

MODELO DE GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE RADIOLOGIA CONVENCIONAL*

Nelson Fraga do Couto¹, Rildo Santos Ribeiro¹, Ana Cecília Pedrosa de Azevedo², Antonio Carlos Pires Carvalho³

Resumo Foi elaborado um modelo de gerenciamento da manutenção dos equipamentos convencionais de raios X no Hospital Universitário Clementino Fraga Filho. O modelo foi implementado em várias etapas, que incluíram visitas a centros hospitalares que gerenciam seus equipamentos, linha de colaboração com a Fundação Oswaldo Cruz para realização de cursos e treinamento de técnicos de eletrônica do hospital, montagem de uma esquadra de equipamentos em uso, criação de um programa de gerenciamento utilizando um banco de dados na plataforma Microsoft Windows 98-Access, levantamento operacional e condições de funcionamento dos equipamentos. A criação de uma nova rotina nas manutenções vai ao encontro das necessidades de reduzir o tempo de atendimento, custos, e de melhoria na qualidade da imagem em um serviço de radiodiagnóstico, atendendo também às exigências da Portaria 453/98 do Ministério da Saúde.

Unitermos: Manutenção de equipamento; Radiografia – instrumentação; Sistema de gerenciamento de base de dados.

Abstract *Maintenance management model for conventional radiology equipments.*

We developed a management model for maintenance of hospital radiological X-ray equipment. The model was implemented in several steps including visits to other hospitals where equipment management is also done, collaboration work with "Fundação Oswaldo Cruz" for the realization of courses and a training program for the hospital electronic technicians, organization of a small library with the schemes of the radiological equipment in use at "Hospital Universitário Clementino Fraga Filho", Rio de Janeiro, Brazil, development of a management software using a database from Access (Microsoft Windows) and evaluation of the performance of the radiological equipment. The implementation of a new routine for equipment maintenance fulfills the need for reducing repair delay and costs, improving image quality in radiodiagnosis services, and complying with resolution 453/98 of the Brazilian Ministry of Health.

Key words: Equipment maintenance; Radiography – instrumentation; Database management system.

INTRODUÇÃO

Máquinas de diversos tipos foram desenvolvidas para atender aos serviços que antigamente eram executados manualmente. No entanto, seu uso continuado acarretou os desgastes inevitáveis que fizeram surgir um novo tipo de mão-de-obra: era o início da manutenção de máquinas.

A princípio, consertava-se uma máquina por defeito apresentado. Com o aumen-

to do número de máquinas, tornou-se dispendioso o sistema de conserto em "emergência". Houve a necessidade do aumento da mão-de-obra para a manutenção de máquinas (eletricista, mecânico, etc.) para fazer tais reparos, mas o preço do produto acabado era muito alto e variável, levando em conta o custo da manutenção, e por essa razão não podia ser estimado com precisão, pois não havia previsão formada sobre custo de manutenção, uma vez que sobre esta não havia nenhum controle.

Os técnicos de manutenção começaram então a desenvolver métodos e criar uma ciência nova: a manutenção. O primeiro passo foi o de relacionar as máquinas mais importantes nas linhas de produção e revisá-las periodicamente, de acordo com os estudos feitos a partir dos dados de consertos anteriores.

Mas, para revisar uma máquina sem um prévio orçamento, seria necessário um estoque infundável para atender prontamente a esta revisão. Foi então criada a inspe-

ção anterior e pré-determinada para listar, orçar e adquirir as peças necessárias. Estava criada a manutenção preventiva (também conhecida como seletiva). Os estudos de desgastes, vida útil de peças, equipamentos e estoques racionalizados se desenvolveram de tal forma que se criaram setores auxiliares, sendo um destes setores o planejamento de manutenção, que engloba controle, programa e suprimentos.

Em 1954, Juran levou para o Japão os conceitos básicos de administração⁽¹⁾, que são fatores fundamentais em qualquer planejamento, pois estabelecem os valores de rotinas e melhorias em um sistema organizado, tal qual a manutenção de equipamentos. A maioria dos sistemas não observava uma preocupação no sentido de estabelecer uma rotina para atingir seu melhor desempenho nos serviços prestados, pois não são exigidos para tal fim⁽²⁾.

Em 1970, o Ministério de Tecnologia da Grã-Bretanha criou o conceito de terotecnologia, relacionado com a facilidade de

* Trabalho realizado no Departamento de Radiologia da Faculdade de Medicina e no Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF), ambos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ.

1. Alunos do Programa de Pós-Graduação em Radiologia da Faculdade de Medicina da UFRJ.

2. Doutora em Física, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) – Escola Nacional de Saúde Pública, Centro de Estudos de Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (CESTEH), Física da Faculdade de Medicina da UFRJ.

3. Doutor em Radiologia, Professor Adjunto do Departamento de Radiologia da Faculdade de Medicina da UFRJ.

Endereço para correspondência: Prof. Dr. Antonio Carlos Pires Carvalho, Rua Pereira Nunes, 71, c-01, Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, 20511-120. E-mail: acpcrij@ufrj.br

Recebido para publicação em 19/3/2003. Aceito, após revisão, em 19/5/2003.

manutenção das máquinas, equipamentos e sistemas. A terotecnologia consistia na participação dos operadores finais na fase de concepção dos projetos de sistemas, serviços ou equipamentos, para que se pensasse na facilidade de sua manutenção.

Ao longo de sua evolução, a manutenção tem perdido o seu caráter corretivo e assumido cada vez mais uma postura preventiva. Esta evolução vem ao encontro da atual tendência econômica de globalização e canibalização de profissões, que não deixa muito espaço para um sistema produtivo estigmatizado por falhas frequentes. Hoje, a tendência é levar-se em conta a confiabilidade e a facilidade de manutenção do sistema, serviço ou equipamento ao projetá-lo, visto que os sistemas de produção estão cada vez mais complexos e interdependentes. Esta tendência é confirmada pelo uso crescente de uma nova filosofia de gerenciamento de manutenção, podendo aumentar a vida útil dos equipamentos, e redução na quantidade de peças sobressalentes, em cargas de trabalho na manutenção programada e nos custos de manutenção⁽³⁾.

É importante ressaltar que o custo de aquisição de equipamentos médico-hospitalares pode atingir 75% do valor da construção civil do hospital. Estima-se que o mercado brasileiro movimenta cerca de US\$ 1,3 bilhão/ano de equipamentos médico-hospitalares, sendo US\$ 500 milhões para o setor de diagnóstico por imagem⁽⁴⁾.

Em 1997, a Siemens vendeu US\$ 27 milhões em equipamentos de imagem para oito hospitais no Brasil. Avaliando em 6% o valor do contrato de manutenção, estes hospitais gastam, anualmente, um total de US\$ 1,6 milhão.

Estima-se a incorporação de 729 tomógrafos, entre 1993 a 1999. Supondo que a cada dois anos seja necessária a troca do tubo, a um valor médio aproximado de US\$ 50.000, resulta que, anualmente, somente para a troca dessas peças o sistema de saúde gasta cerca de US\$18 milhões⁽⁴⁾.

O Ministério da Saúde estima que 40% dos equipamentos estão subutilizados ou inoperantes. É possível estimar que dos US\$ 1,3 bilhão/ano, cerca de US\$ 500 milhões/ano estão com problemas. Pode-se estimar que no ano de 1999 o setor saúde gastou, com a mão-de-obra para a manutenção desses equipamentos (vencido o

período de 12 meses de garantia), um valor aproximado de US\$ 71 milhões⁽⁴⁾.

No Brasil, a publicação da Portaria 453/98 “Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico” exige que os serviços de radiodiagnóstico promovam a implantação do programa de garantia de qualidade (Cap. 3.9 ix, como obrigações básicas “O programa de garantia de qualidade, incluindo programa de manutenção dos equipamentos de raios X e processadoras”). Ainda cita como fator preponderante a manutenção preventiva (Cap. 3. 25 n: “*manter as instalações e seus equipamentos de raios X nas condições exigidas neste regulamento, devendo prover serviço adequado de manutenção periódica*”⁽⁵⁾).

A motivação para a concepção de um modelo de gerenciamento para manutenção de equipamentos de raios X originou-se a partir do conhecimento da existência de projetos de auto-suficiência no gerenciamento mantidos no Instituto Nacional de Câncer (INCA) e no Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), que têm funcionado com grande sucesso. Pensou-se, então, em criar um modelo similar de manutenção dos equipamentos convencionais de raios X para o Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF), nos padrões modernos de gerenciamento, uma vez que não se justificava o dispêndio de cerca de R\$ 400,00/mês por equipamento para uma manutenção preventiva que pouco ou nenhum benefício demonstrava, pois muitos defeitos “crônicos” eram apresentados pelos aparelhos.

A direção do HUCFF, interessada na melhoria dos serviços e redução do custo, destinou o equivalente a US\$ 27.000 para a compra de equipamentos de controle de qualidade (aparelhos para medidas não-invasivas).

Havia, também, um grupo de técnicos de eletrônica qualificados na Seção de Eletrônica e Biomédica (SEB) realizando pequenos reparos em televisores e cafeteiras elétricas, sem a menor expectativa de crescimento profissional, e que ficaram interessados na proposta de se integrarem a este projeto. Um misto de valorização e aperfeiçoamento profissionais, bem como a valorização pessoal e auto-estima, foram suficientes para integrá-los ao grupo.

Objetivos

Propor um modelo executável de gerenciamento para realização da manutenção dos equipamentos convencionais de raios X. Propor o planejamento do gerenciamento da manutenção através de um programa de computador. Capacitar e adequar os técnicos do HUCFF na realização da manutenção dos equipamentos de raios X.

REVISÃO DA LITERATURA

Em 1895, Wilhelm Conrad Röntgen, em seu laboratório na Universidade de Würzburg, na Alemanha, descobre os raios X, que, apesar de causarem preocupação muito grande, na época, sobre a privacidade dos seres humanos, nasciam como um instrumento poderoso para a medicina^(6,7).

Em 1896, Edwards fez as primeiras radiografias clínicas, em Birmingham, mostrando uma agulha enfiada na mão de uma paciente⁽⁸⁾. A partir daí, seu uso difundiu-se por todo o mundo. Neste mesmo ano, no Brasil, eram feitas as primeiras radiografias com uso médico, sendo também apresentada uma tese sobre o uso dos raios X na medicina^(9,10).

Em 1928 morria Álvaro Alvim, médico brasileiro, em consequência de grave radiodermite, que lhe causou amputação das mãos e antebraço⁽⁹⁾.

Em 1929 foi fundada, no Rio de Janeiro, a Sociedade Brasileira de Radiologia, cujos membros, entre outras atividades, participaram da aprovação da Lei 1234, que aborda os perigos do trabalho com radiações⁽¹⁰⁾.

Por ser o radiodiagnóstico a causa mais importante de exposição humana à radiação de fontes artificiais, a Comissão Internacional de Proteção Radiológica formulou uma série de recomendações visando à redução da dose populacional média. A Organização Mundial da Saúde, apoiada nessas recomendações, estabeleceu medidas eficazes para a proteção do paciente, iniciando um Programa de Garantia de Qualidade^(11,12).

Assistimos a uma verdadeira explosão da indústria de bens e serviços. A ciência administrativa torna-se mais complexa; surgem a engenharia da qualidade e a engenharia da confiabilidade; inicia-se a ênfase no trabalho estatístico⁽¹³⁾.

A indústria da guerra utiliza o controle estatístico de qualidade para melhor fabricar bens de guerra. E é justamente no pós-guerra que surge uma nova realidade: o controle de qualidade total⁽¹³⁾.

Depois de 1991, a Joint Commission on Accreditation of Hospitals (JCAHO) usou as concepções de garantia e controle da qualidade como métodos de gerenciamento da qualidade, requerendo monitoração sistemática e avaliação, com a responsabilidade do diretor. Ainda naquele ano foram desenvolvidos conceitos de continuidade na melhoria da qualidade, no tocante ao gerenciamento da qualidade total, controle de qualidade total e controle estatístico da qualidade⁽¹⁴⁾.

Medeiros e Alves conseguiram, através do gerenciamento da manutenção, obter a estabilidade dos parâmetros técnicos dos equipamentos radiológicos e, conseqüentemente, menos quebra desses equipamentos em intervalos maiores de tempo⁽¹⁵⁾.

A manutenção preventiva, até 1979, só era praticada em indústrias. Em hospitais era realizada apenas em equipamentos como caldeiras e ar-condicionado⁽¹⁶⁾.

Em 1993, Spalding⁽¹⁷⁾ descreveu a consolidação do Centro de Engenharia Biomédica do Hospital São Vicente de Paulo, resultado de 24 meses de investimentos da direção do hospital na implantação do setor de eletrônica, marco inicial de toda a estrutura.

Calil⁽¹⁸⁾ destaca a importância da existência e a necessidade de grupos técnicos ou grupos de engenharia clínica nas unidades de saúde, para dar suporte e manutenção a equipamentos, construções e adequação de normas. O mesmo autor, em outro trabalho⁽¹⁹⁾, aborda um modelo de implantação ou reformulação do sistema de gerenciamento da equipe de manutenção de equipamentos médico-hospitalares.

Em 1994 foi desenvolvido um projeto por Araújo⁽²⁰⁾, chamado de SISMEq Pro-equipe, com o objetivo de colaborar com o esforço dos estados e municípios na implantação de sistemas de gerência e manutenção de equipamentos médico-hospitalares que compõem suas redes de saúde, com vistas a contribuir para uma maior produtividade, segurança e qualidade dos serviços de assistência à saúde prestados à população.

Pinto⁽²¹⁾ afirma que a manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, e, sim, manter o equipamento em operação, evitando a sua falha. Esta é a grande mudança de paradigma. A manutenção deve ser organizada de tal maneira que o equipamento permaneça parado somente quando for definida esta parada. É a manutenção planejada.

A obtenção de um padrão para os programas de gerenciamento em equipamentos biomédicos é conseguida quando as informações são recebidas em tempo real. E, por essa razão, os intervalos da manutenção preventiva podem ser ajustados de maneira mais eficiente, melhorando também o custo efetivo, uma vez que as ações estão otimizadas⁽²²⁾.

Sahay e Saxena⁽²³⁾ destacam a importância da existência de uma rotina na manutenção corretiva e preventiva de equipamentos biomédicos, bem como suas devidas calibrações. Isto acontece tendo responsáveis técnicos especializados para o serviço, com o apoio de computadores.

Nicolay⁽²⁴⁾ afirma que as decisões a serem tomadas em sistemas de gerenciamento de manutenção de equipamentos tornam-se confiáveis quando se utiliza um banco de dados com informações de experiências anteriores, em especial para criar soluções inovadoras.

Em 1988, no Hospital Geral de Bolzano⁽²⁵⁾, foi criado um projeto para a melhoria da qualidade do gerenciamento de equipamentos biomédicos, tendo como controle informações obtidas da equipe de manutenção, tais como custo de manutenção e tempo de defeito dos equipamentos.

Pesquisa da Associação Brasileira de Manutenção (Abraman), sobre um conjunto de índices relativos ao desempenho dos setores de manutenção nos vários setores da economia, aponta que a forma de atuação da organização da manutenção apresenta uma tendência de crescimento das organizações mistas e descentralizadas nas diversas áreas da economia brasileira⁽²⁶⁾.

Em 1998 foi publicada a Portaria 453/98, que passou a regulamentar todo o serviço relacionado ao uso médico e odontológico de radiação ionizante no Brasil, trazendo responsabilidades ao serviço de ra-

diagnóstico em relação à manutenção corretiva e preventiva⁽⁵⁾.

A elaboração de um modelo de gerenciamento de manutenção em equipamentos de raios X deve possuir a característica de buscar a melhoria contínua; para isto, se faz necessária a utilização de conceitos que se tornam premissas para a modelagem de qualquer programa que busque a qualidade, uma vez que a busca da melhoria permanente vem corroborar os conceitos de qualidade que estão implícitos no programa de controle de qualidade para ser implantado em qualquer serviço de radiodiagnóstico, segundo a Portaria 453/98.

Para que haja um efetivo controle do gerenciamento, um programa desenvolvido dentro do ciclo planejamento–execução–verificação–atuação corretiva (PDCA – “plan”, “do”, “check”, “action”) torna-se ferramenta imprescindível, uma vez que contempla a visualização da rotina estabelecida, podendo, ao longo do tempo, realizar melhorias no serviço prestado, proporcionando mais confiança para os técnicos e médicos que utilizam tais equipamentos. Da mesma forma, este controle permite um estudo de custos, produção e vida de cada equipamento, possibilitando ao gerente traçar metas em relação a cada equipamento^(27,28).

Implantar a rotina significa implementar o gerenciamento dos processos repetitivos via ciclo PDCA. Implanta-se a rotina com o objetivo de delegar o gerenciamento do processo ao seu operador. Com isto, o gerente poderá dedicar uma pequena parte de seu tempo ao controle da rotina, ficando com a maior parte dele liberada para dedicar às atividades de melhorias (aqui significa resolver problemas), a fim de tornar sua área cada vez mais competitiva⁽²⁹⁾.

O controle do processo é realizado de forma sistemática e padronizada. Todos na administração utilizam o mesmo padrão gerencial denominado ciclo PDCA, tendo o seguinte significado:

Planejamento – Esta etapa consta do estabelecimento de um sistema de padrões 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. Esta atuação é metódica⁽³⁰⁾.

A garantia da qualidade é conseguida pelo gerenciamento correto e obstinado de todas as manifestações da qualidade em cada projeto e cada processo, buscando sistematicamente eliminar as falhas, pela constante preocupação com a satisfação total do paciente, técnicos de raios X, médicos e todos os demais envolvidos com o serviço. A garantia da qualidade no controle de qualidade total busca o “defeito zero” e é também um processo sistemático de verificação, para certificar-se que a inspeção da qualidade e as operações de controle da qualidade estão sendo conduzidas de forma correta. É, também, importante na garantia da qualidade que os responsáveis pela administração (chefia, direção) sejam periodicamente informados das atividades e resultados das operações de controle da qualidade (rotina)⁽³⁰⁾.

É importante ressaltar que a garantia da qualidade está intimamente ligada a uma rotina, para atender os critérios estabelecidos na Portaria 453/98, no item 3.55 c: “Evitar que os equipamentos sejam operados fora das condições exigidas neste Regulamento e assegurar que as ações reparadoras necessárias sejam executadas prontamente, mediante um programa adequado de manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos”⁽⁵⁾.

Controlar uma organização ou sistema significa detectar quais foram os fins, efeitos ou resultados não alcançados, analisar estes maus resultados buscando suas causas e atuar sobre estas causas de tal modo a melhorar os resultados⁽⁶⁾. A criação de uma rotina de manutenção dentro dos padrões operacionais exigidos é usada para avaliar o desempenho da qualidade nas manutenções, conforme a Portaria 453/98, item 4. 44: “todo equipamento de raios X diagnóstico deve ser mantido em condições adequadas de funcionamento e submetido regularmente a verificações de desempenho. Atenção particular deve ser dada aos equipamentos antigos. Qual-

quer deterioração na qualidade das radiografias deve ser imediatamente investigada e o problema corrigido”⁽⁵⁾.

MATERIAIS E MÉTODOS

Antes de acontecer a proposta para o modelo de manutenção para equipamentos de raios X, houve a necessidade de se conhecer outros hospitais com programas implantados que obtiveram sucesso com investimentos nesta área. Para isto foram escolhidos, como referência, o Hospital de Clínicas de Porto Alegre, o Instituto Nacional de Câncer e o Hospital Universitário de Campinas, pois programas semelhantes foram desenvolvidos com grande sucesso nesses hospitais.

Para o HUCFF foi proposto um modelo de gerenciamento para equipamentos de raios X que ia ao encontro da necessidade de atender às exigências legais da Portaria 453/98, e, também, trazer para o HUCFF um modelo que fosse atual, utilizando ferramentas da administração moderna para o efetivo sucesso no gerenciamento.

Inicialmente foi realizado um levantamento das condições físicas dos equipamentos existentes no serviço de radiodiagnóstico, considerando a situação eletromecânica, eletrônica e dos parâmetros de calibragens, para que fosse elaborado um modelo de manutenção para tais equipamentos, dentro da realidade do hospital.

Uma vez autorizada a implantação do grupo de manutenção pela administração do Estabelecimento de Assistência à Saúde (EAS), é necessário desenvolver o sistema de gerenciamento a ser praticado pelo grupo. Este sistema deve definir⁽¹⁹⁾:

a) Os controles envolvidos no recebimento dos equipamentos adquiridos pelo EAS, para que seja feito o cadastro do equipamento no sistema.

b) Os controles necessários, desde a solicitação do serviço para a manutenção até o retorno do equipamento à operação.

c) Os controles periódicos em relação ao grupo de manutenção e à qualidade dos serviços por ele oferecido, pesquisa de opinião junto ao usuário (médico ou técnico de raios X).

A manutenção preventiva tem por finalidade ampliar a vida útil dos equipamentos, tendo como conseqüência a redução

dos custos, aumento de sua segurança e desempenho. O conteúdo dos procedimentos da manutenção preventiva deve ser o mais completo possível para garantir que a inspeção seja feita da mesma maneira todas as vezes, assegurando um nível mínimo de inspeção adequada. Esta manutenção tem grande importância, pois os equipamentos de raios X estão sujeitos às normas de fiscalização por parte de órgãos governamentais (Comissão Nacional de Energia Nuclear e Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde).

A manutenção organizada por áreas possibilita o controle dos custos, diferentemente da manutenção centralizada, em razão do tipo de organização e do perfeito entrosamento entre o chefe da área e sua equipe.

As vantagens da manutenção organizada por áreas são⁽³¹⁾:

- deslocamento facilitado até o local da ocorrência e retirada de ferramentas;
- conhecimento mais apurado e maior familiaridade com os equipamentos;
- supervisão melhor e mais efetiva dos trabalhadores;
- maior afinidade no relacionamento produção/manutenção na mesma área;
- manutenção preventiva mais eficiente;
- maior rapidez na execução das tarefas.

Observou-se que o HUCFF dispunha de técnicos de eletrônica de excepcional qualificação, podendo ser treinados para serviços de reparo de aparelhos de raios X. Como a maioria dos funcionários públicos, não recebiam nenhum tipo de treinamento específico. Foi, então, proposto ao chefe da SEB que fossem cedidos três técnicos para participarem do treinamento, que consistiria em levar o técnico a desenvolver habilidades para realizar reparos nos equipamentos de raios X convencionais.

O programa de treinamento foi elaborado tendo 180 horas/aula, distribuídas em cinco cursos: a) curso básico de radioproteção; b) curso de técnicas radiográficas; c) curso de manutenção dos equipamentos convencionais de raios X e processadoras; d) curso de controle de qualidade; e) estágio supervisionado.

Para a aplicação dos cursos do programa de treinamento foram aproveitados funcionários da própria universidade, sendo eles um técnico de raios X e um físico da

Cotar X. Para a formação específica em manutenção de aparelhos de raios X, uma linha de colaboração com a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) se fez necessária, pois esta instituição forma técnicos de manutenção em equipamentos de raios X. Um vez feita a avaliação da infra-estrutura do serviço de radiodiagnóstico, seria escolhida uma sala, conforme a disponibilidade deste serviço, para que os técnicos iniciassem seu treinamento, cumprindo a etapa do estágio supervisionado

Para que houvesse controle no gerenciamento da manutenção, a criação de um banco de dados tornou-se imprescindível, para tornar eficiente o processo de utilização dos recursos disponíveis no HUCFF. Foi então escolhido um microcomputador do tipo PC, com sistema operacional Windows 98 e programa para gerenciamento de banco de dados Access, ambos produzidos pela Microsoft.

O banco de dados disponibilizaria informações referentes ao cadastro dos equipamentos, ordens de serviço, inspeção dos equipamentos, estoque de peças, alarme para as inspeções e relatórios da vida de cada equipamento, de modo que os dados inseridos no sistema em relação à história de cada equipamento possam ser consultados em pontos diferentes, pois há previsão de o programa ser usado em rede.

RESULTADOS

Avaliação inicial da infra-estrutura do serviço de radiodiagnóstico

Inicialmente foi observado que para o desenvolvimento do programa era necessário conhecer o parque de equipamentos fixos e o funcionamento do serviço de radiodiagnóstico, para que se pudesse avaliar e estabelecer estratégias no sentido de preparar uma nova rotina para a manutenção. A situação no serviço de radiodiagnóstico, em maio de 2000, era a seguinte:

Um total de 21 aparelhos fixos, duas processadoras Kodak de uso geral e uma processadora Agfa dedicada à mamografia. Foi observado que se tratava de equipamentos muito antigos e sem manutenção preventiva eficaz, com o risco de comprometer a qualidade do exame obtido.

As salas 1, 3, 4, 9B e 10A são aquelas onde se realizam os exames convencionais.

Estes exames são feitos, algumas vezes, de forma inadequada, devido aos problemas crônicos que, segundo os técnicos, “estão há muito tempo sem solução”. Os reparos, que na sua maioria são mecânicos e de fácil solução, não são feitos, e os técnicos já se “acostumaram” aos defeitos.

Já nas salas 2, 5, 11, 14, 15 e 16 são realizados exames contrastados ou invasivos. Na sala 13 tem-se um mamógrafo Giotto e uma processadora Agfa dedicada.

Apenas nas salas 1, 3 e 9 conseguimos os valores próprios para a execução dos testes. Da mesma forma, não podemos dizer que estas salas não apresentam problemas desta natureza, visto que em momentos diferentes estas mesmas máquinas produzem exposições diferentes para uma mesma técnica (o que se reflete no rendimento dos aparelhos). Observamos também que apenas as salas 7 e 9 ficaram com o parâmetro “simetria do colimador” acima da variação máxima aceitável de 2%; as demais permaneceram dentro do padrão. O alinhamento vertical do feixe de todos os aparelhos em teste ficou dentro do aceitável, ou seja, com angulação máxima de 3%. Quanto ao teste de alinhamento de grade, três salas foram aprovadas e quatro, reprovadas (Tabela 1).

Implantação do Programa

O técnico em equipamentos médico-hospitalares tem como atividade principal a manutenção, em suas várias modalidades, de equipamentos específicos da área médica. Tais equipamentos, devido às suas particularidades, diferenciam-se dos equipamentos de uso industrial, principalmente porque a maioria é utilizada para diagnóstico e terapia de seres humanos. Assim, com o propósito de promover um serviço de manutenção capaz de garantir a funcionalidade, calibração e segurança dos equipamentos médicos, é fundamental que o executor seja um profissional com forte embasamento em eletro-eletrônica, além

de conhecimentos da área de engenharia biomédica, que envolve, por exemplo, anatomia e fisiologia humanas, riscos de choques elétricos e radiações ionizantes, e equipamentos específicos. O setor de engenharia do HUCFF designou três técnicos para serem treinados especificamente para a realização da manutenção dos equipamentos de raios X convencionais.

Por meio de um planejamento pedagógico estratégico, foi estabelecido um programa de treinamento para os técnicos de eletrônica do HUCFF, que serão os responsáveis pelas referidas manutenções, cumprindo também o que diz a Portaria 453/98 no Cap. 3.31 (b): “*Os responsáveis legais das empresas prestadoras de serviço de manutenção e/ou assistência técnica de equipamentos de raios X diagnósticos devem: assegurar que sua equipe técnica esteja treinada e ciente dos requisitos de desempenho e de segurança dos equipamentos, especificados neste Regulamento*”⁽⁵⁾. Então, considerando a necessidade não só da realização dos reparos nos equipamentos, mas também de levar o técnico ao conhecimento pleno do desempenho e segurança dos equipamentos, foi elaborado um programa com cinco cursos, sendo quatro destes realizados no HUCFF e outro na Fiocruz, que foram apresentados na seguinte ordem:

Curso básico de radioproteção – Objetivo: conhecer os princípios físicos básicos de radioproteção, bem como seus riscos e limites inerentes ao serviço de radiodiagnóstico. Carga horária: 12 horas. Período: abril de 2001. Local: HUCFF.

Curso de técnicas radiográficas – Objetivo: esclarecer sobre as diversas técnicas utilizadas nos exames e suas respectivas rotinas. Carga horária: 8 horas. Período: maio de 2001. Local: HUCFF.

Curso de manutenção dos equipamentos convencionais de raios X e processadoras – Objetivo: capacitar os profissionais já envolvidos na área específica

Tabela 1 Demonstrativo dos resultados por sala.

Teste	Salas testadas	Salas aprovadas	Salas reprovadas	Porcentual de aprovação
Alinhamento de grade	1, 3, 4, 5, 7, 9, 10	1, 3, 9	4, 5, 7, 10	42%
Simetria do colimador	1, 3, 4, 5, 7, 9, 10	1, 3, 4, 5, 10	7, 9	71%
Alinhamento vertical do feixe	1, 3, 4, 5, 7, 9, 10	1, 3, 4, 5, 7, 9, 10	—	100%

de manutenção a melhorar seu desempenho e torná-los aptos a fazer a manutenção preventiva e corretiva das partes mecânicas e elétricas de equipamentos de raios X e processadoras. Carga horária: 72 horas. Período: setembro de 2001. Local: Fiocruz.

Curso de controle de qualidade – Objetivo: conhecer as exigências legais constantes na Portaria 453/98, bem como aulas práticas sobre os padrões de medidas feitos com equipamentos não-invasivos. Carga horária: 8 horas. Período: dezembro de 2001. Local: HUCFF.

Estágio supervisionado – Objetivo: consolidar o aprendizado obtido durante os cursos de capacitação. Carga horária: 80 horas. Período: setembro, outubro e novembro de 2002.

A formação curricular dos técnicos foi composta tendo como fundamento o conhecimento básico de qualquer equipamento de raios X, de tal modo que o técnico estará preparado para identificar qualquer anomalia apresentada por tais equipamentos, mesmo que o reparo seja efetuado por firmas terceirizadas. O objetivo do programa é levar o técnico a desenvolver habilidades e competências para efetuar reparos, avaliando os limites legais e seguros de um equipamento no serviço de radiodiagnóstico. O estágio supervisionado obteve carga horária expressiva, pois dispúnhamos de uma colaboração estabelecida entre o Programa de Pós-Graduação em Radiologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Fiocruz, tendo esta cedido dois engenheiros eletrônicos especialistas e professores dos cursos de manutenção de equipamentos de raios X, para realizarem as aulas práticas dentro do serviço de radiodiagnóstico.

Constatou-se que nenhum dos equipamentos possuía o manual de instruções, nem o esquema interno, uma vez que não havia nenhum tipo de controle sobre o equipamento, inclusive dados da sua existência, estando a situação do equipamento

em desacordo com o que diz no item 4.24 da Portaria 453: “A documentação fornecida pelo fabricante, relativa às características técnicas e operacionais dos equipamentos de raios X, deve estar facilmente disponível no serviço para a equipe de trabalho, o pessoal de manutenção e autoridade sanitária”⁽⁵⁾.

Em virtude da complexidade dos equipamentos e da sua diversidade, se fez necessária a utilização de material literário técnico, a fim de oferecer suporte para melhor atender à execução das manutenções. Este material começou a ser reunido através de doações dos engenheiros da Fiocruz, dando início à composição de uma esquemateca.

O modelo do gerenciamento utilizado baseia-se num banco de dados com características da qualidade total, funcionando segundo o ciclo gerencial. O programa foi elaborado segundo as necessidades específicas do serviço de radiodiagnóstico e consta dos seguintes formulários e relatórios:

O formulário descrito na Figura 1 permite estabelecer acesso controlado dos dados, direcionando informações conforme a permissão que o usuário tenha.

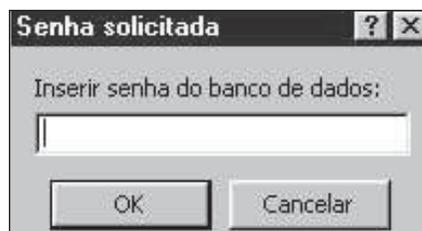


Figura 1. Formulário de acesso.

O formulário da Figura 2 permite ao usuário navegar de acordo com a sua autorização e obter as informações necessárias para o funcionamento do sistema.

O cadastro de equipamentos (Figura 3) permite ao usuário incluir dados referentes a cada equipamento. Permite, também, inserir automaticamente outros formulários que se relacionam simultaneamente com este cadastro de equipamentos.



Figura 3. Formulário de cadastro de equipamentos.

O formulário apresentado na Figura 4 será preenchido pelo responsável do setor de manutenção no momento de qualquer solicitação para algum reparo, seja corretiva ou preventiva; também de forma compartilhada, o responsável obrigatoriamente estará inserindo dados simultaneamente nos relatórios de controle (ordem de serviço e histórico das manutenções), para futuras consultas.

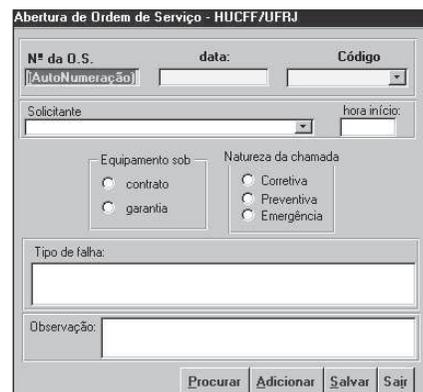


Figura 4. Formulário de ordem de serviço.

O formulário da Figura 5 registra o término do serviço realizado por equipamento, obrigando ao usuário a inserir os dados que irão gerar os relatórios para o controle da manutenção.

O formulário da Figura 6 possibilita ao usuário cadastrar os itens que constituem as reservas de componentes existentes na oficina, considerando a inclusão de peças novas ou de equipamentos canibalizados.

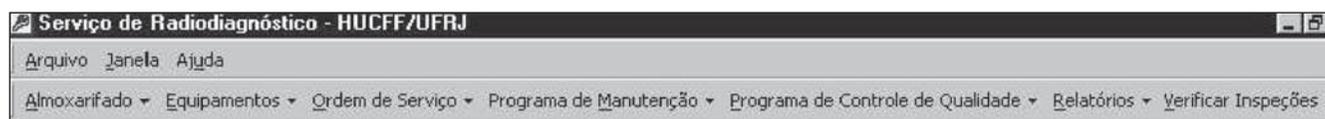


Figura 2. Formulário do “menu” principal.

Figura 5. Formulário de fechamento de ordem de serviço.

Figura 6. Formulário de almoxarifado para o cadastro de peças.

Figura 7. Formulário de inspeção eletromecânica.

Figura 8. Formulário de alarme para inspeção eletromecânica.

O formulário da Figura 7 permite a visualização dos itens na inspeção eletromecânica passíveis de correção e calibração, sendo esta inspeção feita a cada 30 dias.

O formulário da Figura 8 é utilizado como dispositivo de alarme para verificar se a inspeção eletromecânica foi realizada.

O formulário da Figura 9, como todos os demais, funciona compartilhado com a ordem de serviço, registrando informações necessárias para se controlar a história do equipamento. Esses dados podem também ser utilizados para futuras análises dos defeitos apresentados, dando ao gerente a chance de fazer novo planejamento das ações para se evitar o trabalho repetitivo, indicando a frequência com que são realizadas as manutenções e custos, dando uma visão geral a respeito dos equipamentos.

Dinâmica do Programa

A dinâmica de ação está inserida no ciclo gerencial da qualidade, conforme pode

Figura 9. Relatório do histórico de manutenção, sendo conhecido o código do equipamento.

ser visto na Figura 10, que é o planejamento, composto de calendários previamente acertados com a chefia do serviço de radiodiagnóstico (plano preventivo) e com o grupo de inspeção, para que não haja interferência na rotina do atendimento ao público. Nesta fase será analisada a disponibilidade de recursos e critérios da aprovação das ordens de serviço. O segundo momento é a execução do serviço, que tem como suporte as oficinas e ferramentas, e seu acionamento se dará por solicitação do serviço de radiodiagnóstico, quando será emitida uma ordem de serviço. A sala 5, com equipamento da marca CGR, foi escolhida para a realização do treinamento dos técnicos, em cumprimento à etapa do estágio supervisionado, porque este equipamento estava completamente parado. Os dados do equipamento escolhido serão inseridos no banco de dados para o teste do programa. O controle existirá no momento em que forem inseridas as anotações das falhas e o número da ordem de serviço, para serem observados através dos históricos do equipamento, disponibilizados em forma de relatórios. E, finalmente, a etapa de inspeções, que consta de um roteiro realizado por um grupo para realizar medições e aferimentos nos equipamentos tão logo sejam feitos os reparos. Nesta fase, será avaliado se o reparo e as calibrações feitas foram eficazes. Caso haja algum erro, será acionada a equipe de manutenção para que novamente seja feita uma avaliação de reparos. Esse trabalho é executado pela SEB do HUCFF, e tão logo seja feito o reparo os responsáveis pela inspeção irão realizar os testes de aceitação para a liberação do aparelho. Caso o reparo não seja satisfatório, será novamente acionada a equipe da eletrônica, de modo que qualquer falha no sistema, seja no planejamento, execução, verificação ou ação (PDCA), seja imediatamente corrigida, pois, além da satisfação de ter um equipamento em bom estado, este funcionamento está explícito no item 4.46 da Portaria 453/98, que diz: “*Testes relevantes devem ser realizados sempre que houver indícios de problemas ou quando houver mudança, reparos ou ajustes no equipamento de raios X*”(5). É importante que haja a definição de uma rotina por todos os setores envolvidos, para que cada um saiba de suas atribuições.

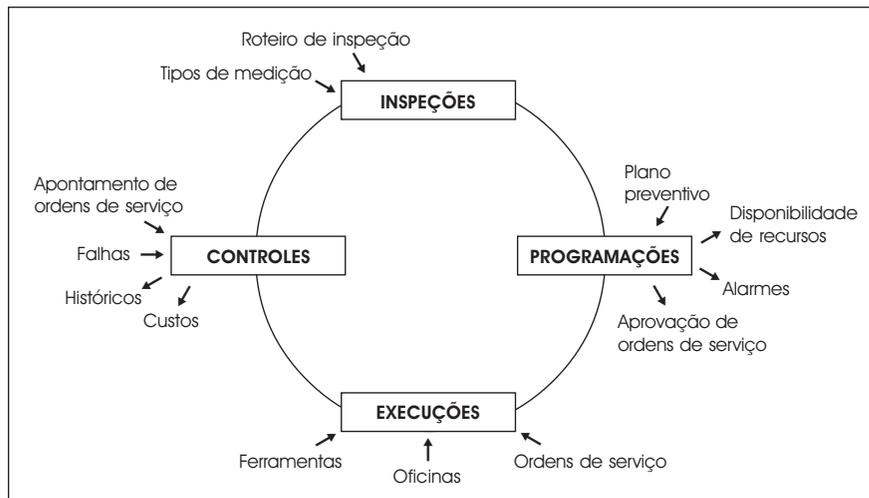


Figura 10. Ciclo gerencial.

Podem ser realizadas pesquisas entre os usuários dos equipamentos, seja o técnico ou o médico, para avaliar o grau de satisfação com o funcionamento dos aparelhos e do programa de manutenção. Uma sugestão para esta pesquisa seria o uso do formulário apresentado no Quadro 1.

CONCLUSÕES

1 – Foi proposto um modelo executável de gerenciamento, levando em conta as ferramentas da qualidade implantadas no modelo de manutenção dos equipamentos convencionais de raios X, utilizando um “software” como parte do processo.

2 – Foi desenvolvido um “software” para o acompanhamento da manutenção dos equipamentos de raios X, tendo sido realizados testes de funcionamento do programa em rede com a inclusão de dados e verificação desses dados.

3 – Foram concluídos todos os cursos de aperfeiçoamento para a adequação dos técnicos do HUCFF, tendo sido atingido o objetivo de capacitar os técnicos de eletrônica do SEB para a avaliação e reparo dos equipamentos de raios X.

4 – Foi posto em funcionamento um equipamento que estava condenado, com participação dos técnicos de eletrônica da SEB e dos engenheiros da Fiocruz.

Quadro 1 Formulário para avaliar o grau de satisfação do usuário com o equipamento e o serviço prestado.

PREZADO USUÁRIO

Apesar dos nossos esforços, estamos passíveis de falhas e gostaríamos de contar com a sua colaboração, nos apontando as partes falhas que foram verificadas, respondendo ao questionário abaixo e assinalando com um “X” a face correspondente com sua própria expressão nas diversas situações mencionadas.

A Seção de Eletrônica e Biomédica (SEB) se coloca ao seu inteiro dispor e agradece a sua atenção.

☺ ☹ ☹ ☹ A limpeza do equipamento?

☺ ☹ ☹ ☹ O painel de controle?

☺ ☹ ☹ ☹ Se mesa móvel, funciona adequadamente?

☺ ☹ ☹ ☹ Serviço feito corretamente logo na primeira vez?

☺ ☹ ☹ ☹ Houve falta de informação por quem fez o conserto?

☺ ☹ ☹ ☹ Se havia problema de segurança, foi corrigido?

☺ ☹ ☹ ☹ Aspecto geral do equipamento?

☺ ☹ ☹ ☹ Qual o grau de sua satisfação com o nosso serviço?

O que você sugere para que os nossos serviços melhorem?

.....

A identificação não é obrigatória.

5 – O modelo de gerenciamento proposto, com integração de técnicos, SEB, Fiocruz, serviço de radiodiagnóstico, administração e direção, mostrou-se exequível para as necessidades do serviço de radiodiagnóstico do HUCFF.

REFERÊNCIAS

- Campos VF. TQC: gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. Rio de Janeiro, RJ: Editora Bloch, 1994.
- Campos VF. Gerência de qualidade total. Rio de Janeiro, RJ: Editora Bloch, 1990.
- Ramirez EFF, Caldas EC, Santos Jr PR. Manual hospitalar de manutenção preventiva. Londrina, PR: Eduel, 2002.
- Calil SJ. Estruturação da manutenção hospitalar. 15^o Congresso Brasileiro da Abraman, Vitória, ES, 2000.
- Brasil. Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico. Portaria nº 453. Brasília, DF: SVS/MS, 1998.
- Brodsky AB. CRC Handbook of radiation measurement and protection. Section A, Volume I: Physical science and engineering data. West Palm Beach, FL: CRC Press Inc., 1978.
- Glasser O. William Conrad Roentgen and the early history of the Roentgen rays. Springfield, IL: Charles C. Thomas, 1934.
- Brecher R, Brecher E. The rays: a history of radiology in the United States and Canada. Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1969.
- Ribeiro L. Pelos caminhos da medicina. Rio de Janeiro, RJ: Editora Vecchi, 1976.
- Carvalho ACP. O pioneirismo da radiologia na medicina do Brasil. Rev Imagem 2001;23:283-91.
- International Commission on Radiological Protection. Protection against ionizing radiation from external sources used in medicine. ICRP Publication 33. Oxford: Pergamon Press, 1982.
- Organización Panamericana de la Salud. Garantía de la calidad en radiodiagnóstico. Publicación Científica nº 569. México: OPAS, 1984.
- Taublib D. Controle de qualidade total: da teoria à prática em um grande hospital. Rio de Janeiro, RJ: Editora Qualitymark, 1998.
- Institute of Physical Sciences in Medicine. Commissioning and routine testing of mammographic X ray systems. IPSM Report 59. York, UK: IPSM, 1989.
- Alves FFR, Medeiros RB. Análise dos resultados do programa de gerenciamento da qualidade dos equipamentos radiológicos. Rev Imagem 1997;19: 97-9.
- Webster JG, Cook AM. Clinical engineering: principles and practices. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1979.
- Spalding LES. Manutenção de equipamentos médicos eletrônicos. Rev Méd Hosp São Vicente de Paulo 1993;5:23-5.
- Calil SJ. A importância de grupos técnicos em unidades de saúde. Saúde Tecnol 1994;1:4-5.
- Calil SJ. Gerenciamento de manutenção de equipamentos hospitalares. Série Saúde & Cidadania, vol. 11. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 1998.
- Araújo OB. Sistema de manutenção de equipamentos médico-hospitalares SISMEq Proequipo. Ministério da Saúde. Saúde Tecnol 1994;1:3-4.
- Pinto AK. Gerenciamento moderno da manutenção. 9^o Congresso Brasileiro de Manutenção da Abraman, Curitiba, PR, 1994.
- Capuano M, Koritko S. Risk-oriented maintenance. Biomed Instrum Technol 1996;30:25-37.
- Sahay KB, Saxena RK. Biomedical equipment and medical services in India. J Acad Hosp Adm 1996 Jul-1997 Jan;8-9:7-9.
- Nicolay MS. Gerenciamento de manutenção baseado em melhoria contínua. 10^o Congresso Brasileiro de Manutenção da Abraman, Rio de Janeiro, RJ, 1995.
- Rainer W, Menegazzo E, Wiedmer A. Quality in management of biomedical equipment. J Clin Eng 1996;21:108-13.
- Associação Brasileira de Manutenção. Situação da manutenção no Brasil. Rio de Janeiro, RJ: Abraman, 1997.
- Maslow AH. Motivation and personality. New York, NY: Harper & Row, 1970.
- Taylor FW. Princípios da administração científica. São Paulo, SP: Editora Atlas, 1980.
- Dellaretti Filho O, Drumond FB. Itens de controle e avaliação de processos. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, 1994.
- Campos VF. Controle da qualidade total. Rio de Janeiro, RJ: Editora Bloch, 1992.
- Morrow LC. Manual de mantenimiento industrial. México: Cia. Editorial Continental, 1982.