

UMA PROPOSTA DE PRIORIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES PARA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

por

M.C. Martins¹, J.R. Mei², E.H. Furusato³, M. Nagae³, H.R. Korber⁴, E. Wall⁵, S.J. Caill⁶

RESUMO -- A priorização de equipamentos a serem atendidos dentro de um programa de manutenção preventiva, é de extrema importância para grupos de manutenção onde os recursos humanos e/ou financeiros são insuficientes para o atendimento total. Objetivando exclusivamente equipamentos médico-hospitalares, é apresentado aqui uma proposta de priorização, baseada em uma matriz de prioridades cuja composição necessita de uma intensa discussão entre o grupo de manutenção e o pessoal de saúde envolvido diretamente como o equipamento. Os " parâmetros " que compõem esta matriz levam em consideração os custos envolvidos para manutenção corretiva, a confiabilidade do equipamento, sua importância no atendimento médico, seu grau de utilização, etc. É também apresentada uma proposta para a elaboração de um roteiro de manutenção preventiva e sugerida as atribuições gerais de cada pessoa que participe deste programa.

INTRODUÇÃO

O objetivo básico de um programa de um programa de manutenção preventiva é a redução das falhas que podem ocorrer em equipamentos. Além disto, a implementação de um programa como este, traz como benefícios:

- a) diminuição de chamadas para consertos urgentes
- b) redução dos custos de manutenção corretiva tendo em vista a diminuição do tempo de permanência em conserto
- c) prevenção de acidentes que podem prejudicar tanto o paciente como os membros do grupo

¹-Eng. Elétrico responsável pela Área de Eng. Hospitalar CEB/UNICAMP

²-Eng. Mecânico responsável pela Área de Mecânica do CEB/UNICAMP

³-Aluno de mestrado da Faculdade de Eng Elétrica e Eng. Elétrico responsável pelo grupo de manutenção do CEB/UNICAMP

⁴-Técnico Eletrônico de nível superior responsável pelo grupo de Raio X do CEB/UNICAMP

⁵-Enga. Elétrica responsável pela acessoria técnica do CEB/UNICAMP

⁶-Prof. Dr. da Faculdade de Eng. Elétrica e Coordenador CEB/UNICAMP

de saúde.

Embora visível os benefícios, a implementação e manutenção de um programa de preventiva é onerosa e, exige uma significativa experiência da equipe executora. Este fato ocorre, não só pela falta de orientação da grande maioria dos manuais que acompanham os equipamentos nacionais, como também devido a dificuldade de estabelecer um critério de priorização dos equipamentos a serem incluídos no programa. Esta dificuldade é ampliada no caso da equipe de manutenção ser pequena, o que ocorre com a grande maioria, em relação ao número de equipamentos a serem atendidos.

Somados aos problemas acima citados, existe também a dificuldade de se encontrar na literatura existente, informações a este respeito. Questões como, quais equipamentos devem ser incluídos no programa, qual a frequência de manutenção para cada um destes equipamentos, como o grupo deve distribuir o seu tempo entre manutenção preventiva e corretiva, são de difícil solução. Além disto, as informações fornecidas na literatura (Patton Jr, 1983) são insuficientes para o planejamento de um programa de preventiva sem a tendência da centralização de atenções em equipamentos que pertençam a serviços mais críticos.

OBJETIVOS

O objetivo básico deste trabalho é a apresentação de uma proposta, de um método para seleção de equipamentos a serem incluídos no programa de manutenção preventiva. Nesta seleção é determinada uma ordem de importância dos equipamentos, a qual é baseada numa matriz de prioridades, cujos dados buscam identificar características de cada equipamento, as quais irão identificar a necessidade de manutenção preventiva.

METODOLOGIA

Para a confecção da matriz de prioridades, são estabelecidos índices de aproximadamente 1 a 10 que refletem o grau de importância do equipamento sob análise, dentro dos parâmetros definidos para avaliação. Quanto maior o índice, maior a importância do equipamento para aquele determinado parâmetro de avaliação.

É importante salientar que todos os parâmetros a serem descritos para a confecção da matriz de prioridades, são relativos a um tipo de equipamento somente. Isto significa que dentro de uma família de equipamentos (ex. eletrocardiógrafos) de várias marcas e modelos a serem priorizados, apenas uma marca e um específico modelo serão analisados de cada vez.

A execução de um programa de preventiva envolve várias etapas, sendo que a matriz de prioridades deve ser apenas um dos itens dentro deste programa. Assim, podemos dividir

este programa nos seguintes itens:

- A) seleção de equipamentos que receberão MP;
- B) elaboração/reavaliação dos roteiros de MP;
- C) elaboração do "check list"
- D) previsão anual de um estoque de peças de reposição;
- E) elaboração da manutenção de rotina;
- F) planejamento/execução da MP.

A) SELEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS QUE RECEBERÃO MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A seleção dos equipamentos para M.P. deve ser realizada em duas etapas:

- 1) baseada na experiência profissional do grupo técnico, onde também é utilizado o histórico do equipamento;
- 2) baseada na matriz de prioridades, que deve ser confeccionada em conjunto com o usuário;

Partindo-se do pressuposto que a quantidade de equipamentos a serem analisados é significativamente grande, devemos estabelecer um método que permita a filtragem inicial para posterior aplicação de um critério de definição de prioridades.

Assim, na primeira etapa são utilizadas informações obtidas através de consulta ao usuário, consulta aos técnicos de manutenção corretiva, histórico do equipamento, etc. Da análise destes dados resultará uma listagem que já recebeu uma primeira filtragem. Assim, para estabelecer o critério para priorização dos equipamentos para M.P., é estabelecida uma matriz de prioridades cujos parâmetros que compoem esta matriz são descritos abaixo.

1) Custo de Manutenção Corretiva - CMC

Para a determinação deste item deve ser feito um estudo para o cálculo do custo médio (CMCm) de todos serviços de manutenção corretiva efetuados em um determinado equipamento e em um período definido. Depois, os valores médios obtidos de cada equipamento são divididos pelo maior valor médio (CMCmm) destes e multiplicados por 10. Assim, todos os valores ficam entre aproximadamente 0 e 10.

$$CMC = \frac{CMC_m}{I \cdot CMC_{mm}} \times 10, I=1, \dots, N$$

2) Manutensibilidade (M)

É a avaliação da maior ou menor dificuldade para se efetuar o reparo em um determinado equipamento. De forma prática pode ser avaliado através de um levantamento, para cada equipamento, do tempo médio de conserto (TMC), caracterizado como sendo o número de horas efetivamente trabalhadas, dentro de um determinado período (ex. mês), depois divide-se todos os valores médios pelo maior valor médio (TMC_{mm}) e multiplica-se por 10. Assim, todos os valores ficam entre aproximadamente 0 e 10.

$$M = \frac{TMC}{I \cdot TMC_{mm}} \times 10 \quad I=1, \dots, N$$

3) Não Confiabilidade (NC)

Este índice procura indicar a probabilidade de falha que pode ocorrer num determinado equipamento, em um determinado período. Para tanto, é determinado o número médio de consertos (NMC) em um mesmo equipamento, realizados dentro de um período definido. Depois divide-se todos os valores médios (NMC) pelo maior valor médio (NMC_{mm}) e multiplica-se por 10. Assim, todos os valores ficam entre aproximadamente 0 e 10.

$$NC = \frac{NMC}{I \cdot NMC_{mm}} \times 10 \quad I=1, \dots, N$$

4) Grau de Dependência (GD)

Avalia qual é a influência de um equipamento específico na operação de um conjunto de equipamentos. É determinado observando-se a relação de dependência que cada equipamento possui com os demais equipamentos analisados, dentro de um mesmo procedimento técnico. Desta forma, para cada equipamento obteremos um valor que descreve o número de outros equipamentos que dependem do equipamento analisado (NEDA), dentro de um mesmo procedimento. Com este dado podemos calcular o grau de dependência (GD), tomando-se o valor obtido para cada equipamento, dividindo-se pelo NEDA de maior valor

(NEDAm) e multiplicando-se o valor final por 10 para obtermos um conceito final entre aproximadamente 0 e 10.

$$GD = \frac{NEDA}{I \text{ NEDAm}} \times 10 \quad I=1,\dots,N$$

5) Grau de Utilização (GU)

Este dado reflete o número de horas que o equipamento é utilizado, em média, durante uma semana. O mesmo pode ser estimado juntamente com o usuário, com o qual obteremos para cada equipamento as informações relativas a sua utilização. Este número deve ser dividido pelo número de horas da semana ($7 \times 24 = 168$), de modo a obtermos o seu percentual de utilização (NHUEm = número médio de horas em uso efetivo).

Se dividirmos o percentual de utilização de cada equipamento pelo maior percentual de utilização da lista calculada (MVR = maior valor da relação NHUEm/168), obteremos um valor que multiplicado por dez, nos dará o grau de utilização do equipamento analisado como sendo uma nota entre aproximadamente 0 e 10.

$$GU = \frac{NHUEm}{I \text{ 168}} / MVR \times 10 \quad I=1,\dots,N$$

6) Não Existência de Alternativa (NEA)

Avalia a impossibilidade de um equipamento ser temporariamente substituído, tanto interna quanto externamente ao departamento, por outro, caso haja uma avaria. Este dado pode ser avaliado dividindo-se a diferença entre o número total de equipamentos que realizam a mesma função (NEMF) e os que podem ser emprestados (NEPSE), pelo número total de equipamentos que realizam a mesma função (NEMF). Multiplicando-se por 10 teremos todos os valores com notas entre aproximadamente 0 e 10. Como exemplo podemos citar a avaliação de um cardioversor dentro de um departamento que possui a facilidade de intercambiar seus cardioversores, tanto internamente como externamente, com outros departamentos do hospital.

$$NEA = \frac{NEMF - NEPSE}{NEMF} \times 10$$

7) Grau de Urgência (U)

É uma nota de 0 a 10, atribuída a cada departamento que caracteriza a necessidade de um atendimento prioritário, definida em conjunto com a direção do hospital ou unidade de saúde.

B) ELABORAÇÃO/REAValiaÇÃO DOS ROTEIROS DE MP

Para que a MP seja eficaz, devemos elaborar roteiros de manutenção que permitam uma padronização do serviço executado, pois se isto não existir será difícil avaliar com segurança a eficiência da preventiva.

Para elaboração destes roteiros devemos colher dados do manual de manutenção, da experiência adquirida no acompanhamento de instalações e de consertos realizados durante o período de garantia, segundo uma estrutura que permita uma abordagem o mais completa e homogênea possível dos pontos que merecem destaque.

Entenda-se aqui como roteiro de manutenção, a documentação que detalha como realizar os serviços de preventiva dentro de um padrão estabelecido. Este roteiro pode ser dividido nos seguintes itens:

1) Dados de Identificação do Aparelho

São indicados dados como: nome do equipamento, marca e modelo, que caracterizam a que tipo de equipamento se refere o roteiro;

2) Equipamentos e Ferramentas Necessárias

Neste item são indicados todos os equipamentos necessários durante a execução do roteiro de preventiva. Por exemplo multímetro, simulador de ECG, etc.;

3) Equipamentos de Segurança Pessoal

Lista todos os equipamentos de segurança pessoal que deverão ser utilizados. Ex. Luvas cirúrgicas, óculos de proteção, dosímetros, etc.;

4) Peças e Material de Consumo Necessários

Estas são as peças que devem ser trocadas periodicamente, em função do desgaste ocorrer dentro de intervalos de tempo definidos pelo fabricante. Ex. Filtro de ar de incubadora que deve ser trocado a cada 3 meses. Devendo também ser listado todo o material de consumo necessário;

5) Condições de Pré-instalação

Descreve como o técnico deve proceder para verificar se as condições de pré-instalação, exigidas pelo fabricante, estão sendo atendidas. Ex. temperatura, umidade, proteção radiológica, etc.;

6) Limpeza e Desinfecção

Indica as partes a serem limpas, os produtos a serem usados e o processo de limpeza, com os cuidados necessários;

7) Lubrificação

Descreve o processo de lubrificação, indicando os pontos e os produtos a serem utilizados;

8) Segurança Mecânica

Indica as partes a serem verificadas, e as condições de segurança que deverão ser mantidas. Ex. válvula de segurança, etc.;

9) Segurança Elétrica

Indica os itens a serem verificados, e os respectivos procedimentos. Ex. medição de corrente de fuga, etc.;

10) Segurança Radiológica

São caracterizados os pontos de segurança necessários a manter a integridade física do operador, paciente e meio ambiente. Ex. condição dos colimadores do tubo de raio-x, etc.;

11) Segurança Biológica

Lista itens que identificam as condições de segurança biológica do operador, paciente e meio ambiente. Ex. verificar o fim dado ao sangue eliminado por um equipamento de análise laboratorial, etc.;

12) Segurança Química

Na condição de ser utilizado algum tipo de produto químico no equipamento, que ofereça algum tipo de risco durante operação, são especificadas as medidas de segurança a serem tomadas, objetivando tornar segura sua utilização no equipamento;

13) Calibração

Descreve o processo de calibração para as diversas funções do aparelho, informando suas tolerâncias;

14) Testes de Funcionamento

É descrito um procedimento que possibilite identificar o funcionamento correto de todas as funções do aparelho;

15) Fontes de Consultas

Neste item são registradas todas as fontes utilizadas para elaboração do roteiro, podendo ser utilizadas no esclarecimento de dúvidas;

16) Glossário

Estabelece uma lista de termos utilizados no roteiro de manutenção preventiva que podem gerar dúvidas, esclarecendo-os com seu significado;

C) ELABORAÇÃO DO "CHECK LIST"

Embora o roteiro de manutenção deva ser o mais completo possível, não significa que em toda preventiva deva ser executado na íntegra. Para cada manutenção devemos contar com um resumo, que pode ter vários níveis de profundidade, onde são especificados de maneira resumida o que deve ser feito. A forma de realizar cada tarefa está descrita no roteiro de manutenção, que deve ser consultado quando houver dúvida. Este resumo (check list) deve permitir um preenchimento rápido e de fácil avaliação.

D) PREVISÃO DE UM ESTOQUE DE PEÇAS ANUAL

Para cada equipamento deve ser feita uma análise da previsão de estoque de peças de reposição, levando-se em conta características de projeto, histórico de corretivas e programação periódica de substituição de peças. Este estoque objetiva oferecer as condições mínimas necessárias à execução de uma boa preventiva através da aquisição antecipada. De outro modo, seria inútil a execução rigorosa das rotinas de preventiva, dentro dos intervalos de tempo programados, se não existirem as peças e o material de consumo necessários à execução do trabalho. Desta forma consideramos necessária que a elaboração da lista de peças seja dividida em duas partes:

elaboração de uma lista anual de peças, segundo a recomendação do fabricante, onde contempla-se a troca obrigatória em intervalos de tempo definidos;

elaboração de uma lista de peças de reposição, tendo como base o histórico do equipamento na instituição em que se encontra.

Com estas duas listas de peças, podemos partir para a elaboração de uma lista final que caracterizará as necessidades de peças de reposição necessárias aos trabalhos de preventiva executadas durante um ano, possibilitando sua substituição imediata quando solicitada.

E) ELABORAÇÃO DA MANUTENÇÃO DE ROTINA PARA O USUÁRIO

Consideramos de fundamental importância que seja elaborada uma relação de pequenos cuidados (limpeza, lubrificações, observações, etc) onde são estabelecidos uma série de procedimentos que o próprio usuário do equipamento deve seguir. A manutenção de rotina objetiva a diminuição do número de paralizações e o aumento da vida útil do equipamento sem prejuízo da produtividade, tendo em vista que o mesmo estará recebendo os cuidados diários indispensáveis ao seu bom funcionamento.

Estes procedimentos diários são passados através de treinamentos que devem ocorrer de modo periódico, prevendo assim, reciclagem e treinamento adequando de novos usuários.

F) PLANEJAMENTO/EXECUÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

É importante que dentro do grupo de manutenção preventiva, se estabeleça exatamente as responsabilidades de cada um de seus membros. Assim, é sugerido abaixo as atribuições do chefe de grupo (elemento técnico responsável pelo bom andamento do serviço) e do técnico. Desta forma cabe:

-ao chefe de grupo:

utilizar-se do critério estabelecido para montar a matriz de prioridades e definir a ordem de ataque;

estabelecer a programação de execução da manutenção preventiva para um ano, com possibilidade de reavaliação a cada seis meses;

identificar em cada departamento atendido uma pessoa de contato, que possa se responsabilizar pela liberação do equipamento segundo o programa de MP;

coordenar a elaboração e reavaliação dos roteiros e "check list" de modo a obter uma padronização de conteúdo;

acompanhar a emissão de ordens de serviço de preventiva, segundo a programação e permitir uma flexibilização quando necessário;

coordenar a elaboração da listagem anual de peças para os equipamentos considerados críticos, determinados através da matriz de prioridades, realizadas pelos técnicos;

coordenar a elaboração da manutenção de rotina;

cuidar para que a execução da preventiva planejada não interfira negativamente na execução da

corretiva e vice-versa;

-ao técnico:

comparecer ao local programado, no horário programado e executar a manutenção preventiva com rigor, segundo o "check list" e, quando em dúvida, consultar o roteiro de manutenção para esclarecimentos;

informar ao chefe, imediatamente após ter ocorrido a impossibilidade de realização da manutenção preventiva, para aguardar instruções e definição de outra data;

realizar as manutenções corretivas juntamente com a M.P., quando necessárias, quando tiver iniciado o serviço por preventiva;

RESULTADOS

O trabalho realizado por este grupo, objetivou solucionar um problema de ordem de planejamento de preventiva, estabelecendo um critério que buscasse unir informações técnicas com aspectos clínicos. Desta união, surgiram informações fundamentadas para elaboração de critérios que orientassem o responsável no planejamento do programa de manutenção preventiva.

Tendo em vista o pouco tempo decorrido desde a elaboração desta proposta, é ainda impraticável a apresentação de resultados concretos. O auxílio de um microcomputador deve agilizar o processo, devendo ser este montado numa estrutura que possibilite o acompanhamento periódico dos parâmetros calculados na matriz de prioridades. Isto deve auxiliar nas alterações que possam surgir ao longo do tempo, na aplicação deste programa de preventiva.

Acreditamos que a elaboração dos roteiros de manutenção, "check list" e programação de aquisição de peças de reposição e material de consumo, juntamente com um corpo técnico capacitado, caracterizam as necessidades básicas para o sucesso de um programa de manutenção preventiva.

BIBLIOGRAFIA

- PATTON Jr., J. D. (1983). "Maintainability and Maintenance Management Instrument Society of America.
- RODRIGUES, A.C.S. (1986). Apostila do Curso de Manutenção Industrial - FEM/UNICAMP.
- CATTINI, O. (1983). Como Fazer o Manual de Sua Empresa. Management Center do Brasil.
- TOPHAM, W.S. (1979), "Preventive Maintenance and Repair", in Clinical Engineering - Principles and Practices - ed. Webster, J.G. and A.M. Cook; pp 279-307 publi. Prantice Hall.
- PATTON Jr., J. D. (1983). "Preventive Maintenance" - Instrument Society of America, Editor: Publishers Creative Services Inc.

A PRIORITIZING PROPOSAL FOR MEDICA EQUIPMENTS WITHIN A PREVENTIVE MANTENANCE PROGRAM

ABSTRACT -- The establishment of a priority criteria for equipments within a preventive maintenance program, is extremelly useful for maintenance groups where human and/or economical resources cannot attend the total demand. Aiming at medical equipments, it is presented here a proposal for prioritising based on a priority matrix. To compose this matrix it is required an intense discussion among the members of the maintenance group and the health personnel that uses each one of the equipments to be analised. The parameters used within the matrix take into consideration the repair costs, the reability of the equipment, the importance of the equipment for the health service, the frequency of utilization, etc. It is also proposed here a method to elaborate a preventive maintenance report and suggested the general activities for each person that works in the program.