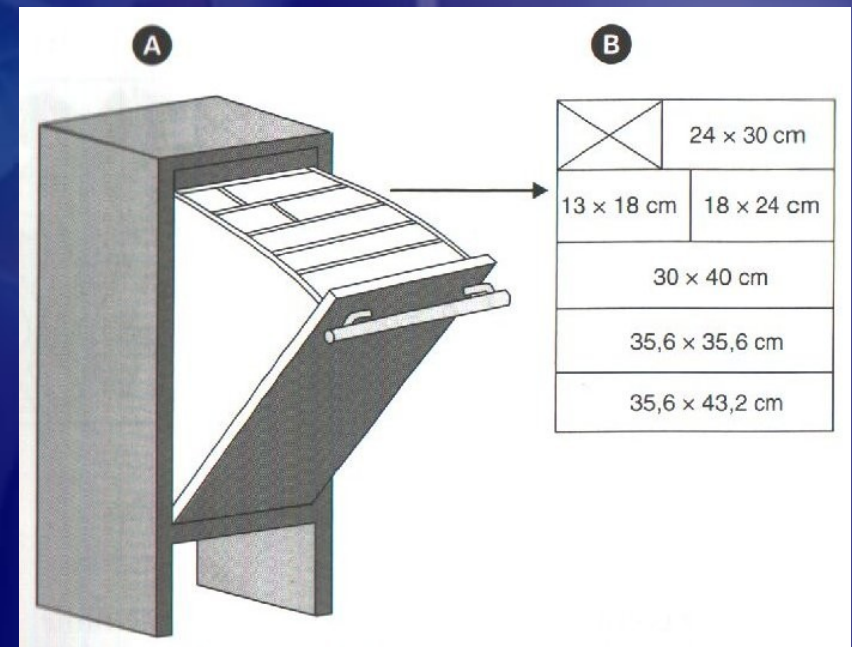
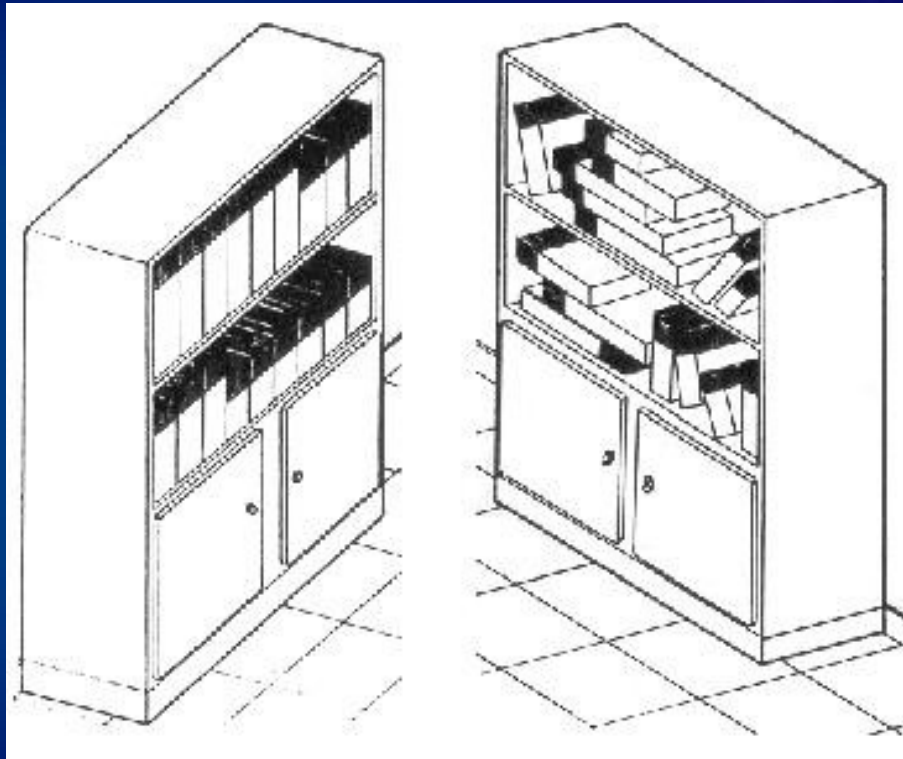
- Uma câmara escura deve ser planejada e construída considerando a quantidade de radiografias que serão reveladas e o fluxo de atividade prevista no serviço.
- A câmara escura ideal deve:
 - proteger o seu interior da entrada de radiação dispersa, além de bloqueiar a entrada de luz nas aberturas;
 - ter vedação na porta, passador de chassis e sistema de exaustão;
 - ter interruptores de luz clara posicionados de forma a evitar o seu acionamento acidental;
 - possuir uma ventilação ambiente eficiente;
 - possuir revestimento do piso não poroso;

• continua

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Câmara escura

- A câmara escura ideal deve:
 - possuir planejamento para disposição dos materiais;
 - ter os tanques de produtos químicos da processadora fora da câmara escura;
 - ter as paredes em tons claros e não pintada de preto;
 - ter bancada de trabalho com espaço suficiente para que o chassi seja aberto e o filme colocado ou retirado;
 - posicionamento adequada da processadora por ser a mesma uma fonte de calor;
 - tanques de produtos químicos da processadora devem ficar fora da câmara escura;
 - possuir luz de segurança posicionada a uma distância não inferior a 1,2m do local de manipulação de filmes;
 - ter local de manuseio do filme radiográfico limpo, livre de sujeira, pó ou líquido.

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Câmara escura



Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Processamento manual

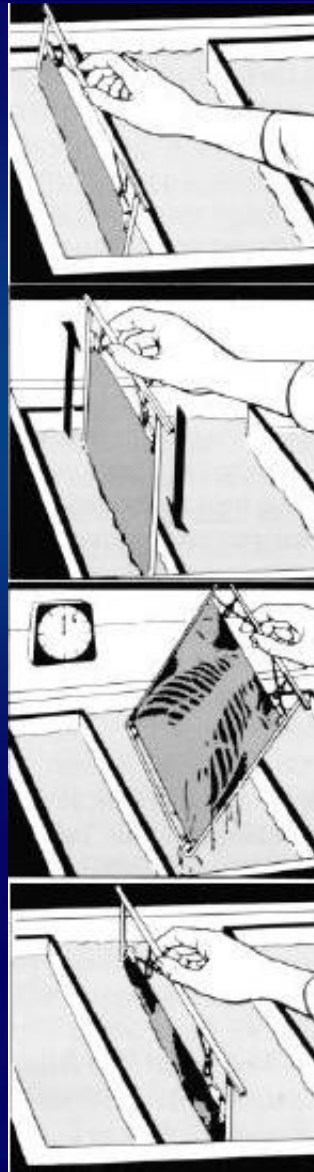
- O processamento visa transformar a imagem latente invisível, formada durante o processo de exposição do filme, em imagem visível de prata metálica, de forma que esta imagem seja a mais representativa possível das estruturas da região do corpo humano radiografado.
- O processo manual é composto de cinco etapas:
 - Revelação
 - Banho interruptor
 - Fixação
 - Lavagem
 - Secagem

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Processamento manual

- Revelação:
 - fase do processamento na qual se dá a formação da imagem propriamente dita;
- Banho interruptor:
 - que tem a função de neutralizar o revelador;
- Fixação:
 - onde os cristais que não receberam luz e portanto não possuem a imagem latente são dissolvidos e eliminados da camada da emulsão;
- Lavagem:
 - onde os subprodutos de fixação e outras substâncias solúveis indesejáveis são retirados do filme com o uso de água corrente filtrada;
- Secagem
 - ocorre a retirada da excesso de água, deixando a radiografia apta para o manuseio pelo médico radiologista para diagnóstico.

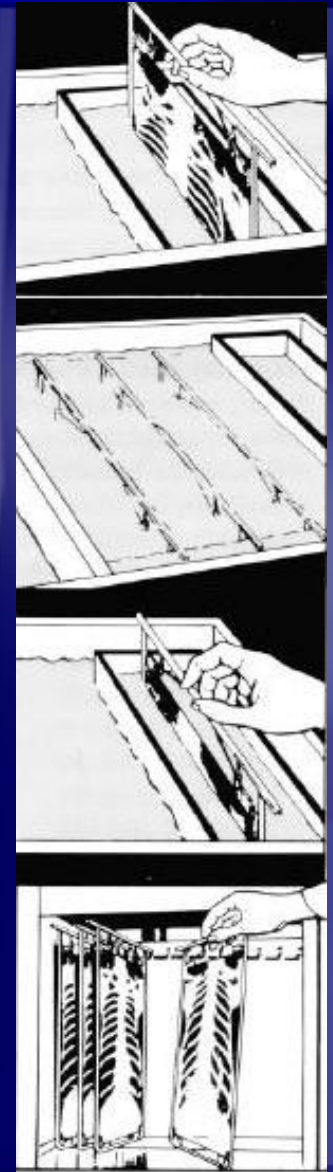
Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Processamento manual

- Revelação:



- Banho interruptor:

- Fixação:



- Lavagem:

- Secagem:

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Processamento automático

- O processamento automático de filmes radiológicos trouxe grandes vantagens para os serviços radiológicos, como:
 - diminuição de tempos,
 - índices de eficiência maiores,
 - diminuição das possibilidades de contaminação por soluções químicas;
 - diminuição de erros devidos a manipulações inadequadas, muito comuns no processo manual;
 - treinamento dos operadores mais simples e rápido, o que diminui os custos;
 - melhores condições operacionais de limpeza do ambiente;
 - aumento da produtividade e eficiência do serviço radiológico.

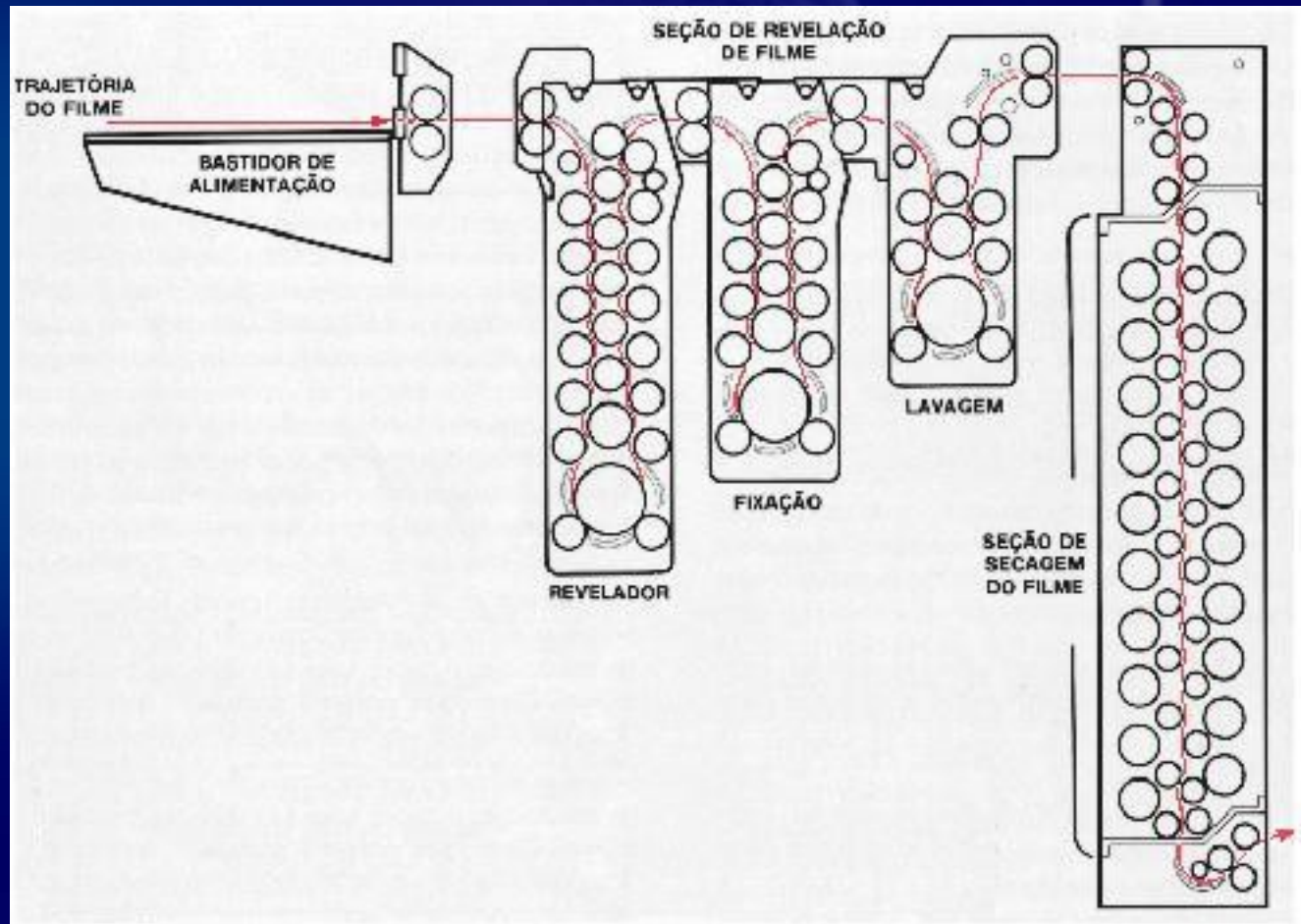
Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Processadora automática

- É basicamente constituída por um conjunto de tanques seqüenciais de processamento, através dos quais as películas são transportadas, por meio de 4 conjuntos de rolos, chamados *racks*, um para cada tanque.
- Os rolos podem ser acionados eletricamente ou por meio de engrenagens ou parafusos sem-fim. Os quatro *racks* correspondem as 4 fases de processamento do filme radiográfico: revelação, fixação, lavagem e secagem.

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Processadora automática

- Aspectos da processadora automática:
 - Os tanques de processamento manual são da ordem de 100 litros, as processadoras trabalham com tanques de revelação: 7 litros, fixação: 6 litros e lavagem: 6 litros;
 - Os tanques de pequena capacidade são mais eficientes em manter a temperatura das soluções constantes;
 - À medida que os filmes vão sendo processados, ocorre esgotamento ou enfraquecimento de capacidade ativa das soluções mais rapidamente (tanques menores);
 - Para manter a atividade das soluções em um nível constante durante os vários processamentos é necessário utilizar-se da técnica de reforço ou regeneração.

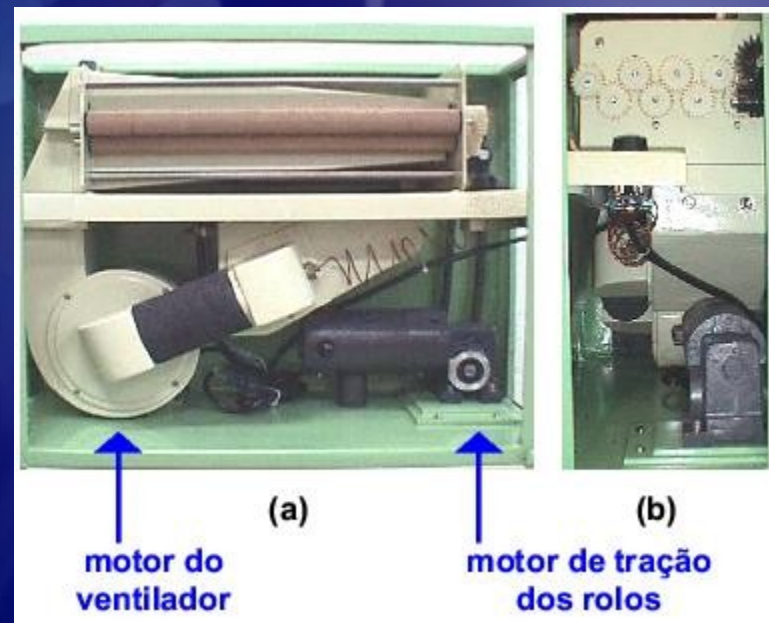
Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Processadora automática



Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Processadora automática



Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Processadora automática

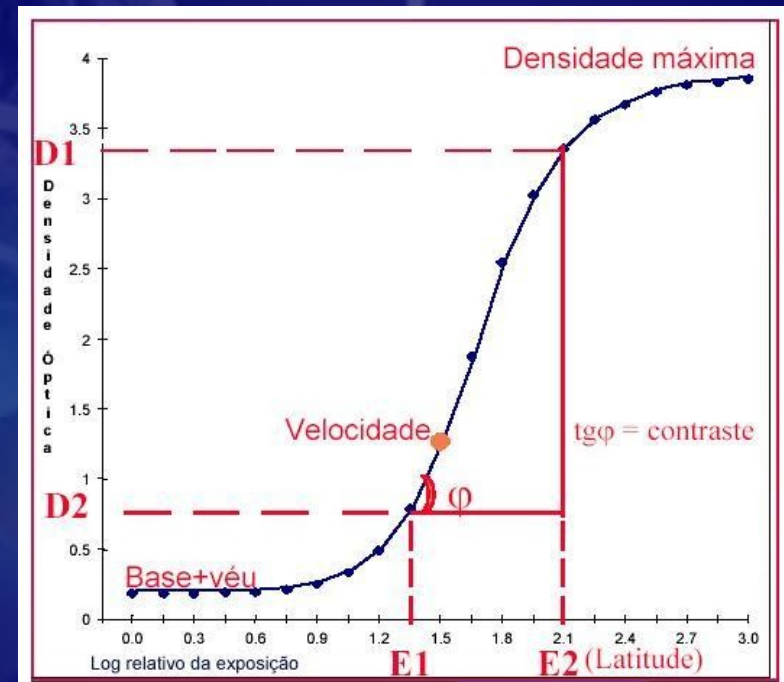


Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Teste Sensitométrico

- Sensitometria é a técnica que relaciona a resposta do filme com a exposição recebida.
- A curva sensitométrica, relaciona o grau de enegrecimento do filme, ou densidade óptica (DO), com a exposição recebida pelo filme.
- Avalia o contraste, a velocidade (sensibilidade) e o valor de base+fog.

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Teste Sensitométrico

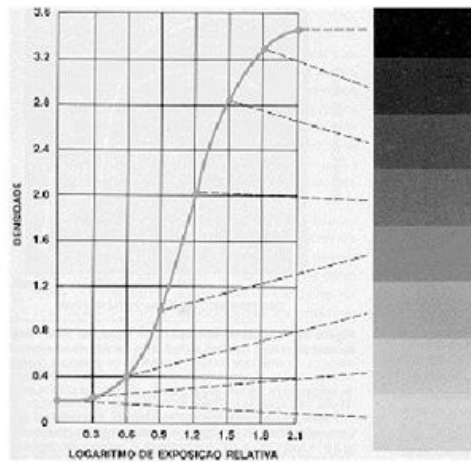
- Regiões de baixa densidade estão na parte inferior da curva e representam a base+fog (DO sem exposição);
- Altas densidades estão no “ombro” da curva e representam a densidade máxima do filme.
- Todas as densidades úteis ao diagnóstico encontram-se na região linear da curva, que também é chamada de latitude do filme (toda a escala de cinza).



Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Teste Sensitométrico

- O método sensitométrico consiste em expor um filme à luz padrão de um sensitômetro, que irá provocar o enegrecimento do filme radiográfico com tons de cinza compatíveis com a sensibilização realizada obtendo desta maneira uma tira sensitométrica com vários degraus permitindo o controle do processamento realizado pela processadora.
- Sensitômetro e um densitômetro são essenciais para a realização deste método de controle, pois através do sensitômetro é possível a sensibilização do filme com valores conhecidos de luminosidade e com o densitômetro é possível medir a densidade óptica (DO), verificando se o grau de enegrecimento esperado foi alcançado.

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Teste Sensitométrico



Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Teste Sensitométrico

- Os resultados obtidos podem ser inseridos num protocolo de teste onde também podem ser registrados a temperatura do revelador, a velocidade, o contraste e o valor de base+fog do filme utilizado.
- Desta forma quando são observadas variações maiores do que as preestabelecidas, ações corretivas devem ser tomadas.

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Outros procedimentos

- Avaliação do nível de FOG
 - O método mais eficaz para testar o nível de fog é expor um filme à luz do sensitômetro, sob condições normais de trabalho, e processa-lo nos tempos 1, 2 e 4 minutos após a exposição.
 - Os resultados obtidos serão comparados ao filme “padrão” (0 minuto), que deve ter sido obtido anteriormente expondo um filme à luz do sensitômetro, porém com todas as luzes de segurança desligadas.
 - Os resultados devem demonstrar que a diferença de DO entre o filme padrão e os filmes obtidos nos tempos 1, 2 e 4 minutos devem ser no máximo de 0,05 DO.

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Outros procedimentos

- Avaliação do nível de FOG (Resultados):
 - Câmaras escuras que passam no teste de 4 minutos são consideradas em excelentes condições.
 - As que passam no teste de 2 minutos são consideradas em boas condições.
 - No entanto, se for aprovada apenas no teste de 1 minuto, deverá ser reavaliada.

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Outros procedimentos

- Avaliação do PH
 - A medida do pH é utilizada para avaliar a atividade química do revelador e fixador, sendo os valores recomendados, respectivamente, entre 10 e 11 para o revelador e entre 4 e 5 para o fixador.
 - A análise da água utilizada no processamento é extremamente importante. O valor de pH deve ser = 7,0 caso contrário pode-se produzir alterações no pH do revelador, por exemplo = 5,3, indicando que a água encontra-se ácida, acelerando a oxidação do revelador.

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Outros procedimentos

- Avaliação da temperatura
 - A temperatura ideal do revelador depende do tipo de filme, do ciclo de processamento e das recomendações do fabricante.
 - Conseqüentemente, é de extrema importância seguir atentamente as instruções dos fabricantes, mantendo:
 - temperatura do revelador dentro dos limites de tolerância de $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ (normalmente 35°C).
 - temperatura do fixador pode oscilar entre $29,4^{\circ}\text{C}$ e 35°C .
 - temperatura da água deve ficar entre $4,5^{\circ}\text{C}$ e $29,5^{\circ}\text{C}$.
 - Temperaturas extremas podem causar problemas de fixação e de lavagem, além do aparecimento de artefatos.

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Coeficiente miamperimétrico

- Quando a maioria dos alunos de tecnologia iniciam o CST em Radiologia um dos questionamentos mais freqüentes é “Como calculo o mAs?” e a maioria dos educadores responde que isto depende de vários fatores.
- Na realidade existem fatores que associam, de forma empírica, a determinação do fator mAs ao ajuste do fator kV, mas para que possam ser utilizados o serviço de radiodiagnóstico deve manter um rígido controle de qualidade no sistema de processamento de imagem e no ambiente de câmara escura.

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Coeficiente miamperimétrico

- O cálculo do fator mAs por este método está associado ao controle de qualidade da câmara escura como já foi relatado anteriormente e a coeficiente relacionados as estruturas do corpo em função de sua densidade ou absorção aos raios X, ao rendimento do aparelho de raios X (500mA e microprocessado) e no tipo de processamento utilizado.

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Coeficiente miamperimétrico

<i>Coeficiente Miliamperimétrico (CM)</i>		
<i>Região</i>	<i>Incidência</i>	<i>Fator</i>
<i>Apendicular Inferior</i>		
Pododáctilos	AP/LAT/OBL	0,1
Pé	AP/LAT/OBL	0,1
Calcâneo	AXIAL/LAT	0,1
Tornozelo	AP/LAT	0,1
Perna	AP/LAT	0,2
Joelho	AP/LAT/OBL	0,2
Coxa	AP/LAT	0,3
Pelve	AP	0,5
<i>Apendicular Superior</i>		
Quirodáctilos	AP/PA/LAT/OBL	0,1
Mão	PA/AP/OBL	0,1
Mão	LAT	0,1
Punho	AP/PA/LAT	0,1
Punho	AXIAL	0,2
Antebraço	AP/LAT	0,2
Cotovelo	AP/LAT	0,2
Braço	AP/LAT	0,2
Ombro	AP	0,2

<i>Esqueleto Axial</i>		
Coluna Cervical*	AP/LAT	0,3
Coluna Torácica	AP	0,5
Coluna Torácica	LAT	0,8
Coluna Lombar	AP/OBL	0,7
Coluna Lombar	LAT	0,9
Sacro-cóccix	AP/LAT	0,7
Crânio	PA/AP	0,5
Crânio	AXIAL/LAT/HIRTZ	0,5
Sela turca	PA/AP	0,5
Sela turca	LAT	0,5
Seios da face	FN/MN/HIRTZ	0,5
Seios da face	LAT	0,4
<i>Panorâmicas</i>		
Tórax	PA	0,05
Tórax	LAT/OBL	0,1
Abdome	AP	0,6
Abdome	LAT	0,8

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Coeficiente miamperimétrico

- O fator kV é ajustado pela fórmula:
 - $kV = 2 \times \text{espessura} + \text{constante}$
- O fator mAs passa a ser igual a :
 - $mAs = kV \times CM$
- Conforme estudo sobre variação da técnica radiográfica em função do tipo de processamento do filme realizado pelo Prof. Rafael C. Silva, se for usado processamento manual o valor do fator mAs deverá ser acrescido de 20%, bem como se for utilizado um aparelho de raios X com rendimento inferior ao descrito no item 7.1 o fator mAs também deverá ser acrescido de 20% sobre o valor calculado.

Controle de Qualidade em Processadoras Automáticas: Coeficiente miampereimétrico

Avaliação de método de Cálculo de mAs												
Região		Incidências	Biasoli		Boisson		Dos Santos		Santa Rita		CM	
			kV	mAs	kV	mAs	kV	mAs	kV	mAs		
Apendicular inferior												
Pododáctilos	AP/LAT/OBL	50	3	45	4	40	2,5	40	4	0,1		
Pé	AP/LAT/OBL	55	5	48	6	44	3,2	44	4	0,1		
Calcâneo	AXIAL	65	8	52	6	55	4	55	6	0,1		
Calcâneo	LAT	60	5	50	6	44	4	44	4	0,1		
Tornozelo	AP/LAT	65	8	48	8	50	4	50	5	0,1		
Perna	AP/LAT	65	8	50	15	55	4	55	11	0,2		
Joelho	AP/LAT/OBL	65	8	50	24	60	10	60	12	0,2		
Coxa	AP/LAT	70	15	60	24	70	20	70	21	0,3		
Pelve	AP	75	30	65	40	65	40	75	38	0,5		
Apendicular superior												
Quirodáctilos	AP/PA/LAT/OBL	45	4	42	3	40	2,5	40	4	0,1		
Mão	PA/AP/OBL	50	5	45	5	42	3,2	42	4	0,1		
Mão	LAT	60	7	48	8	48	4	48	5	0,1		
Punho	AP/PA/LAT	60	6	48	8	40	4	40	4	0,1		
Punho	AXIAL	65	10	48	10	52	4	52	10	0,2		
Antebraço	AP/LAT	60	8	48	10	46	4	46	9	0,2		
Cotovelo	AP/LAT	60	8	48	12	52	4	52	10	0,2		
Braço	AP/LAT	65	10	60	10	60	10	60	12	0,2		
Ombro	AP	65	10	55	40	70	10	70	14	0,2		
Esqueleto Axial												
Coluna Cervical	AP/LAT	65	15	65	40	65	10	65	20	0,3		
Coluna Torácica	AP	75	30	70	60	60	40	65	33	0,5		
Coluna Torácica	LAT	70	65	75	60	55	80	70	56	0,8		
Coluna Lombar	AP/OBL	75	60	70	60	65	40	75	63	0,7		
Coluna Lombar	LAT	80	70	80	100	75	80	80	72	0,9		
Sacro-cóccix	AP/LAT	75	40	80	60	65	40	70	49	0,7		
Crânio	AP/PA	75	30	70	60	60	50	70	35	0,5		
Crânio	AXIAL/LAT/HIRTZ	80	30	80	60	70	50	80	40	0,5		
Sela turca	AP/PA	75	30	70	60	70	50	70	35	0,5		
Sela turca	LAT	80	30	80	60	60	50	70	35	0,5		
Seios da face	FN/MN/HIRTZ	70	35	70	60	65	40	65	33	0,5		
Seios da face	LAT	65	20	70	40	65	8	65	26	0,4		
Panorâmicas												
Tórax	PA	110	4	75	15	90	4	90	5	0,05		
Tórax	LAT/OBL	110	8	85	30	90	16	90	9	0,1		
Abdome	AP	70	40	75	45	65	40	65	39	0,6		
Abdome	LAT	75	60	75	60	-	-	75	60	0,8		

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X

- A Portaria regulamenta, em seus **itens 4.44 e 4.45**, as condições ideais de funcionamento de todos os equipamentos de raios X, que devem passar regularmente por testes de verificação de desempenho, os quais são divididos em quatro grupos, por intervalo de tempo.
- São eles: testes bianuais, anuais, semestrais e semanais.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X

- Testes bianuais:
 - i. valores representativos de dose dada aos pacientes em radiografia e CT realizadas no serviço;
 - ii. valores representativos de taxa de dose dada ao paciente em fluoroscopia e do tempo de exame, ou do produto dose-área.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X

- Testes anuais:
 - i. exatidão do indicador de tensão do tubo (kV);
 - ii. exatidão do tempo de exposição, quando aplicável;
 - iii. camada semi-redutora;
 - iv. alinhamento do eixo central do feixe de raios-x;
 - v. rendimento do tubo ($\text{mGy} / \text{mA min m}^2$);
 - vi. linearidade da taxa de kerma no ar com o mAs;
 - vii. reprodutibilidade da taxa de kerma no ar;
 - viii. reprodutibilidade do sistema automático de exposição;
 - ix. tamanho do ponto focal;
 - x. integridade dos acessórios e vestimentas de proteção individual;
 - xi. vedação da câmara escura.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X

- Testes semestrais:
 - i. **exatidão do sistema de colimação**;
 - ii. resolução de baixo e alto contraste em fluoroscopia;
 - iii. **contato tela-filme**;
 - iv. alinhamento de grade;
 - v. integridade das telas e chassis;
 - vi. condições dos negatoscópios;
 - vii. **índice de rejeição de radiografias (com coleta de dados durante, pelo menos, dois meses)**.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X

- Testes semanais:
 - i. calibração, constância e uniformidade dos números de CT;
 - ii. temperatura do sistema de processamento;
 - iii. sensitometria do sistema de processamento.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: **Medida de kV (cunha de Stanton)**

- **Finalidade:** Aferir a energia do feixe de raios X, garantindo a conformidade do mesmo com o ajuste de kV realizado no Aparelho.
- Este tipo de teste, proposto pelo Dr. Thomaz Guillard, possibilita uma maneira economicamente viável de se manter a qualidade do feixe de raios X em conformidade com a legislação.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Medida de kV (*cunha de Stanton*)

- A cunha de Stanton



Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Medida de kV (*cunha de Stanton*)

- A cunha de Stanton
 - Consiste de uma caixa de material plástico contendo um paralelepípedo de polietileno e uma cunha de cobre (com de 12 de graus) que é colocada paralelamente ao bloco;
 - Sob o paralelepípedo e a cunha de cobre, há uma folha de chumbo, contendo duas colunas de doze orifícios;
 - Para se determinar a kV coloca-se o dispositivo sobre um chassi e faz-se uma exposição apropriada para a kV que se deseja avaliar.
 - Após processamento, com um densitômetro, determina-se às densidades ópticas coincidentes entre os círculos abaixo do bloco de polietileno e círculos abaixo da cunha de cobre.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Medida de kV (*cunha de Stanton*)

- O fator mAs necessário para uma dado kV, dependerá do écran, do filme utilizado e da distância ajustada;
- A tabela a seguir oferece valores padrões de mAs para o dispositivo usando telas rápidas e filmes comuns utilizados nos serviços de radiologia.

Distância da Fonte à Superfície da Mesa (cm)	Região Útil kVp	Unidade Monofásica		Unidade Trifásica	
		mAs	mR	mAs	mR
50	40 - 55	75	600	55	450
100	55 - 70	35	120	26	90
100	70 - 85	10	58	7	43
100	85 - 100	2,2	20	1,6	15
100	100 - 115	0,9	18	0,6	12

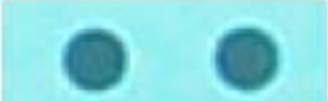
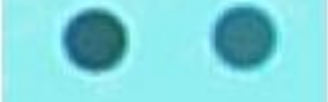
Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Medida de kV (*cunha de Stanton*)

- kV: 55 – 70
- mAs: 26
- Visual: 5 ou 6?



- KV: 85 -100
- mAs: 1,6
- Uso de densitômetro

Nº de degrau

6			1,36
7	1,44		1,35
8	1,29		1,35
9			

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Medida de kV (*cunha de Stanton*)

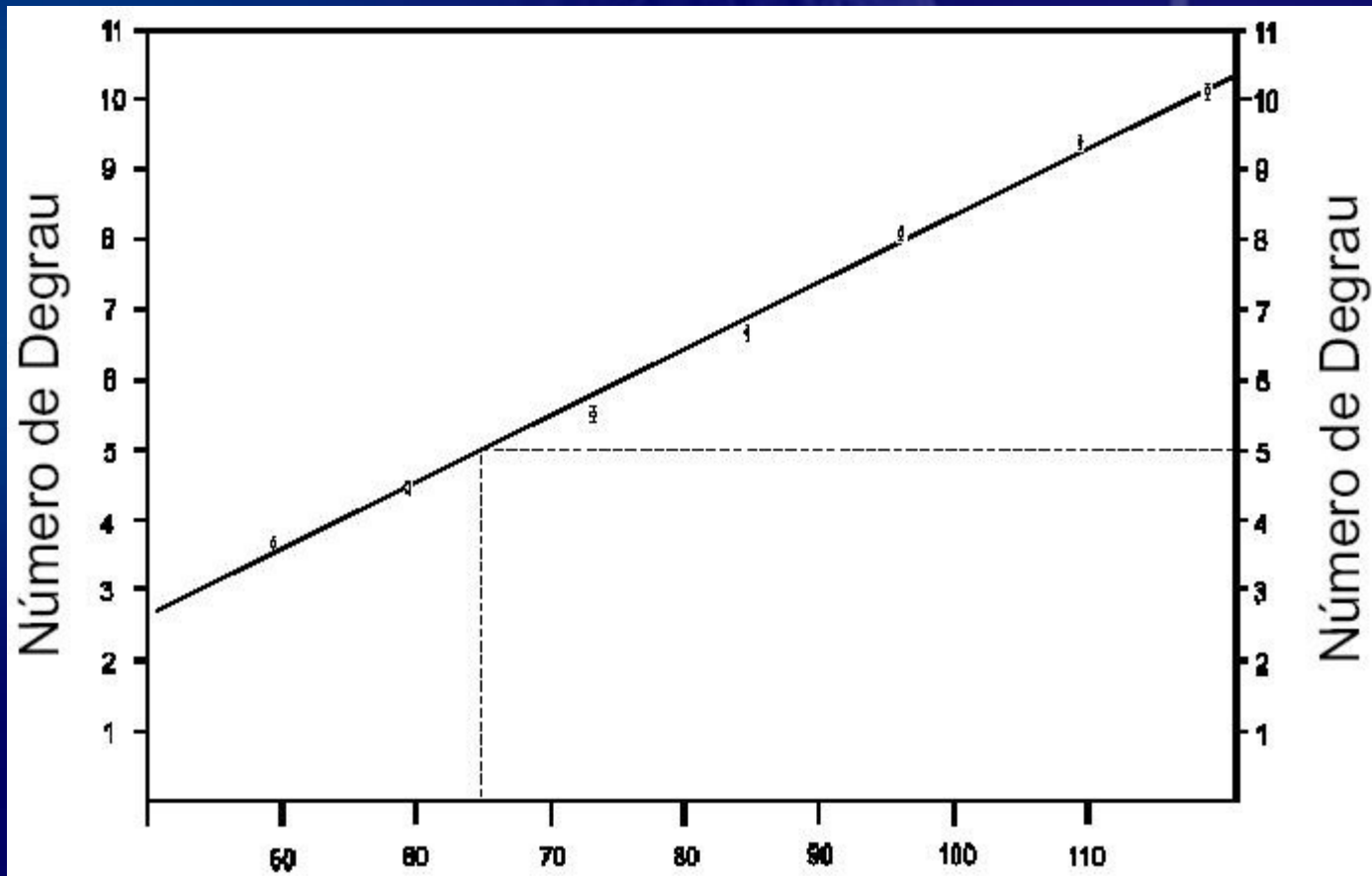
- Utilizando princípios de interpolação pode-se melhorar esta precisão.

<i>Degrau N°</i>	<i>Do do degra</i>	<i>DO da referênc</i>
7	1,44	1,35
8	1,29	1,35

$$\text{D.O.} = 7 + \frac{1.44-1.35}{1.44-1.29} = 7.6$$

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Medida de kV (*cunha de Stanton*)

- Determinação do kV



Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Medida de kV (*cunha de Stanton*)

- Para um teste completo, vários ajustes do fator kV devem ser verificadas.
- O fator kV mais utilizado deve ser verificado também para cada mAs normalmente utilizada.
- Testes de rotina devem ser efetuados para um ou dois ajustes de fator kV (alta-voltagem) mais comumente utilizadas no aparelho a ser testado.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: **Tempo de exposição**

- O cronômetro digital para raios X utiliza um semicondutor como detector de raios X.



Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Tempo de exposição

- O equipamento possui precisão de quatro dígitos, permitindo fazer medidas em intervalos de milésimos de segundo, condizente com tempo de exposição dos equipamentos de raios X para diagnóstico.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Tempo de exposição



Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Tempo de exposição

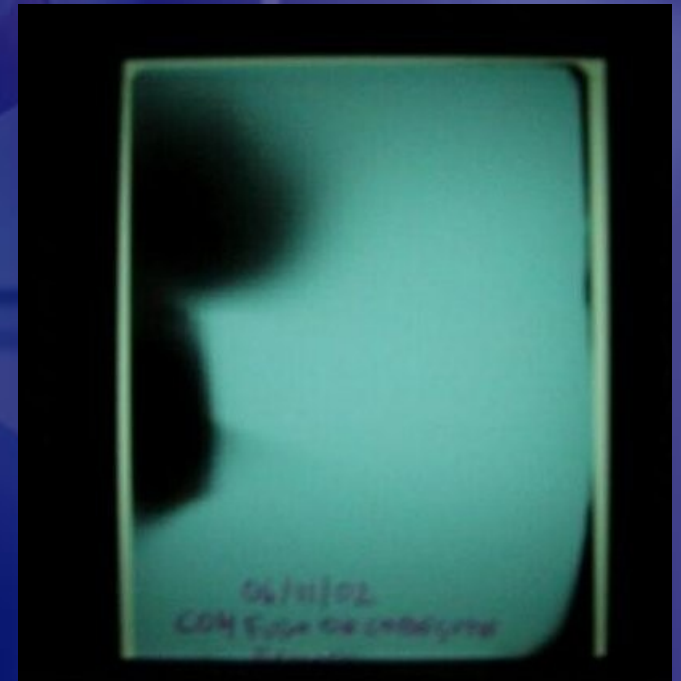
- Metodologia

- Compatibilizar com forma de onda do equipamento de raios X a ser testado, monofásica ou trifásica;
- alta-voltagem acima de 50 kV, preferencialmente 80 kV;
- posicionar o cronômetro digital para raios X sobre uma superfície plana e ajustar o localizador a uma altura próxima do detector;
 - Na 1ª medida variar a distância, com a mesma técnica, a fim de verificar influência na leitura do equipamento
- efetuar o disparo e observar o tempo de exposição no visor (tempo dado em milissegundos);
- deve apresentar, segundo a legislação, variação de $\pm 10\%$ do tempo de exposição selecionado.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: **Fuga no cabeçote**

- Aferir se há fuga ou não no cabeçote dos equipamentos emissores de raios X, é de grande ajuda para explicar registro eventuais e não planejados de exposição de doses no controle dosimétrico dos indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE).

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Fuga no cabeçote



Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Fuga no cabeçote

- Metodologia
 - Manual de radiodiagnóstico médico – ANVISA e Portaria 453.

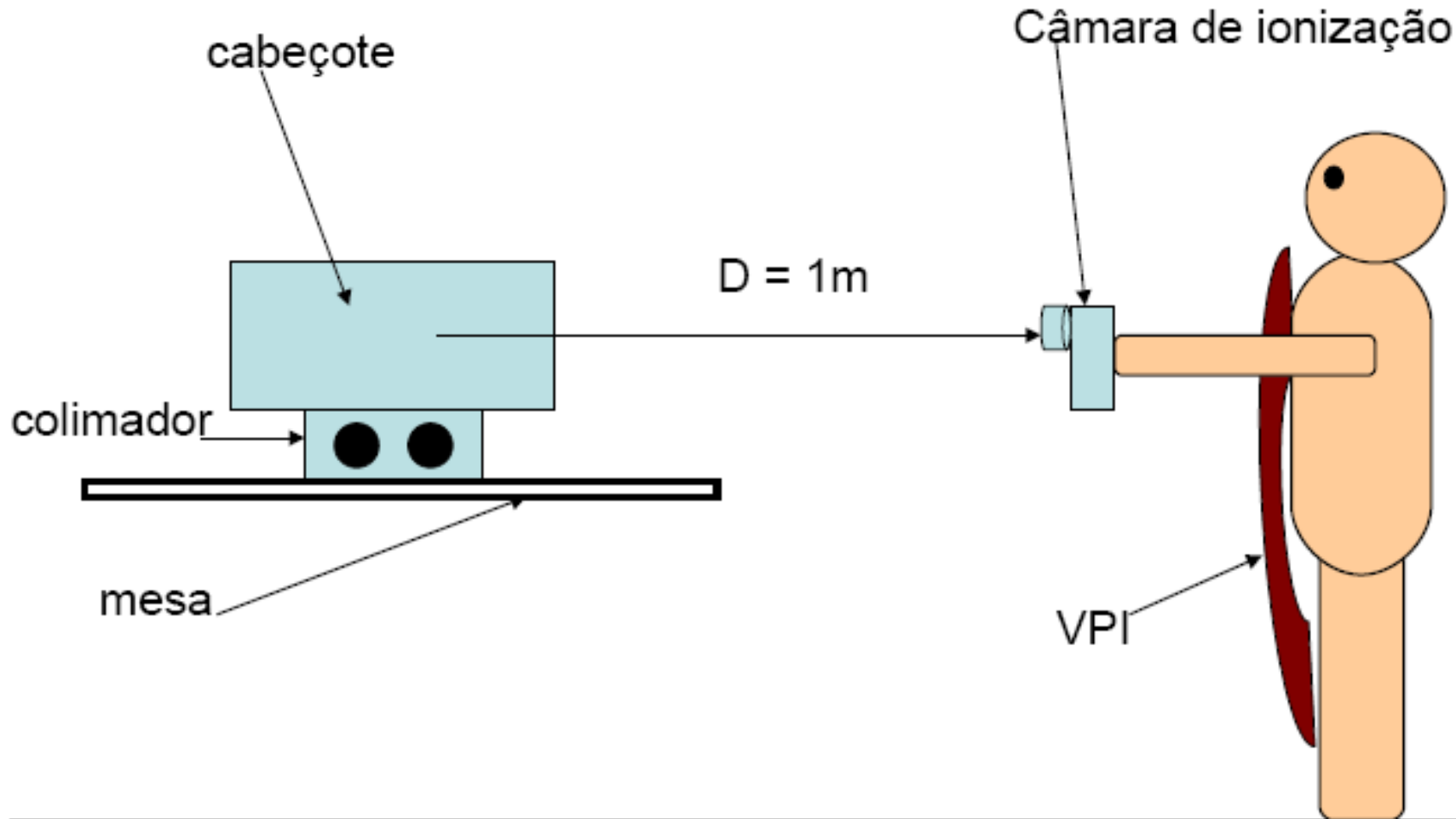


Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Fuga no cabeçote

- Metodologia

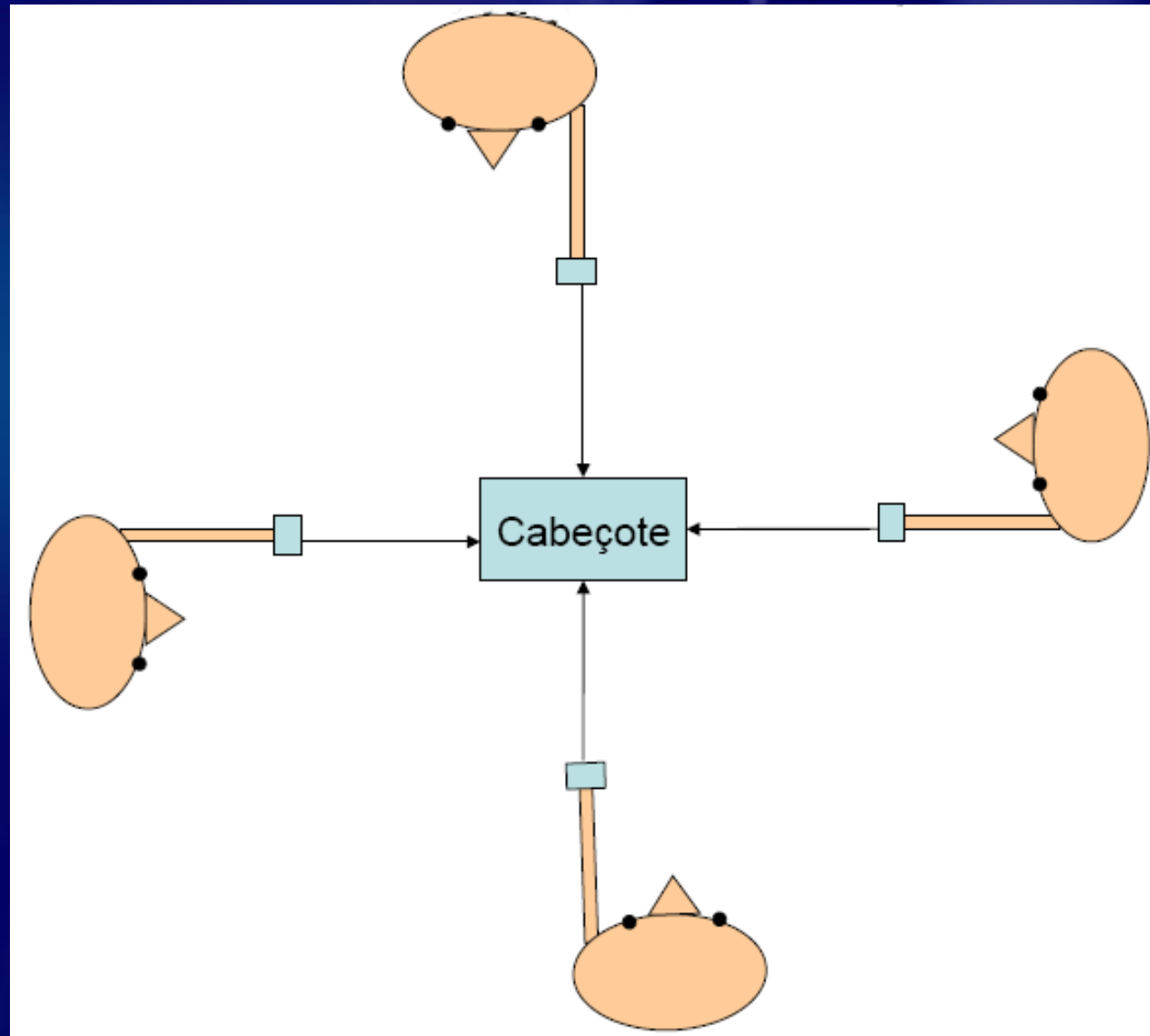
- Fechar totalmente o sistema de colimação do equipamento de raios X, adicionando placas de chumbo até que ele fique totalmente coberto;
- Escolher uma técnica de operação que forneça o maior kV e a maior corrente anódica possível para o equipamento funcionar no modo fluoroscopia (regime contínuo);
- No caso do equipamento não funcionar em modo fluoroscopia, selecionar o maior mAs possível para a tensão escolhida.
 - **OBS:** Deve-se ter cuidado para que o tempo de exposição seja adequado ao tempo de resposta da câmara de ionização, operando em modo taxa.
- Posicionar o detector, com o auxílio do tripé, a 1 m do cabeçote do equipamento de raios X que será avaliado;
 - **OBS:** Na falta do uso do tripé, o profissional deverá utilizar as vestimentas de proteção individuais adequadas ao procedimento.
- Repetir o procedimento anterior para vários pontos em torno do cabeçote;
- Fazer todas as medidas em modo taxa.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Fuga no cabeçote



- Fonte: Prof. Rafael Silva

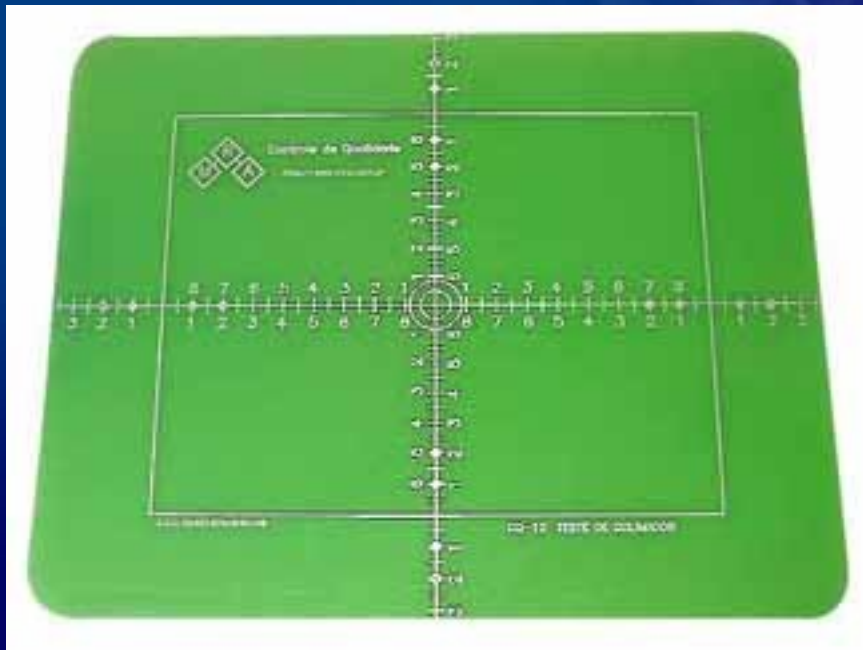
Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Fuga no cabeçote



- Fonte:
 - Prof. Rafael Silva

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: **Teste de colimação** e alinhamento

- Teste de colimação



Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Teste de colimação e alinhamento

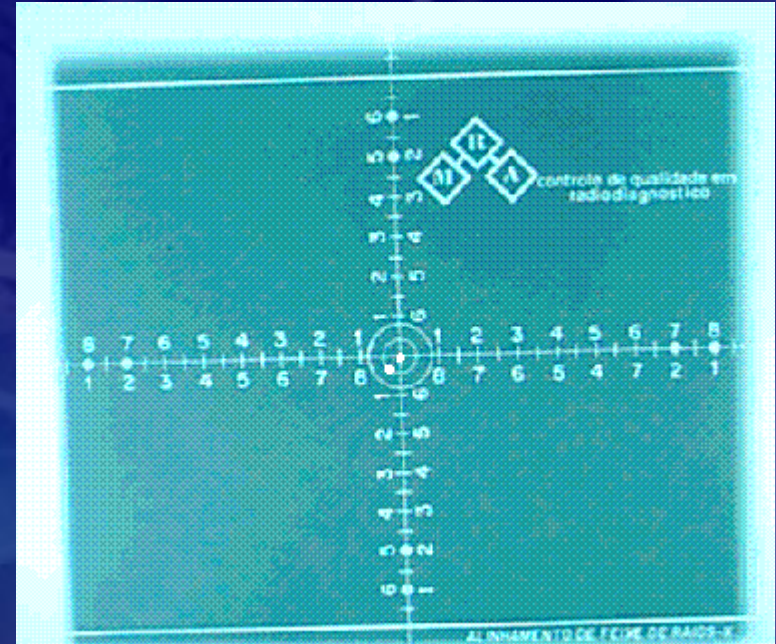
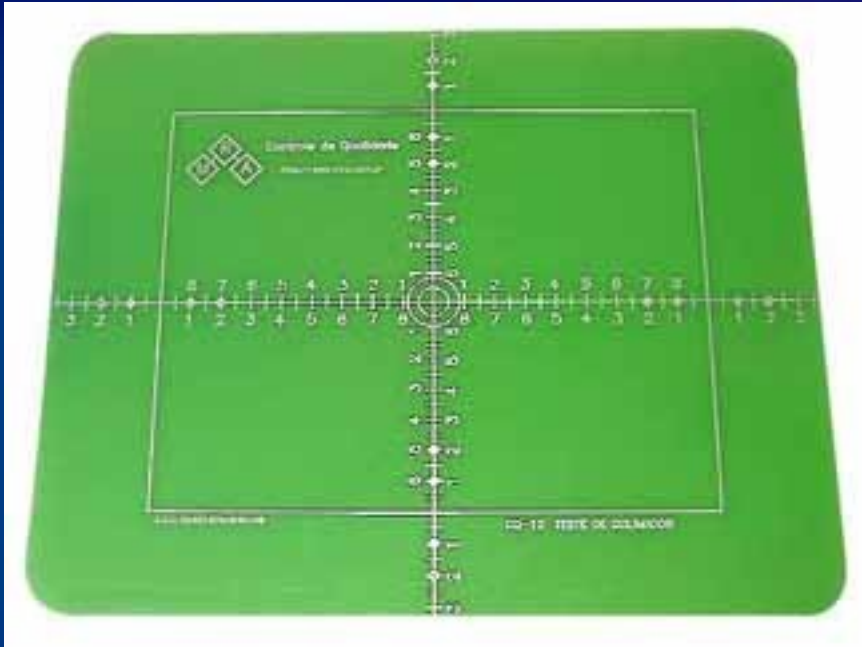
- Teste de colimação
 - Um problema comum de unidades de raios-X é o desalinhamento entre o campo de luz indicado e campo de raios-X.
 - Este desalinhamento pode causar uma exposição desnecessária ao paciente, como também a perda de detalhes importantes.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Teste de colimação e alinhamento

- Metodologia
 - Coloca-se a placa de teste sobre o chassi.
 - Ajusta-se uma $DF_o F_i$ de 1m.
 - Faz-se uma exposição com técnica definida pelo fabricante
 - Avalia-se o desalinhamento na imagem radiográfica gerada.

<i>Distância entre a fonte e o campo de luz (Superfície da mesa)</i>	<i>Fatores de exposições para combinações ecran universal e filme verde</i>	<i>Desalinhamento máximo permitido (2% da DFF)</i>
90 cm	60 kVp, 2 mAs	1,8 cm
120 cm	60 kVp, 3 mAs	2,4 cm
180 cm	100 kVp, 2 mAs	3,6 cm

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Teste de colimação e alinhamento



- Resultados
 - O máximo desalinhamento recomendado, pela legislação, é 2% da distância foco-filme (DFF).

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: **Teste de colimação e alinhamento**

- Teste de alinhamento vertical do feixe



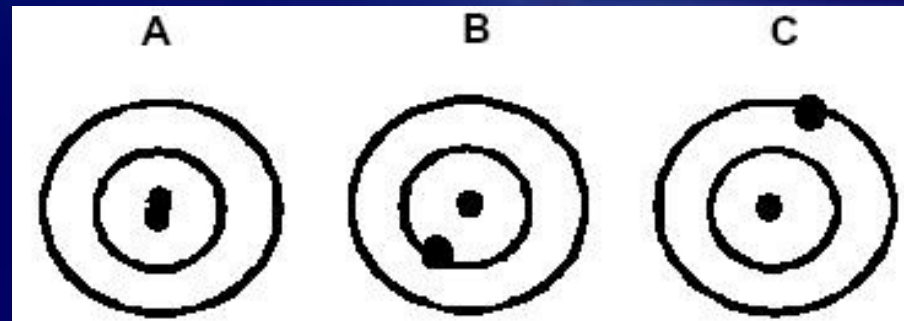
Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Teste de colimação e alinhamento

- Teste de alinhamento vertical do feixe
 - O dispositivo de testar alinhamento vertical de feixe, contém duas esferas de aço com diâmetros de 0,8 mm, uma diretamente abaixo da outra e separadas por 15 cm.
 - A perpendicularidade e centralização do campo de luz deve ser verificada pela distância entre as sombras das esferas de aço superior e a esfera colocada na superfície inferior do dispositivo.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Teste de colimação e alinhamento

- Metodologia
 - Coloca-se o cilindro sobre o chassi (pode-se usar em conjunto com a placa de teste de colimação) .
 - Ajusta-se uma $DF_o F_i$ de 1m.
 - Faz-se uma exposição com técnica definida pelo fabricante.
 - Avalia-se o desalinhamento na imagem radiográfica gerada.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Teste de colimação e alinhamento



Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Teste de colimação e alinhamento

- Resultados

- Se as imagens das duas esferas de aço se sobrepõem, a centralização é menor do que 1% e a perpendicularidade do raio central está dentro de $0,7^\circ$.
- Se a imagem da esfera superior (sombra maior) interceptar o primeiro círculo, o raio central estará desviado de $1,4^\circ$ da perpendicular.
- Se a imagem da bola superior interceptar o segundo círculo, o desalinhamento será de 2% e o raio central estará desviado de $2,8^\circ$ da perpendicular devendo ser corrigido (a portaria 453 permite um desalinhamento máximo de 3°).

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: **Contato tela filme**

- Teste do chassi



Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Contato tela filme

- Outro fator importante no controle de qualidade, é a inspeção regular de todos os chassis no sentido de que ofereçam um bom contato entre o écran e o filme e também verificar as condições da tela intensificadora (écran).
- Esta inspeção poderá facilmente ser efetuada pela utilização do dispositivo de teste de contato, tela filme.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Contato tela filme

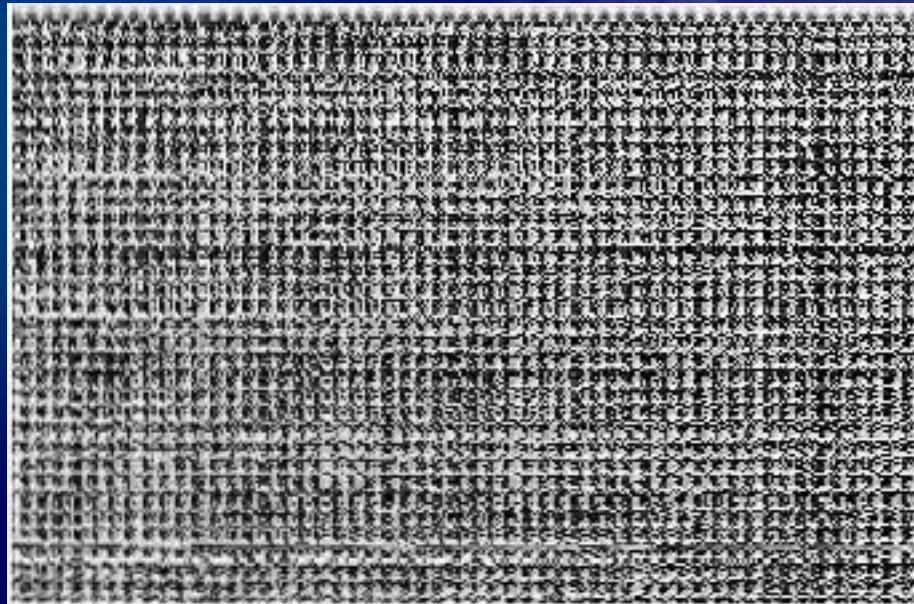
- O dispositivo de teste consiste de duas unidades idênticas, cada uma contendo uma rede de arame de 3 linhas/cm incrustada em um plástico para melhor manipulação.
- Uma das unidades pode ser utilizada para chassi de tamanho até 20 x 25 cm. Para chassis maiores e de tamanhos até 35 x 43 cm pode-se usar as duas unidades juntas para cobrir a área inteira do chassi.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Contato tela filme

- Metodologia
 - Coloca-se a tela de contato sobre o chassi.
 - Ajusta-se uma $DF_o F_l$ de 1m.
 - A exposição deve ser ajustada para se conseguir uma densidade de imagem ± 1 DO.
 - Faz-se uma exposição com técnica definida pelo fabricante (kV= 40 e mAs= 2).
 - Avalia-se a imagem radiográfica gerada.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Contato tela filme

- Imagem gerada



Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: Contato tela filme

- Resultados
 - Se a radiografia for analisada de uma distância de 2m, áreas de pobre contato serão facilmente vistas com um leve crescimento nas densidades.
 - Se analisada de perto, ou com uma lente de ampliação, as áreas de pobre contato apresentam imagens borradas da rede de metal.
 - Densidades reduzidas em algumas áreas podem ser devido à danificação química sobre uma ou ambas telas intensificadoras.
 - Pequenos vazamentos de luz podem também ser detectados sobre a radiografia quando as áreas das bordas do filme apresentarem acréscimo na DO.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: *Teste de intensidade do feixe*

- Teste de intensidade do feixe para tubo de raios X convencionais (mR/mAs) utilizando canetas dosimétricas
 - Caneta dosimétrica



Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: *Teste de intensidade do feixe*

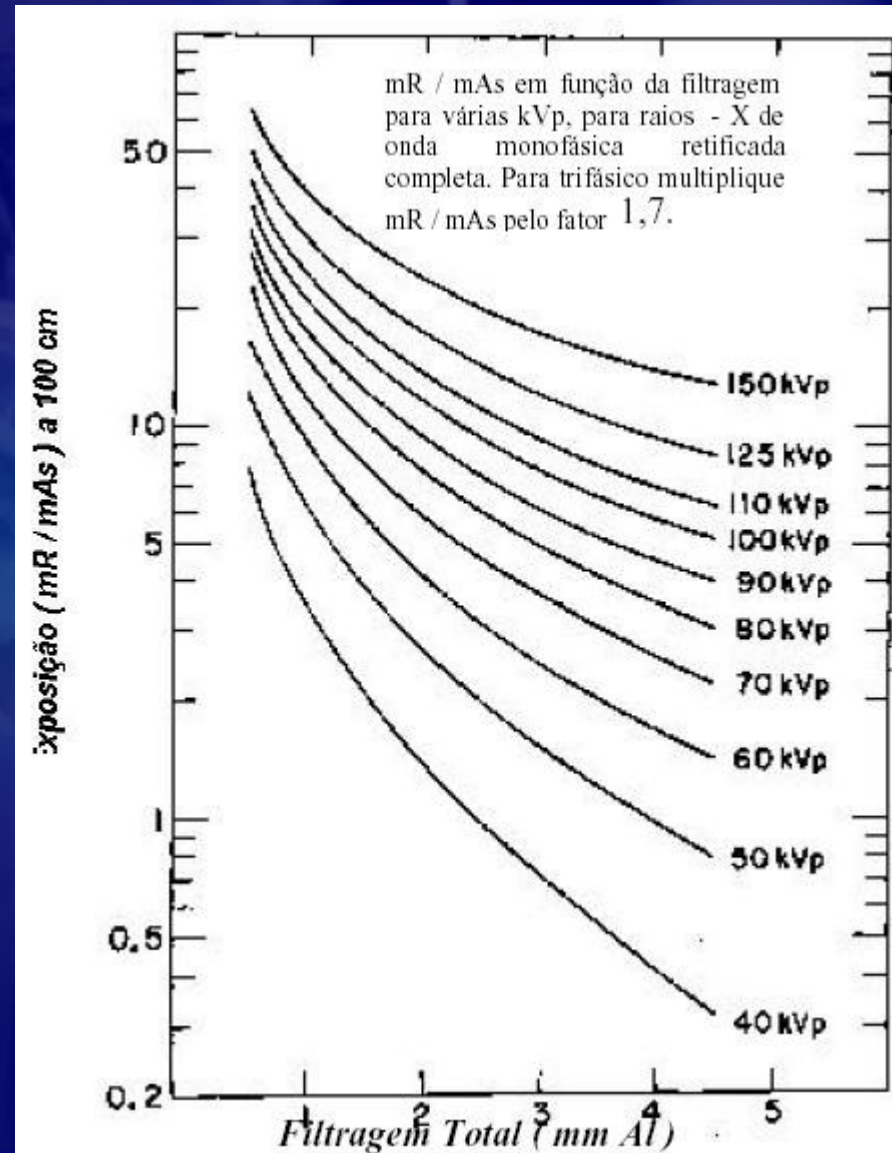
- Metodologia
 - medir a exposição aos raios X fazendo uso de canetas dosimétricas
 - distância foco-filme ($DF_{OFI} = 1\text{m}$)
 - tamanho de campo (10cm x 10cm).
 - ajustar os fatores kV e mAs
 - Para 80 kV
 - aparelhos monofásicos rendimento de 4,6 mR/mAs
 - aparelhos trifásicos rendimento de 6 mR/mAs.
 - Um aparelho que não apresente este rendimento deve ser avaliado para kV, mAs e filtragem.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: *Teste de intensidade do feixe*

- Exemplo
 - Um tecnólogo precisa valiar o rendimento de um aparelho monofásico ($I_{\max} = 200\text{mA}$) fazendo uso de uma caneta dosimétrica e tendo como referência um ajuste de 60 mAs. Como o mesmo deve proceder? (*usar rendimento de 4,6 mR/mAs*)
- Resposta
- Leitura esperada: $4,6 \times 60 = 276 \text{ mR}$
- Ajustar 03 exposições (80 kV e $DF_0 F_1 = 100\text{cm}$):
 - mA=100 e t=0,6s; mA=200 e t=0,3s; mA=150 e t=0,4s
- Se Leitura real = 276mR → OK, caso contrário necessário ajuste.

Controle de Qualidade em Aparelhos de Raios X: *Teste de intensidade do feixe*

- Gráfico de filtragem (mmAl) aparelho monofásico



Curso Superior em Tecnologia em Radiologia

***Unidade Curricular: Manutenção e Calibração
de Equipamentos***

Professor: Luciano Santa Rita

Referência bibliográfica:

Ghilardi Netto, Thomas - Garantia e controle de qualidade em radiodiagnóstico, [http:// www.scielo.br](http://www.scielo.br) artigo acessado em 05 de junho de 2007

Portaria 453 ANVISA/MS - Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica Médica e Odontológica

Manual de Radiodiagnóstico Médico - ANVISA/MS

Curso Superior em Tecnologia em Radiologia

***Unidade Curricular: Manutenção e Calibração
de Equipamentos***

Professor: Luciano Santa Rita

Referência bibliográfica:

L. Gomes, p. Dalcol - O Papel da engenharia clínica nos programas de gerência de equipamentos médicos: estudo em duas unidades hospitalares, [http:// www.scielo.br](http://www.scielo.br) artigo acessado em 05 de junho de 2007

Lucatelli, Marcos Vinícius - O Papel da metrologia na gestão da manutenção hospitalar, [http:// www.scielo.br](http://www.scielo.br) artigo acessado em 05 de junho de 2007

do Couto, Nelson Fraga - Modelo de gerenciamento da manutenção de equipamentos de radiologia convencional, [http:// www.scielo.br](http://www.scielo.br) artigo acessado em 05 de junho de 2007

Curso Superior em Tecnologia em Radiologia

***Unidade Curricular: Manutenção e Calibração
de Equipamentos***

Professor: Luciano Santa Rita

Referência bibliográfica:

GUIMARÃES, JOSE MAURO CARRILHO - Proposta para criação de unidades de manutenção no âmbito da SMS – Secretaria Municipal de Saúde da PCRJ – Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro disponível em:

http://bvsms.saude.gov.br/publicacoes/premio2006/Jose_Mauro_E_MH.pdf

MAGALHÃES, LUIS Alexandre GONÇALVES et all - A importância do controle de qualidade de processadoras automáticas, [http:// www.scielo.br](http://www.scielo.br) artigo acessado em 05 de junho de 2007