

## ANÁLISE DO DESEMPENHO DE UM MODELO DE PRIORIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO CORRETIVA NO HOSPITAL DE CLÍNICAS DE UBERLÂNDIA

F. B. Oliveira\*\*\*, A. C. Pazeto\*, M. F. Rezende\*\*, W. M. Moura\*\*, R. O. Santi\*\* e S. T. Milagre\*\*\*

\* Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB) - Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Brasil

\*\* Setor de BioEngenharia HCU-UFU, Uberlândia, Brasil

\*\*\*Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, Brasil  
E-mail: [fernandabatista.ufu@gmail.com](mailto:fernandabatista.ufu@gmail.com)

**Resumo:** O Engenheiro Clínico desempenha um papel muito importante na melhoria nos serviços oferecidos pelos EASs, criando ferramentas de gestão. Um bom exemplo é o desenvolvimento de gerenciamento das manutenções, que possui o intuito de aumentar a disponibilização dos equipamentos, realizando uma priorização do atendimento dos pedidos de serviço de manutenção (PSMs), de acordo com a importância de cada equipamento médico-assistencial (EMA) e também do setor onde o mesmo se encontra. Desta maneira, este trabalho apresenta a análise de desempenho de um modelo de Priorização da Manutenção Corretiva aplicado no Hospital das Clínicas de Uberlândia (HCU-UFU) desenvolvido por Pazeto (2016). A partir da análise comparativa entre os resultados da aplicação do modelo e o método realizado pelos profissionais do setor, obteve-se um valor médio de 78,07% de concordância entre os meses analisados. Os resultados obtidos foram satisfatórios, podendo-se concluir que o modelo traz benefícios ao setor de Engenharia Clínica e ao HCU-UFU, organizando a priorização das manutenções corretivas e elevando a disponibilização dos EMAs.

**Palavras-chave:** Priorização da Manutenção, Manutenção Corretiva, EAS, EMA.

**Abstract:** *The Clinical Engineer plays a very important role in improving the services offered by HCA's, creating management tools. A good example is the development of a maintenance management, which has the intention to increase the equipment availability, performing a maintenance service requests (MSR's) prioritization, according to the importance of each medical equipment (ME) and also the sector where it is. Thus, this job presents a performance analysis of the Corrective Maintenance Priorization model applied at Hospital das Clínicas de Uberlândia (HCU-UFU) developed by Pazeto (2016). From the comparative analysis between the results of applying the model and the sector professional's method, there was obtained an average value of 78.07% of agreement between the analysed months. The obtained results were*

*satisfactory, and may conclude that the model brings benefits to the Clinical Engineering sector and to the HCU-UFU, organizing the corrective maintenance prioritization and increasing the availability of ME's.*

**Keywords:** *Prioritization of Maintenance, Corrective Maintenance, Medical Equipment, Care Health Establishment.*

### Introdução

Nos últimos 100 anos, a dependência do sistema de saúde pela tecnologia médica tem crescido continuamente. Essa tecnologia habilita a intervenção de profissionais através de interações com seus pacientes de forma econômica, eficiente e segura [1]. Dispositivos médicos, em particular, são essenciais para a prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças e enfermidades, bem como a reabilitação do paciente [2]. O Estabelecimento Assistencial à Saúde (EAS) defronta-se com situações envolvendo Equipamentos Médico-Assistenciais (EMAs), tais como: desempenho insatisfatório, alto custo de manutenção, elevado índice de reparos, uso inadequado e a rápida obsolescência tecnológica [3].

A função de manutenção em uma organização é confrontada com a difícil tarefa de realizar reduções no tempo de ciclo e no custo, facilitando melhorias de qualidade e melhorias no ambiente de trabalho organizacional. Assim, um programa de manutenção eficaz pode contribuir de forma importante para melhorar a eficiência da produção, a disponibilidade, a fiabilidade e rentabilidade organizacional [4]. Ao implementar uma priorização em um sistema de manutenção corretiva, a qualidade dos serviços prestados em um EAS se eleva, oferecendo uma maior disponibilidade dos equipamentos e instalações de modo a atender um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança, e custos adequados.

Desta forma, este trabalho teve o intuito de analisar o desempenho de um modelo de priorização de manutenção corretiva dentro de um ambiente hospitalar. O modelo trata-se de uma ferramenta para auxiliar a

gestão da manutenção, proporcionando maior controle e disponibilização dos equipamentos. Para realização da análise, foi feito um estudo detalhado do modelo a fim de avaliar seus critérios e realizar testes.

### Materiais e métodos

O modelo a ser revisado, desenvolvido por [5], trata-se de uma ferramenta para auxiliar a gestão da manutenção corretiva de EMAs em EASs, proporcionando maior controle, melhor qualidade e disponibilidade dos equipamentos. Ele consiste na aplicação de uma Equação de Priorização com vários requisitos que definem a ordem priorização dos EMAs, e logo em seguida são verificados alguns critérios importantes que podem redefinir a posição de atendimento de cada EMA.

Para elaboração da Equação de Priorização, a autora considerou as características de cada equipamento, a fim de se encontrar uma nota para cada EMA e classifica-las pela sua necessidade de priorização. Então, os seguintes requisitos foram selecionados para compor a equação:

- Valor do EMA;
- Importância dos EMA;
- Recursos Financeiros;
- Serviços Programados;
- ANVISA;
- Peso da Família do EMA.

Tais requisitos atribuem notas de acordo com padrões estabelecidos para cada EMA. Posteriormente, todos os requisitos são considerados para formar a priorização P (Equação 1), e então cada equipamento recebe sua nota de prioridade.

Além das atribuições de notas para cada EMA, foram relacionados o grupo funcional de cada EMA. Os equipamentos são divididos de acordo com sua funcionalidade, ao total, eles são divididos em 27 grupos funcionais. Esse requisito é importante para a avaliação, pois prioriza a família de equipamentos que possuem mais criticidade no EAS. Ele é usado na equação como um peso que deve ser multiplicado à parte dos demais critérios, sendo dividido em três pesos diferentes, como valores de 1,5; 1,25 e 1. Todas as famílias dos EMAs recebem um peso, de acordo com suas características [1].

A Equação de Priorização é constituída da seguinte forma: (Equação 1).

$$P = F \times (V + I + RF + SP + A) \quad (1)$$

Onde:

F- Peso de cada família de EMA;

V - Valor do EMA;

I - Importância do EMA;

RF - Recursos Financeiros;

SP - Serviços Programados;

A - Anvisa.

Além da equação de priorização, outros tópicos de grande importância foram levados em consideração para priorizar os EMAs de forma correta. Tais critérios não são incluídos na equação por se tratarem de

características específicas do EAS ou casos isolados. Foram eles:

- **EMA de Backup:** se refere à quantidade de equipamentos médico-assistenciais que cada setor do EAS possui. Esse critério modifica a prioridade do EMA se o mesmo não contemplar equipamentos reserva;

- **Tempo Máximo:** classifica os EMAs de acordo com quantidade máxima de tempo que ele pode ficar aguardando atendimento na fila para manutenção corretiva. Caso o EMA atinja o seu tempo máximo na fila, sua prioridade será maior, já que apesar de não ser considerado como crítico o EMA necessita ser atendido. Devido à sua aplicabilidade, esse critério deve ser atualizado constantemente, para que, caso necessário, ocorra a alteração da prioridade quando algum EMA atingir seu tempo máximo de espera. Os EMAs são classificados em três tempos: 24 horas, 48 horas e 96 horas;

- **Eventos Inesperados:** refere-se aos acontecimentos que não estão previstos dentro do modelo de priorização, e conseqüentemente, causam uma certa anormalidade no fluxo da Manutenção Corretiva. Desta maneira, os responsáveis pelo setor devem relacionar a priorização mais adequada de acordo com cada caso;

- **Sector Crítico:** refere aos setores considerados mais críticos do hospital, os EMAs presentes nestes setores necessitam de uma priorização maior, pois é importante que tais equipamentos tenham maior disponibilidade para o setor. Os setores relacionados como críticos são a UTI e o Centro Cirúrgico;

- **Particularidades:** tal critério leva em conta características individuais que os EMAs podem possuir e que influenciam a sua priorização em relação aos outros equipamentos. Dentro desse critério, foi inserido o fator Interdependência. Esse fator relaciona a dependência de dois ou mais equipamentos para seu funcionamento, ou seja, um EMA precisa de outro para que consiga funcionar. Assim, esses equipamentos devem ter a mesma priorização, já que dependem um do outro para que consigam exercer sua função. Os casos de interdependência são Hemodiálise e Osmose reversa; Autoclave e Osmose; e Ventilador Pulmonar, Umidificador e Blender.

Após o levantamento dos detalhes do modelo de priorização, para realizar sua análise foi feito um acompanhamento no setor de Bioengenharia do HCU-UFU e realizada a coleta de dados.

A necessidade da realização do acompanhamento no setor da Bioengenharia foi sugerida pelos responsáveis pelo setor na reunião realizada para apresentação e discussão do modelo estudado. Segundo eles, o acompanhamento do setor é de suma importância para o entendimento dos processos realizados pelos profissionais, além de possibilitar a coleta de informações cruciais para o embasamento deste trabalho. Então, o acompanhamento no setor foi realizado a fim de se observar o cotidiano dos técnicos em relação às manutenções.

Assim, foi possível entender as possíveis divergências entre o Modelo de Priorização e o método executado no setor. Foi possível constatar que existe uma divisão de tarefas entre os técnicos, onde se destacaram dois casos em especial. O primeiro caso se trata dos EMAs que podem ser vistoriados exclusivamente por algum profissional do setor, pelo fato do mesmo possuir treinamento e experiência em executar o serviço, pois na sua maioria se tratam de equipamentos de maior complexidade. E o segundo caso, se refere aos profissionais que possuem preferência por realizar manutenção no EMA, por possuírem maior afinidade na realização da manutenção de tais equipamentos.

Também foi possível relacionar alguns eventos adversos que ocorreram no período em que os testes foram realizados. Os eventos mais recorrentes foram picos de energia, que ocorreram no mês de Março de 2016. Tal evento ocasionou a queima de alguns equipamentos do hospital, como camas motorizadas e um aparelho de Raios X. Segundo os profissionais da Bioengenharia, eventos como picos e quedas de energia são muito comuns e frequentes no HCU-UFU.

Com o intuito de obter um resultado mais abrangente, a aplicação do sistema de priorização foi realizada num período de cinco meses, para isso, os dados foram coletados diretamente do banco de dados do HCU-UFU, com o auxílio de um responsável do Setor da Tecnologia da Informação (TI). Ao total, foram analisadas mais de 840 Ordens de Serviço (OSs) de manutenção corretiva encerradas no período de dezembro de 2015 a abril de 2016. Os dados coletados possuem número do PSM, setor que o EMA pertence, descrição do EMA, data e hora da abertura do chamado, data e hora em que o profissional realizou a primeira vistoria no EMA e, por fim, data e hora do encerramento da PSM. Vale ressaltar que a vistoria se caracteriza pelo primeiro atendimento que é realizado no EMA, ela não necessariamente soluciona o problema, mas se caracteriza pelo atendimento que verifica a situação do EMA.

Para aplicar a Equação de Priorização, os dados coletados foram separados pela data de encerramento dos PSMs por mês: dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril. E então, cada PSM recebeu uma nota de acordo com os resultados da Equação 1.

Após obter a nota de todos os EMAs coletados, foi iniciada a etapa de verificação dos critérios de priorização. Esta etapa é fundamental para um resultado satisfatório do modelo, visto que tais critérios podem alterar a ordem de priorização já definida pela etapa anterior.

Para aplicar os critérios, foi necessário definir uma ordem de importância dos mesmos, para que todos os EMAs sejam avaliados igualmente, não gerando divergência nos resultados. Além disso, certos critérios possuem mais relevância no quesito priorização, e necessitam de maior prioridade. Então, foi definida uma ordem decrescente para verificação dos critérios em

tempo máximo, backup, setor crítico, particularidades e eventos inesperados.

Para realizar o processo de priorização dos EMAs, é necessário avaliar a nota recebida pela equação e em seguida, os critérios de priorização. Chegando assim em uma ordem de priorização ideal.

Além desses passos, foi necessário criar um padrão para verificação dos EMAs que possuem a mesma nota e não se diferenciam nos critérios de priorização. Para isso foi utilizado o método FIFO (*first-in-first-out*), que prioriza a ordem cronológica da entrada dos pedidos de manutenção, ou seja, o primeiro a entrar é o primeiro a sair. Este método é o mais comumente utilizado em priorizações de serviços, neste caso, ele consiste na execução da manutenção corretiva de acordo com a abertura do serviço. O primeiro serviço a dar entrada no setor de manutenção será o primeiro serviço a ser executado.

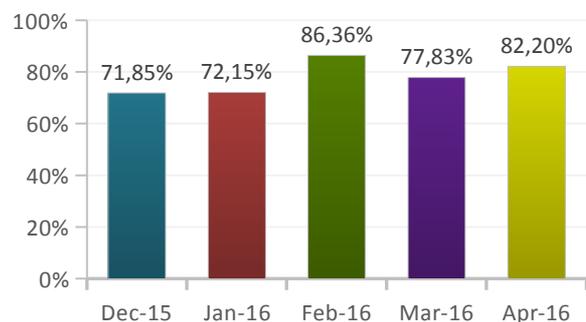
O FIFO será utilizado nos casos em que os EMAs possuem a mesma nota e não se enquadram e nenhum dos critérios de priorização. Ou seja, em caso de empate, a priorização será definida pela abertura da OS.

Desta maneira, foi realizada a priorização dos dados coletados. Para isso, os PSMs foram ordenados pelo dia e hora da vistoria. Em seguida os equipamentos foram priorizados de acordo com a nota recebida pela equação. Após essa classificação, os critérios de priorização foram analisados de acordo os passos já descritos. Por fim, foi gerada a ordem de priorização da manutenção corretiva.

## Resultados

Após aplicar o método da priorização dos EMAs, o resultado obtido foi comparado com a ordem de vistoria realizada pelos profissionais do setor. O índice de concordância entre os resultados por cada mês pode ser observado no Gráfico 1. A média geral das concordâncias foi de 78,07%.

Gráfico 1: Concordância por mês analisado



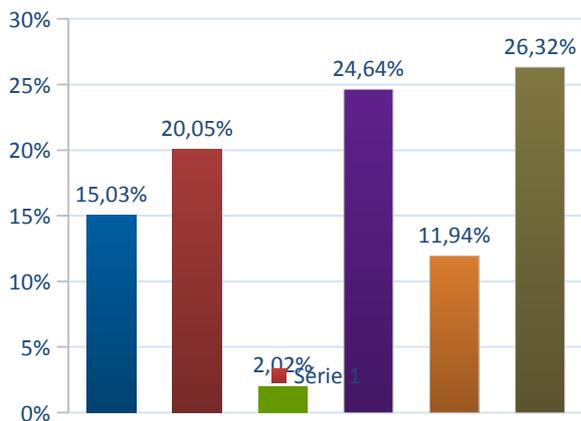
Fonte: da autora.

Apartir da aplicação do Modelo de Priorização foi possível identificar o motivo das divergências encontradas nos resultados, que foram relacionados como:

- Tempo limite: EMAs que deveriam ser atendidos com mais prioridade pelo fato do seu tempo máximo de espera na fila ter excedido;
- Backup: EMAs que deveriam ser priorizados por não possuírem equipamentos reservas no setor;
- Localização do EMA: EMAs que deveriam possuir prioridade devido ao setor que se localizam, nos casos onde se localizam em setores críticos;
- Interdependência: EMAs que deveriam ser priorizados pelo fato de outros EMAs dependerem do mesmo para funcionar, se enquadrando no critério interdependência;
- Nota: EMAs que deveriam ser priorizados de acordo com suas notas;
- FIFO: EMAs que deveriam ser classificados conforme a abertura da PSM, já que não se enquadra nos outros critérios.

Então, foi realizada a avaliação de desempenho das divergências encontradas em cada mês. O valor médio das discordâncias do período analisado pode ser observado no Gráfico 2. O tempo máximo e a nota dos EMAs são os critérios que mais causam divergência dos resultados, e a interdependência é o critério que possui menos influência.

Gráfico 2 - Média das discordâncias do período analisado



Fonte: da autora.

## Discussão

Após avaliar as OSs de manutenção corretiva dos cinco meses e aplicar o modelo de priorização, foi possível identificar que um dos pontos que mais possuem relevância ao analisar a diferença dos resultados entre o sistema de priorização e o aplicado no dia-a-dia do setor de manutenção é o fator humano e a segmentação da equipe. Foi possível constatar que existe uma segmentação natural na equipe, onde alguns técnicos tendem a atender primeiramente certos tipos de EMA, principalmente de acordo com o tempo de serviço e pela experiência adquirida ao participar de cursos e treinamentos específicos.

A justificativa para tal preferência é a facilidade e afinidade que eles possuem em realizar reparos nestes EMAs. Além disso, certos EMAs possuem um nível de

complexidade maior que outros, conseqüentemente, exige mais experiência e conhecimento para realizar as manutenções.

Tendo em conta o fator humano, relacionando experiência dos profissionais e também preferência dos mesmos, pode-se concluir que a maioria das divergências encontradas se deve pela soma destes fatores. Um sistema de priorização adequado diminuiria tais fatos, pois o atendimento dos EMAs não ficaria a critério dos profissionais do setor, melhorando assim o índice de concordância entre o que seria ideal, pelo ponto de vista do modelo, e a realidade dos dados coletados no SisBie.

O modelo de Priorização da Manutenção Corretiva estudado é de grande aplicabilidade nos EASs, pois o mesmo considera fatores importantes dos equipamentos em questão, bem como dos setores onde os mesmos se localizam. Devido a análise de desempenho dos resultados encontrados, é possível considerar que o método é passível de ser inserido no sistema de manutenção da Bioengenharia, o SisBie.

## Conclusão

Com este trabalho, foi possível perceber a importância da Engenharia Clínica no gerenciamento dos EMAs nos EASs ao idealizar ferramentas para o auxílio no gerenciamento dos processos. A incorporação de tecnologia e conhecimentos da engenharia para criar soluções na gestão hospitalar resulta em melhorias como uma melhor qualidade da manutenção, proporcionando segurança para o paciente e operador, a diminuição do tempo de um equipamento parado e a longevidade do mesmo dentro da instituição.

O Sistema de Priorização da Manutenção Corretiva vem como uma ferramenta para auxiliar na gestão dos EMAs, dinamizando as ordens de serviço e as manutenções, fornecendo um sistema simples e coerente para a organização do setor. Esta organização dos processos gerenciais implicará na maior disponibilidade dos EMAs para o HCU-UFU, e conseqüentemente, em um maior aproveitamento dos equipamentos.

Desta maneira, o Modelo de Priorização proposto por Pazeto (2016), obteve um desempenho válido no período avaliado, e, se colocado em prática, trará grandes benefícios à instituição.

## Referências

- [1] David, Y. Clinical Engineering. Boca Raton: CRC Press, 2003.
- [2] World Health Organization (WHO). Introduction to medical equipment inventory management: WHO Medical device technical series. Junho, 2011.
- [3] Brasil. Ministério da Saúde. Diretrizes Metodológicas - Elaboração de Estudos para Avaliação de Equipamentos médico-assistenciais. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Ciência e Tecnologia - Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2013.

- [4] Bamber, C.J. Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE), *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 9 No. 3, 2003.
- [5] Pazeto, A.C. Modelo de Priorização da Manutenção Corretiva em ambientes hospitalares. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. Maio, 2016.