

A importância da manutenção preventiva com foco na redução da manutenção corretiva em equipamentos médicos do Hospital Universitário de Vassouras/RJ

The importance of preventive maintenance focusing on reducing corrective maintenance of medical equipment at the University Hospital of Vassouras/RJ

Marina Brasil Baldez^{1*}, Melissa de Almeida Teixeira², José Antonio Machado Junior³

Como citar esse artigo. Baldez MB, Teixeira MA, Junior JAM. A importância da manutenção preventiva com foco na redução da manutenção corretiva em equipamentos médicos do Hospital Universitário de Vassouras/RJ. Rev Teccen. 2022;15(1):45-51.

Resumo

A Engenharia Clínica tem um papel muito importante de avaliar, prestar manutenções e adquirir equipamentos eletromédicos para as unidades de saúde. A ausência desse setor pode trazer diversos prejuízos sérios, como o subaproveitamento dos equipamentos utilizados pelos médicos e o aumento de manutenções corretivas, o que pode levar a perdas financeiras e até a perda de uma vida. Com isso, o presente artigo visa responder a seguinte pergunta: qual a importância da utilização da manutenção preventiva quando há uma demanda alta de equipamentos que realizam a manutenção corretiva? Dessa forma, o objetivo do estudo foi analisar a importância da realização da manutenção preventiva, com o intuito de reduzir a manutenção corretiva dos equipamentos médicos do Hospital Universitário de Vassouras (HUV). Para a sua elaboração, foi realizada uma pesquisa descritiva, aplicada, quali-quantitativa e de campo no HUV. Quanto aos resultados, observou-se a importância da realização das manutenções preventivas quando aplicou-se a ferramenta de Criticidade ABC, que teve uma redução significativa de equipamentos quando comparados com a realização da manutenção corretiva. E, assim sendo, conclui-se então que a Engenharia Clínica é importante para o hospital, pois através de estratégias alinhadas, os resultados são satisfatórios e isso acontece desde que o planejamento da manutenção e o controle dos seus indicadores estejam alinhados.

Palavras-Chave: Engenharia clínica; Manutenção preventiva; Manutenção corretiva; Criticidade ABC; Equipamentos médicos.

Abstract

Clinical engineering has a very important role of analyzing, providing maintenance services and purchasing electromedical equipment for healthcare facilities. The absence of this department can bring a lot of serious damage, such as underutilization of equipment used by doctors and the increase of corrective maintenance, which can lead to financial losses and even the loss of a life. Therefore, this present article aims to answer the following question: what is the importance of using preventive maintenance when there is high demand for equipment that uses corrective maintenance? For that reason, the purpose of this study is to analyze the importance of preventive maintenance in order to reduce corrective maintenance in medical equipment at the University Hospital of Vassouras (HUV). A descriptive, applied and field research with quali-quantitative analysis was done for the preparation of this study at HUV. As for the results, it is possible to observe the importance of preventive maintenance when the ABC Analysis technique is applied, which showed a significant reduction of equipment when compared to corrective maintenance. Thus, it can be concluded that clinical engineering is important to hospitals because through strategic alignment, the results are satisfactory and that happens as long as maintenance planning and the control of your indicators are aligned.

Keywords: Clinical engineering; Preventive maintenance; Corrective maintenance; ABC analysis; Medical equipment.

Afiliação dos autores:

¹ Graduanda em Engenharia de Produção, Universidade de Vassouras, Vassouras, RJ, Brasil.

² Graduanda em Engenharia de Produção, Universidade de Vassouras, Vassouras, RJ, Brasil.

³ Mestre em Ciências Ambientais, Universidade de Vassouras, Vassouras, RJ, Brasil.

Email para correspondência: marina.baldez@hotmail.com

Recebido em: 14/04/2022. Aceito em: 02/05/2022.

Introdução

Com o crescimento da tecnologia no mundo, uma área que foi muito beneficiada foi a área médica: procedimentos e diagnósticos que eram realizados de forma totalmente manual, poderiam levar horas para a sua conclusão. E, atualmente, é possível contar com a alta tecnologia: novos equipamentos médicos vêm sendo introduzidos na rotina de hospitais, o que facilita a vida dos profissionais da área da saúde e, principalmente, dos pacientes (Oliveira, 2014).

Ainda conforme Oliveira (2014), como exemplo prático, tem-se a técnica de gotejamento com o uso da bomba de infusão que, de forma manual, seria impossível ter tanta precisão. Porém, não basta só adquirir esses equipamentos: é preciso que todos os setores do hospital acompanhem esse crescimento e se atualizem, adequando-se ao cotidiano hospitalar.

Com isso, evidencia-se então que o setor central que precisa acompanhar o crescimento de um hospital é o de Engenharia Clínica, que é responsável pela gestão, planejamento e controle da manutenção de todos os equipamentos existentes na área da saúde.

Além disso, destaca-se que é de suma importância que a equipe de trabalho esteja atuando de forma correta, a fim de evitar certas falhas nos equipamentos que não são admissíveis na área da saúde, pois o produto final é a vida. E para corrigir e diminuir as falhas são utilizadas determinadas técnicas de manutenção, como é o caso das manutenções preventiva e corretiva.

Assim sendo, Araújo, Santos e Camara (2008) destacam que a manutenção preventiva representa uma ação programada para prever defeitos que possam surgir e que causam uma parada ou um mau funcionamento dos equipamentos utilizados. Já a manutenção corretiva, possui como função corrigir e restaurar, de forma rápida, os imprevistos ocorridos (Pazeto, 2016).

Oliveira (2014) corrobora então que as estratégias utilizadas nas ações preventivas e corretivas, no âmbito hospitalar, trazem inúmeros benefícios, como por exemplo: quanto às ações preventivas, tem-se o controle sobre a vida útil dos equipamentos, além da minimização das possíveis falhas e da maximização, gradual, de confiança na sua utilização (Oliveira, 2014).

E quanto às ações corretivas, tem-se o lado positivo de resolver o problema dos equipamentos que necessitam estar 100% para dar assistência aos pacientes (Pazeto, 2016). Porém, Viana (2002), ressalta que esse tipo de manutenção é utilizado quando o equipamento chega ao extremo e, por isso, não é bem aconselhada, pois compromete a vida útil do mesmo, pode acarretar em perdas na produção, além de necessitar de um estoque brando e de envolver um alto custo para as empresas.

Por isso, é importante usar o método de criticidade ABC, que é uma importante ferramenta

utilizada pelos gestores, com o intuito de que eles tracem as melhores estratégias de gerenciamento e, com isso, tomem as decisões de forma mais assertiva.

Assim sendo, a pesquisa visa responder a seguinte questão: qual a importância da utilização da manutenção preventiva quando há uma demanda muito grande de equipamentos para a realização da manutenção corretiva?

Com isso, o presente artigo possui o objetivo de analisar, por meio da Criticidade ABC, a importância de se realizar as manutenções preventivas, a fim de minimizar as manutenções corretivas e maximizar a segurança e a disponibilidade dos equipamentos médicos no HUV.

Engenharia Clínica

Silva (2015) expõe que, dentro da saúde pública, existe um setor que se destaca entre as áreas de apoio, que é o de Engenharia Clínica, responsável pela aquisição, implantação de tecnologias, manutenção e desativação do hospital. O bom funcionamento desses equipamentos pode interferir no atendimento aos pacientes e, por isso, é fundamental que eles estejam sempre em bom estado e com as manutenções em dia, o que garante boa segurança e uma qualidade de vida hospitalar para os pacientes (Silva, 2015).

Vale ressaltar que o profissional dessa área controla os Equipamentos Médicos Hospitalares (EMH), a parte técnica para manutenções e operações dos equipamentos, participa do processo de aquisição e implantação de novas tecnologias na unidade de saúde e o mais importante: controla os contratos de manutenção preventiva/corretiva, onde também elabora um plano de manutenção para saber onde se encaixa cada tipo de manutenção nos equipamentos que têm as necessidades naquele momento (Antunes *et al.*, 2002).

Manutenção preventiva

De acordo com Coimbra (2016), a manutenção preventiva é realizada com o intuito de reduzir falhas no equipamento e Sullivan Pugh, Meléndez & Hunt (2010) complementam que o seu objetivo é melhorar o equipamento em sua vida produtiva, reduzir quebras de equipamentos críticos, otimizar o planejamento e a programação de trabalhos de manutenção, minimizar perdas de produção devido a falhas e promover a saúde e segurança do pessoal de manutenção.

Logo, a seleção desse tipo de manutenção é mais indicada quando o equipamento apresenta um defeito simples, que pode persistir e resultar em um custo maior, como a parada total do equipamento. Além do mais, a dificuldade da manutenção preventiva se dá pela forma de que toda possível falha já tem que estar incluída como um possível

acontecimento: falha humana, falha do procedimento e danos na aparelhagem (Kardec & Nascif, 2009).

A manutenção preventiva possui uma desvantagem, pois sua implementação pode ser um problema, visto que o custo financeiro pode ser alto, já que se exige uma demanda de recursos humanos extra, disponível para executar os cronogramas estabelecidos (Branco Filho, 2008).

Kardec e Nascif (2009) destacam que aproximadamente 20% dos problemas ocorridos por algum tipo de falha, aumenta o tempo do não uso do equipamento, trazendo consequências que podem chegar a compor 80% de prejuízo em custos. Por isso, é necessário que a equipe de planejamento e controle da manutenção elabore um cronograma a ser seguido.

Manutenção Corretiva

Dhillon (2002) afirma que a manutenção corretiva é uma ação que ocorre de forma inesperada, pois o equipamento apresenta falha ou quebra e precisa ser reparado de forma imediata, sem seguir o cronograma de manutenções.

A manutenção corretiva é realizada em máquinas para correção de anomalias, classificadas como falhas, panes e/ou quebras, ou seja, quando o equipamento não desempenha a função para a qual foi projetado (Branco Filho, 2006).

Em uma visão de perdas, tirando os prejuízos da produção, uma parada para realizar a manutenção corretiva pode apresentar um custo baixo, sendo aceito pela equipe de gestão dos equipamentos (Xenos, 2004). Porém, ocorrendo de forma repetitiva e sem um balanço, o gasto pode se tornar alto podendo, assim, sair do orçamento da empresa, pois a necessidade de parar pode ser a qualquer momento, desperdiçando os recursos de produção e da manutenção (Branco Filho, 2008).

No entanto, para sua adoção, segundo Kardec e Nascif (2009), é necessário que o equipamento, sistema ou instalação permita algum tipo de monitoramento/medição e também mereça esse tipo de ação, em função dos custos envolvidos.

E Pereira (2009) conclui então que é possível aplicar uma manutenção corretiva nas empresas, desde que a gestão seja organizada, pois os resultados não são afetados e isso só ocorre se o ajuste for realizado de forma rápida em equipamentos de menor importância e que tenham outras unidades para substituição, se preciso for.

Criticidade A, B e C

Canha (2007) aponta que a criticidade ABC não é apenas uma ferramenta que realiza cálculos de produção e seus custos, mas sim um indicador

para otimizar o controle de gestão da manutenção. Ressalta-se, portanto, que quando utilizada de maneira eficiente, seus resultados podem gerar uma melhor visão ao gestor e garantir, assim, um funcionamento adequado e mais próximo da normalidade.

Logo, Lourenço (2007) evidencia que essa ferramenta tem o propósito de classificar os equipamentos e máquinas, conforme o seu nível crítico: o indicador A é uma classe de máxima criticidade e são equipamentos de alta importância para o funcionamento do setor. Portanto, se falharem não é possível substituí-los por outros iguais e de forma rápida. Já o indicador B, apresenta o grau de criticidade médio e embora sejam fundamentais para a realização das atividades, se apresentarem problema podem ser reparados ou trocados. E os demais itens, de baixa criticidade, se classificam por indicadores C, que podem ser substituídos com alta facilidade e sua falta não provoca paralisações para o setor.

Atualmente, existem vários métodos e sistemas diferentes voltados para a análise da criticidade em sistemas produtivos. Dentro do presente artigo, o método adotado foi a Criticidade ABC e, Baran (2015) explica que a Criticidade ABC nada mais é do que uma adaptação do *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), que recomenda a utilização deste sistema para a avaliação da criticidade de equipamentos.

De maneira sintética, Aven (2009) explica que a criticidade é o grau de importância que um determinado componente (seja ele um componente humano ou mecânico) possui dentro de um sistema produtivo. Para analisar a criticidade de um equipamento, logo, então, é necessário se utilizar critérios objetivos que consigam informar o nível de importância do mesmo, como: segurança, qualidade, meio ambiente, dentre outros (Aven, 2009).

Assim, fica claro que a criticidade é a essencialidade de um determinado equipamento dentro de um contexto sistêmico, já que uma produtividade abaixo do esperado ou falha, por parte do determinado equipamento, pode acarretar malefícios nas engrenagens que mantêm o sistema funcionando.

Portanto, Baran (2015) complementa que a criticidade ABC trata-se de um método de categorização de dados que visa hierarquizar o grau de importância dos equipamentos de um sistema de acordo com o seu impacto. Assim, a criticidade ABC, embora seja mais usual dentro da área da Engenharia de Produção, também pode ser aplicada em uma gama de diferentes áreas.

Vale salientar que estes impactos que ocorrem podem ser de diversas naturezas diferentes, como impactos econômicos, sanitários, dentre outros (Aven, 2009).

Prosseguindo, Macedo (2011) fundamenta que a classificação utilizada pela criticidade ABC é baseada na regra estatística de Pareto, onde há uma valorização dos materiais, que é realizada com base no seu valor e na sua abundância dentro do sistema.

Ainda conforme Macedo (2011), a Criticidade ABC é a metodologia ideal para que o gestor possa estabelecer prioridades dentro de um sistema de manutenção, classificando todas as máquinas e equipamentos, segundo a importância que elas possuem para o funcionamento do sistema. A partir da Criticidade ABC, é possível estabelecer políticas de manutenção mais sóbrias e sólidas.

Materiais e Métodos

Trata-se de uma pesquisa aplicada (quanto à natureza), quali-quantitativa (quanto à abordagem), descritiva (quanto aos objetivos) e pesquisa de campo (quanto aos procedimentos).

A pesquisa aplicada pode ser definida quando são coletados, selecionados e processados os dados de forma mais específica, indo direto ao ponto de uma maneira mais prática, pois para realizá-la é preciso ter um conhecimento previamente do assunto estudado. Mas é preciso ter um rigor na definição do problema e na análise dos resultados, pois esse método de pesquisa, tem a capacidade de gerar impacto (Fleury & Werlang, 2016).

Já a pesquisa descritiva visa apresentar características de determinada população através da coleta de dados, mostrando, assim, as relações, níveis, índices e existência entre as variáveis de determinado grupo a ser estudado. Com o levantamento desses dados, a pesquisa descritiva ajuda a proporcionar uma nova visão do problema a ser analisado (Gil, 2002). E a pesquisa de campo é descrita como sendo aquela responsável por realizar a coleta de dados em campo, ou seja, junto com pessoas (Fonseca, 2002).

E para Minayo (2003, p. 22):

A diferença entre qualitativo-quantitativo é de natureza. Enquanto cientistas sociais que trabalham com estatística apreendem dos fenômenos apenas a região “visível, ecológica, morfológica e concreta”, a abordagem qualitativa aprofunda-se no mundo dos significados das ações e relações humanas, um lado não perceptível e não captável em equações, médias e estatísticas.

Logo, a pesquisa foi realizada no Hospital Universitário de Vassouras (HUV), localizado na cidade de Vassouras/RJ, com o intuito de realizar um estudo sobre os processos feitos pelo setor de manutenção e também de visar a importância da realização das manutenções preventivas, com foco em diminuir as manutenções corretivas, que estavam ocorrendo demasiadamente.

Vale ressaltar que as manutenções preventivas e corretivas são de responsabilidade do setor de Engenharia Clínica e, além disso, o mesmo possui uma equipe que trabalha para garantir a disponibilidade de equipamentos, instalações e serviços, visando atingir os objetivos e metas estipuladas pelo hospital, assim como baixar os custos

sem perder a qualidade dos equipamentos e serviços.

E a fim de solucionar o problema existente, foram utilizadas as planilhas de planejamento e controle de manutenção (PCM) da Engenharia Clínica (ordem de serviço) do HUV, referente aos meses de Outubro/2019 a Fevereiro/2020 e Outubro/2020 a Fevereiro/2021, com o objetivo de analisar o número de equipamentos médicos existentes no hospital: 1.684 equipamentos, visto que há um número muito grande de equipamentos cadastrados no inventário.

Por esse motivo, é preciso que o gestor de manutenção utilize um método chamado criticidade ABC para filtrar os equipamentos de maior importância para o hospital e, assim, conseguir traçar uma método de manutenções preventivas nesses equipamentos para reduzir as falhas existentes.

Resultados e discussão

Após o levantamento da quantidade do número de equipamentos médicos no HUV, sob responsabilidade da Engenharia Clínica, utilizou-se o recurso da criticidade ABC. Tendo conhecimento da checagem do quantitativo, foi realizada uma divisão através do método de análise de ABC, em que foi feita uma separação por níveis de criticidade: alta, média e baixa (dos 1.684 equipamentos), como mostrado na tabela 1:

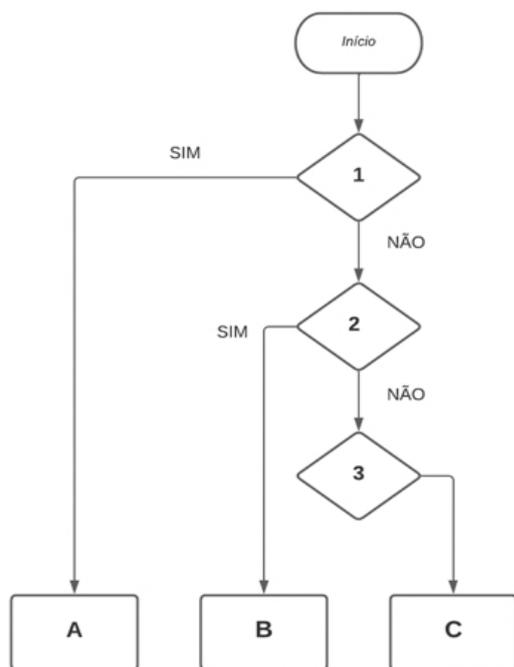
Tabela 1: Número de equipamentos divididos por criticidade (HUV)

EQUIPAMENTOS (CRITICIDADE)	
A	426
B	124
C	1085
FORA DE USO	3
SEM CLASSIFICAÇÃO	46
TOTAL	1684

Fonte: Elaborada pelas autoras (2021)

Como evidenciado na tabela 1, foi apresentado o quantitativo dos equipamentos, destinando um olhar mais rigoroso para a classificação da Criticidade A, devido à prioridade alta de risco no dia-a-dia do hospital, pois eles impactam diretamente na vida do paciente e, com isso, é preciso que os equipamentos entrem no cronograma de manutenções, a fim de separá-los conforme a exigência de cada marca e também pelo seu grau de importância que serão realizados pelo setor responsável.

Por isso, a figura 1, abaixo, mostra o que o gestor deve seguir para analisar a criticidade e para que o que o fluxograma seja corretamente seguido, é necessário que o gestor estabeleça os critérios de criticidade que irão nortear sua aplicação:

Figura 1: Fluxograma da criticidade ABC do HUV

Fonte: Elaborada pelas autoras (2021)

Pode-se perceber que, conforme explicitado na figura 1, o filtro 1 está relacionado aos equipamentos de Criticidade A, que são equipamentos com alto grau de importância para o funcionamento do HUV, onde sua falta impacta diretamente na interrupção do procedimento e não há a possibilidade de serem trocados em curto espaço de tempo. Além disso, são equipamentos que não possuem *backup* e de pouca unidade ou únicos na instituição. Tem-se como exemplo: tomografia, equipamento de hemodinâmica, gerador de autoclaves.

Já o filtro 2 está associado aos equipamentos de Criticidade B, que são equipamentos que podem impactar de forma direta no cuidado ao paciente. Mas ocorrendo a falha, terá disponibilidade de outros aparelhos na instituição para substituição de forma rápida e eficiente. Exemplos: aparelho de anestesia, monitores *doppler* e eletrocardiógrafo.

Além disso, tem-se o filtro 3, que são os de Criticidade C e estão ligados aos equipamentos em que sua falha não coloca em risco a vida do paciente e não paralisa os serviços e, sendo assim, não há necessidade de troca rápida. Ademais, são de baixos valores de aquisição e o reparo corretivo muitas vezes fica inviável, optando, assim, pela aquisição de um novo. Exemplos: aparelho de pressão, aspirador e bomba infusora.

Com isso, a partir da análise de criticidade, as ordens de serviço (O.S.) são geradas para serem executadas pela equipe de manutenção da Engenharia Clínica, como apresentada na tabela 2 referente ao período 1 (Outubro/2019 a Fevereiro/2020) e na tabela 3 quanto ao período 2 (Outubro/2020 a Fevereiro/2021):

Tabela 2: Quantitativo de ordens de serviço do período 1

Ordem de serviço de Outubro/19 a Fevereiro/20	
Serviço Solicitado	Contagem de Item
CALIBRAÇÃO	59
DESINSTALAÇÃO	3
INSPEÇÃO	59
INSTALAÇÃO	61
MC*	324
MP**	129
TREINAMENTO	2
Total Geral	637

Fonte: Elaborada pelas autoras (2021)

Sendo: *MC: manutenção corretiva e **MP: manutenção preventiva.

Tabela 3: Quantitativo de ordens de serviço do período 2

Ordem de serviço de Outubro/20 a Fevereiro/21	
Serviço Solicitado	Contagem de Item
CALIBRAÇÃO	23
INSPEÇÃO	1050
INSTALAÇÃO	48
MC*	227
MP**	213
TREINAMENTO	2
Total Geral	1563

Fonte: Elaborada pelas autoras (2021)

Sendo: *MC: manutenção corretiva e **MP: manutenção preventiva.

Após a comparação do período 1 com o período 2, foi identificada a divisão dos serviços realizados. Assim, precisou ser gerada mais uma delimitação em que o foco foi nas manutenções corretivas e nas manutenções preventivas.

Analisando esses dois tipos de serviço, constatou-se que no período 1 havia um percentual maior de manutenção corretiva (MC) em relação à manutenção preventiva (MP). Já no período 2 foi ao contrário: a porcentagem de MP foi maior e, conseqüentemente, reduziu o número de MC.

Logo, as figuras 2 e 3 ilustram um comparativo percentual do período analisado:

Figura 2: Percentual das manutenções

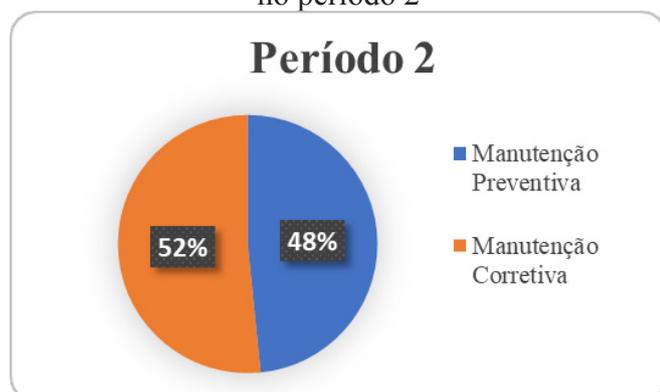
realizadas no período 1



Fonte: Elaborada pelas autoras (2021)

Figura 3: Percentual das manutenções realizadas

no período 2



Fonte: Elaborada pelas autoras (2021)

Conforme mostrado nas figuras 2 e 3, ambos se baseiam no comparativo da diferença das manutenções preventivas e corretivas referentes aos dois períodos mencionados.

Percebe-se que a figura 2 (quanto ao período 1), por não ter realizado um número satisfatório de manutenções preventivas (28%), tem-se, como consequência, a alta porcentagem de manutenções

corretivas (72%). Já na figura 3, referente ao período 2, tem-se um número significativo de manutenções preventivas (48%), diminuindo o percentual das manutenções corretivas (52%) quando comparado ao período 1.

Considerações finais

Este estudo teve o intuito de abordar como a Engenharia Clínica é importante para um hospital, pois através de estratégias alinhadas os resultados são satisfatórios. E, de acordo com os resultados obtidos, foi possível perceber que os números de manutenções corretivas diminuíram de forma significativa no Hospital Universitário de Vassouras-RJ (HUV).

Pode-se analisar que, para isso, foi preciso dividir os equipamentos, de acordo com os níveis de criticidade ABC de cada item do setor hospitalar, sendo: dos 1.684 equipamentos totais, que foram classificados através do fluxograma, 426 são de criticidade A, 124 de criticidade B e 1.085 equipamentos de criticidade C (porém, 3 estão fora de uso e 46 estão sem classificação).

Com isso, após realizar essa análise de criticidade, as ordens de serviço foram geradas e foi possível perceber então que no período 1, havia sido feito 72% de manutenções corretivas e apenas 28% de preventivas. Porém, no período 2, o cenário mudou: 52% de manutenções preventivas e 48% de corretivas.

Desse modo, evidenciou-se então que a aplicação das manutenções preventivas são programadas a partir do nível de criticidade dos itens e, assim, evitam-se as paradas inesperadas. Porém, deve-se levar em consideração que as falhas podem ocorrer e a manutenção corretiva vem para reparar, de forma imediata, o equipamento.

Ademais, essa pesquisa buscou utilizar as ferramentas corretas, como foi o caso da criticidade ABC, com a intenção de ajudar a enxergar a real situação do que está ocorrendo e também a reduzir as paradas inesperadas.

E, por fim, como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se que seja realizado um ajuste do intervalo da manutenção preventiva, com o auxílio da Manutenção Produtiva Total (TPM), que é uma ferramenta usada para ajustar o histórico das manutenções recentes e realizar os cálculos de manutenção, como o do tempo médio de reparo e das falhas de um equipamento. Destaca-se que essa ferramenta vai ajudar a prever o período de ajuste do próximo equipamento e, assim, deixar o mais alinhado possível a eficiência da manutenção preventiva atrelado à criticidade ABC (como mostrado neste estudo).

Referências Bibliográficas

1. Antunes, E., Vale, M., Mordelet, P. & Grabois, V. (2002). *Gestão da tecnologia biomédica: tecnovigilância e engenharia clínica*. Cooperação Brasil-França: Editions Scientifiques Acodess.
2. Araújo, I. M. D., Santos, C. K. S. & Camara, J. (2008). *Manutenção elétrica industrial*. Recuperado em: <http://www.dee.ufrn.br/~joao/apostila/cap03.htm>.
3. Aven, T. (2009). Identification of safety and security critical systems and activities. *Reliability Engineering & System Safety*, 94(2), 404-411.
4. Baran, L. R. (2015). *Proposta de um modelo multicritério para determinação da criticidade na gestão da manutenção industrial*. (Dissertação de Mestrado). Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, PR, Brasil.
5. Branco filho, G. (2006). *Dicionário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade*. (4a ed.). Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda.
6. Branco Filho, G. (2008). *A organização, o planejamento e o controle da manutenção*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.
7. Canha, H. M. (2007). O método ABC como factor de competitividade da empresa. *Revista TOC*, 84(3), 52-58.
8. Coimbra, D. S. C. (2016). *A importância da manutenção preventiva e corretiva na gestão de energia em grandes edifícios de serviços (Campus do LNEG Alfragide)*. (Dissertação de Mestrado). Engenharia da Energia e do Ambiente, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
9. Dhillon, B. S. (2002). *Engineering maintenance: a modern approach*. Boca Raton: CRC PRESS.
10. Fleury, M. T. L. & Werlang, S. R. C. (2016). *Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens*. (S.I.): Anuário de Pesquisa.
11. Fonseca, J. J. S. (2002). *Apostila de metodologia da pesquisa científica*. (S.I.): UECE.
12. Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. (4a. ed.). São Paulo: Atlas.
13. Kardec, A. & Nascif, J. (2009). *Manutenção: função estratégica*. (3a. ed.). Rio de Janeiro: Qualitymark.
14. Lourenço, K. G. & Castilho, V. (2007). Nível de atendimento dos materiais classificados como críticos no Hospital Universitário da USP. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 60(1), 15-20.
15. Macedo, M. A. S. (2011). *Contribuição metodológica para a determinação da Criticidade de equipamentos na gestão da manutenção*. (Dissertação de Mestrado). Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, PR, Brasil.
16. Minayo, M. C. de S. (Org.). (2003). *Pesquisa Social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis: Vozes.
17. Oliveira, E. F. de S. (2014). *Inovação tecnológica em saúde uma visão nas últimas duas décadas*. (Tese de Doutorado). Ciências Sociais, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
18. Pazeto, A. C. (2016). *Modelo de priorização da manutenção corretiva em ambientes hospitalares*. (Dissertação de Mestrado). Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.
19. Pereira, M. J. (2009). *Engenharia de manutenção: teoria e prática*. (S.I.): Ciência Moderna.
20. Silva, D. R. C. (2015). *Engenharia clínica: manutenção de equipamentos de eletromedicina* (Dissertação de Mestrado). Engenharia Eletrotécnica, Área de Especialização em Automação e Comunicações em Sistemas de Energia, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra, Portugal.
21. Sullivan, G. P., Pugh, R., Melendez, A. P. & Hunt, W. D. (2010). *Operations & maintenance best practices: a guide to achieving operational efficiency*. Richland: Pacific Northwest National Laboratory.
22. Viana, H. R. G. (2002). *PCM: planejamento e controle da manutenção*. Rio de Janeiro: Quality Mark.
23. Xenos, H. G. *Gerenciando a manutenção produtiva*. (2004). Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda.