

## A IMPORTÂNCIA DO MÉTODO DE PREVENÇÃO DE RISCO POKA-YOKE NO CENTRO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEM: COM ÊNFASE EM RAIOS-X – SOB A ÓPTICA DE OPERAÇÕES DE SERVIÇOS

ALMEIDA FILHO, Francisco Antonio de<sup>1</sup>  
BELLO, Priscilla<sup>2</sup>

### RESUMO

Devido ao grande avanço da área de diagnóstico por imagem, o uso da radiação ionizante tem sido cada vez mais utilizado, porém os exames que se fazem necessários em várias sessões ocasionam um grande risco à saúde e o surgimento de neoplasias pode ocorrer. O setor de gestão em operações de serviços preocupado com este fator visa a qualidade do serviço do técnico operador dos equipamentos de imagem e cada vez mais aprimora técnicas para que estes riscos sejam cada vez menores e o Poka Yoke é uma medida bem eficaz já que a sua ideia é de prevenção de riscos podendo ser usada em todos os setores.

**PALAVRAS CHAVES:** Centro de Diagnóstico, Poka-Yoke, Operações de Serviços

### ABSTRACT

Due to the great advance in diagnostic imaging area, the use of ionizing radiation has been increasingly used, but the examinations that require several sessions cause a great risk to health and the appearance of neoplasm may occur. The service operations management sector, concerned with this factor, aims at the quality of the imaging equipment technical operator service and increasingly improves techniques so that these risks become smaller and Poka-Yoke is a quite effective measure since its idea is risk prevention and can be used in all sectors.

**KEYWORDS:** Diagnostic Center, Poka-Yoke, Service Operations

<sup>1</sup> Mestrando em Engenharia Biomédica, Tecnólogo em Radiologia e Docente de Graduação de Tecnologia em Radiologia da Universidade Paulista (UNIP), Faculdade Nossa Cidade (FNC).

<sup>2</sup> Pós Graduada em Análises Clínicas, Bióloga e Docente de Curso Profissionalizante de Auxiliar Laboratório e Veterinária, Presidente e Palestrante da Empresa PBFA Eventos.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Montagem de um Serviço Radiológico

Iniciou-se o estudo da radiação ionizante na medicina diagnóstica em 1895 com Wilhelm Conrad Roentgen na descoberta dos raios x, que vem a ser conseguido com a ionização do átomo utilizando a energia de ligação dos elétrons, ou seja, energia externa suficiente para arrancar elétrons de seus orbitais. (Bontrager, 2005)

Um serviço de diagnóstico radiológico é uma unidade onde se encontram equipamentos que realizam atividades com uso de radiação ionizante para fins de diagnóstico.

O desenvolvimento técnico e científico de ponta alcançado nesta área permite a eficiência no processo de diagnóstico clínico, no tratamento a ser instituído. Sua finalidade é seguir as determinações constantes nas normas de proteção radiológica, prevenindo danos à saúde dos profissionais que atuam no ambiente e também do cliente. A montagem de um serviço radiológico é extremamente rígida, todas as salas são blindadas e calculadas conforme o aparelho que nela se encontra, e os cálculos de blindagem visam não deixar a radiação ionizante ultrapassar o ambiente do serviço de diagnóstico, evitando problemas de saúde como neoplasias radioinduzidas.

A ANVISA (2002), RDC Nº. 50/ANVISA, RDC Nº 189/ANVISA e Resolução 004/SESA, impõe normas para a montagem de um serviço que deverão ser obrigatoriamente seguidas, havendo penalidade de multas caso houver negligência. O serviço deve conter:

- Sala de espera para pacientes;
- Sala de exames (uma para cada equipamento);
- Cabine para Operador / Sala de comando;
- Sanitário exclusivo para pacientes;
- Vestiário com acesso direto à sala de exames;
- Sala de Interpretação de laudos;
- Sala de revelação com acesso direto à sala de exames ou dispositivo passa-chassi.

Quando se tratar de centro de diagnóstico – várias salas com equipamentos emissores de radiação ionizante, poderá ser aceita:

- Uma central de revelação e uma sala para interpretação da imagem e emissão de laudos,
- Um (01) vestiário central para pacientes, desde que se localize no mesmo andar da sala de exames, em área de acesso restrito que permita fluxo eficiente entre clientes e profissionais.

### 1.2. Realizações de Exames por Raios X

Para realizar o exame são necessárias algumas técnicas básicas:

#### 1. Técnica de penetração da radiação e tempo de exposição;

Segundo Bontrager (2005), para que seja realizada uma radiografia primeiramente será necessário regular uma técnica para o kV (quilovoltagem) e mAs (corrente x tempo), onde as fórmulas são as seguintes:

$$\begin{aligned} \text{kV} &= 2 \times (\text{espessura o órgão a ser irradiado}) + C (\text{constante do equipamento}) \\ \text{mAs} &= \text{kV} \times \text{CMR} (\text{Constante Miliamperimétrica Regional}) \end{aligned}$$

A espessura nada mais é que o tamanho da estrutura a ser estudada, ou seja, tórax, abdome, membros superiores e inferiores. Alguns fatores são importantes nas avaliações dos cálculos como: estrutura física, sexo, faixa etária, entre outras. (Bontrager, 2005)

Há necessidade de protocolos para que não ocorra erros, um técnico bem treinado e preocupado em proteger seu cliente, deve estar muito atento a estes cálculos, pois são eles que evitarão que este cliente receba altas doses de radiação ionizante e repetições de exames desnecessários prevenindo complicações futuras como por exemplo neoplasias radioinduzidas cutâneas. (Nauailhetas, 2009)

## 2. Posicionamento adequado do paciente para diminuir sobreposição;

Essa técnica é utilizada para não sobrepor órgãos ou ossos, para isso deve-se seguir as projeções para cada estudo, estas são chamadas de: VD (ventre dorsal – apoiando o dorso na mesa), DV (dorso ventral – apoiando o ventre na mesa), Perfil (direito ou esquerdo – estar de lado em relação ao raio central), Oblíquas (direita ou esquerda, interna ou externa – estar em um ângulo de 45° em relação ao raio central, podendo ser ventral ou dorsal). (Bontrager, 2005)

Em cada estudo devem ser utilizadas ao menos duas projeções, como por exemplo no estudo de tórax, o indicado é que seja realizado três posições (DV, Perfil direito e Perfil esquerdo), para ter um estudo completo. (Bontrager, 2005)

## 3. Chassi correspondente com o tamanho da estrutura estudada;

Chassi é o aparelho que serve para armazenar o filme radiológico e o écran para emitir luz quando estiver em contato com a radiação ionizante. O mais utilizado é o écran de terras raras. Há vários tamanhos de chassis 18x24, 24x30, 30x40, 35x35, 35x43, e assim por diante, estes são os mais utilizados. (Bontrager, 2005)

O tamanho do chassi irá influenciar na abertura do foco de emissão de radiação, por este motivo é importante que a escolha seja apropriada ao tamanho do estudo pretendido, como por exemplo uma avaliação radiológica do dedo, o mais apropriado será o 18x24 dividido em dois lados, podendo assim realizar dois exames em uma única película. (Bontrager, 2005)

## 4. Protetores de chumbo para o cliente e dosimetria para os profissionais do setor.

Muito se fala sobre a radioproteção no setor de diagnóstico por imagem devido ao perigo das radiações ionizantes, porém ainda ocorre muito descaso em relação a este fator. Muitos técnicos de radiologia por pressa ou até mesmo por desrespeito à vida deixam de utilizar os protetores de chumbo para proteger, tanto em si próprio quanto no cliente.

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) são de uso obrigatório no setor de radiologia, tais como: Avental de Chumbo, Luva de Chumbo, Protetor de Tireóide, Óculos Plumbíferos, Biombo de Chumbo, Porta de Chumbo, Parede Baritada, dentre outros. (Dimenstein; Hornos, 2001)

Para um controle rigoroso da dose de radiação absorvida é utilizado um equipamento chamado dosímetro que é de uso individual e intransferível, que é trocado todo mês com a empresa responsável pela leitura. A dose máxima permitida para o ser humano é de 20 mSv/ano (Profissional) e de 1 mSv/ano (Público). (CNEN, 2010; Dimenstein; Hornos, 2001)

O órgão fiscalizador responsável pela radioproteção é a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), e as leis referentes a este assunto encontram-se na portaria 453 de 1 junho de 1998. (CNEN, 2010)

O responsável técnico do setor deve sempre estar atento para que as normas sejam cumpridas e detectar de maneira prematura onde há falha, e se preciso for deve apresentar uma proposta de plano preventivo para corrigir o possível erro.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Proposta de Plano Preventivo – POKA-YOKE

O método de prevenção de erros Poka-Yoke foi idealizado por Shingeo Shingo no sistema Toyota como forma de corrigir erros no processo de produção, possibilitando assim a inspeção de 100% no processo físico e mecânico. (Shingo, 1996)

São propostas duas funções, quando o Poka-Yoke é acionado:

- Método de controle: alerta para a existência do erro, quando a máquina para, fazendo com que haja a correção do problema (Shingo, 1996). O Poka-Yoke de controle é o dispositivo mais poderoso, porque paralisa o processo até que a condição causadora do efeito tenha sido corrigida. (Lepre; Dognini, 2010)
- Método de advertência: detectando irregularidade, quando é ativado um sinal sonoro ou luminoso como forma de alerta (Shingo, 1996). O Poka-Yoke de advertência permite que o processo que está gerando a falha continue, caso o trabalhador não atenda o aviso. Dessa forma o profissional deverá optar por um dos dois métodos, onde o mais utilizado é o de controle. (Lepre; Dognini, 2010)

Em equipamentos utilizados para fins de diagnóstico por imagem são acionadas luzes no painel de controle quando há um tipo de erro, ou seja, o método Poka-Yoke de advertência, podendo ou não ser corrigido pelo técnico operador do equipamento, para isso é necessário muita atenção e destreza do profissional e por este motivo o treinamento é importante, mostrando qualidade de serviço. (Correa; Caon, 2010)

Há três tipos de funções determinantes do método Poka-Yoke de controle segundo Shingeo Shingo (1996):

- Contato: que identifica os defeitos em virtude da existência ou não de contato entre o dispositivo e alguma característica ligada à forma ou dimensão do produto, geralmente são utilizados diferentes tipos de cores.
- Conjunto: determina se um dado número de atividade prevista é executado.
- Etapas: determina se são seguidos os estágios ou operações estabelecidas por um dado procedimento.

A escolha de um método Poka-Yoke é a etapa mais importante quando se pensa em controle de risco de um serviço. A inspeção é o objetivo, o Poka-Yoke é simplesmente o método (Shingo, 1996). O primeiro passo é a escolha do método de controle de qualidade específico do serviço, em seguida qual será usado, se controle ou advertência. Somente depois de definido o método apropriado deve-se considerar o *design* do dispositivo Poka-Yoke, podendo ser contato, conjuntivo ou etapas. (Shingo, 1996)



Figura 1. Esquema para realizar a escolha do Método Poka Yoke (fonte: Shingo, S.; 1996)

O ser humano não é infalível, dessa forma é interessante criar *check list* ou lista de verificação, pelo motivo de existir dois tipos de esquecimento que são: distração e esquecer porque podemos esquecer. O método Poka-Yoke incorpora esta lista de verificação. (Shingo, 1996)

## 2.2. Método Poka-Yoke na óptica de Operações de Serviços

Há algumas atividades que são impossíveis de usar mecanismos de controle de qualidade para evitar falhas externas (que não são notadas pelos clientes), isso ocorre pelo fato de que alguns serviços necessitam ajuda do próprio cliente, ou seja, o cliente é responsável por parte do processo (Chase; Stewart, 1993). Por exemplo: na área de diagnóstico por imagem, é necessário que o cliente participe de forma a ser orientado pelo técnico-operador do equipamento, quanto a posicionamento, respiração, deglutição, entre outros.

Essa atividade mútua entre cliente e profissional é importante, e para que não haja falhas, o método Poka-Yoke é utilizado e com sucesso (Chase; Stewart, 1993), podendo ser possível a realização de um exame perfeito sem ser necessário repetir, diminuindo custos para o serviço e fazendo com que o cliente se exponha menos à radiação ionizante evitando problemas futuros como possíveis neoplasias radioinduzidas.

Segundo Chase e Stewart (1993), existem dois grandes grupos de Poka-Yoke na visão de gestão em serviço:

- Poka-Yoke do prestador de serviço, que pode ser classificado na tarefa prestada, ao tratamento dado ao cliente ou tangíveis envolvidos;
- Poka-Yoke do cliente, referindo a atividades realizadas pelos clientes, podendo ter ou não impacto na qualidade de satisfação do cliente em relação à preparação do contato, o contato em si e sua conclusão.

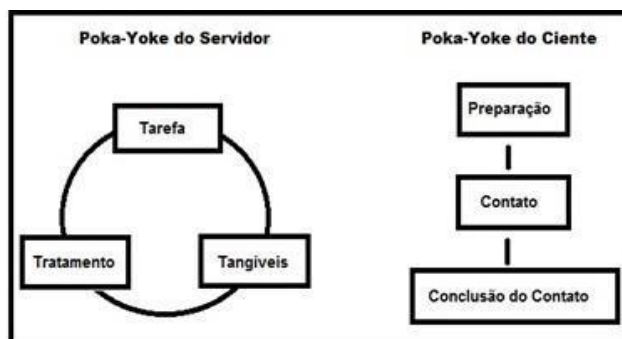


Figura 2. Tipos de Poka Yoke em Serviços  
(fonte: Correa; Coan, 2010)

## 3. DISCUSSÃO

Para que haja uma qualidade de serviço são necessários muitos cuidados, mas o principal é prevenir falhas e o Poka-Yoke se mostra muito importante em um centro de diagnóstico por imagem.

A Radiação ionizante é perigosa pelo fato de provocar danos a curto e a longo prazo e portanto, todo cuidado é pouco, a saúde do cliente é primordial e para que seja preservada é necessário treinamento e atenção do profissional.

Algumas medidas devem ser seguidas para se evitar erros. Segundo Chase e Stewart, (1993), podemos formular tabelas para realizar o Poka-Yoke em qualidade de serviços (tabela 1), colocando todas as falhas do setor, para que possam ser corrigidas; uma maneira interessante é perguntar ao próprio cliente se há alguma falha, pois, a satisfação do cliente é a chave para o sucesso.

Tabela 1. Tabela de possíveis falhas e possíveis Poka-Yoke (fonte: Corrêa e Caon (2010))

POKA-YOKE do Servidor		
Possíveis Falhas		Possíveis Poka-Yokes
Tarefa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fazer o trabalho diferente do solicitado</li> <li>- Fazer o trabalho não solicitado</li> <li>- Fazer o trabalho incorretamente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protocolos de uso de chassis com mesmo tamanho para cada projeção</li> <li>- Protocolos para quantidades mínimas de projeções para cada estudo</li> <li>- Protocolos para técnicas de " kV e mAs " mínimos e corretos</li> </ul>
Tratamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não notar o cliente</li> <li>- Não ouvir o cliente</li> <li>- Não reagir adequadamente ao cliente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regras de cortesias de todos os profissionais da equipe</li> <li>- Planilha de Anamnese na Pré-realização do exame</li> <li>- Sinalizações de cores ou luzes indicando que a sala está em atendimento</li> </ul>
Tangíveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falha no equipamento de imagem</li> <li>- Falha no equipamento acessório danificado por mal uso</li> <li>- Falta de manutenção nas salas de exames</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visitas mensais da manutenção</li> <li>- Check-List em cada entrada de plantão, para identificar quem está destreinado</li> <li>- Visitas diárias da manutenção</li> </ul>

Segundo Bontrager (2005) é obrigatório o uso de protetores de chumbo em todos os exames, e a parte estudada é a única que deverá ficar exposta (Figuras 1 e 2 ).



Figura 3.1. Errado



Figura 3.2. Correto

#### 4. CONCLUSÃO

*Check list* é primordial para se evitar esquecimentos, o ideal é que esteja em lugar de fácil acesso para todo profissional da equipe e que a toda entrada de plantão e antes da realização do exame seja seguido à risca.

A falta de cuidado é o motivo para acontecer possíveis complicações futuras. Um exemplo comum é o cliente não ser orientado a utilizar equipamentos de radioproteção

Não seguir um protocolo acarreta repetições de exames, que geralmente acontece pela não realização dos cálculos corretos para cada espessura, realizando as técnicas empiricamente.

O cálculo do kV (quilovoltagem) é o mais importante, já que a emissão de radiação ionizante irá ser tanto ou mais penetrante à medida em que o kV for alterado. O cálculo é simples e rápido ( $\text{Espessura} \times 2 + \text{a constante do equipamento fornecida pelo fabricante}$ ), que feito corretamente, fornecerá ao exame um perfeito diagnóstico.

Outras modalidades de exames mais complexas exigem mais atenção do técnico, como Tomografia Computadorizada, Radioterapia e Hemodinâmica, que são os mais comuns.

Com procedimentos simples e seguindo regras, o setor de diagnóstico pode evitar complicações futuras para o cliente, evitando repetições de exames, impondo seriedade para com a profissão e entendendo que a radiação ionizante é perigosa, e para isto existe protocolos que devem ser seguidos e cada instituição possui suas regras próprias.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Resolução N° 50 - 2002
2. Bontrager, k. L. - tratado de técnicas radiológicas e base anatômica – Ed. Guanabara Koogan - Rio de Janeiro - 2005
3. Chase, R. ; Stewart, D.M. – Failsafe Services. In: 8 Annual Conference of the operations Management Association – UK - 1993, Coventry: Warwick University - 1993
4. Correa, H. L.; Caon M. – Gestão de Serviços – Atlas – 2010
5. Dimenstein, R; Hornos, Y.M.M. - Manual de Proteção Radiológica Aplicada ao Radiodiagnóstico- Ed. SENAC - 2° Edição – São Paulo - 2001
6. Lepre, P. R.; Dognini, E. P. – Utilização do Tato em Mecanismos Poka-Yoke de Produtos a Base de Madeira – UFPR - 2010
7. Nauailhetas, Y. Radiação Ionizantes – Conselho Nacional de Energia Nuclear – 2009
8. Portaria 453 - disponível em URL. [www.cnen.org.br](http://www.cnen.org.br) - acesso em 02/11/2010
9. Shingo, S. – O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção - Bookman – Porto Alegre – 1996.