

IMPORTÂNCIA DA CRITICIDADE DE EQUIPAMENTOS NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Cinthia Pires; Diego Augusto Fernandes Justo; Janderson Almeida dos Santos; Matheus Rodrigues Góes; Paulo Cesar Gonçalves; Rodrigo Alves Júnior; Thaylan Donato.

Orientador Prof. Ítalo Coutinho¹⁰.

Centro Universitário de Belo Horizonte, Belo Horizonte, MG

- 1 Graduandos em Engenharia Mecânica do terceiro ciclo do primeiro módulo, Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH. Belo Horizonte, MG. cleiabelino@gmail.com.
- 2 Doutorando em Administração de Empresas. FUMEC, 2018. Professor do Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH. Belo Horizonte, MG. icoutinho@prof.unibh.br.

RESUMO: O objetivo deste trabalho consistiu na elaboração de um estudo a respeito da aplicação da Criticidade de Equipamentos no planejamento da manutenção nas organizações. Para tanto, foi realizado um estudo a respeito dos conceitos envolvidos nas práticas de gestão da manutenção, bem como a evolução das técnicas de elaboração de planos de manutenção, a fim de relacionar sua influência e benefícios no resultados do negócio. A partir disso, conclui-se que Criticidade de Equipamentos é um método decisivo no sucesso da elaboração dos planos de manutenção, que devem estar aliados a estratégia de negócio da organização.

PALAVRAS-CHAVE: Manutenção. Criticidade. Estratégia. Gestão.

1. INTRODUÇÃO

Segundo MACEDO (2011), a administração do nível competitivo das organizações vem exigindo ao longo dos anos, alterações permanentes nos processos produtivos e de gestão, bem como o uso de novas técnicas para fabricação de produtos.

Diante do aumento da mecanização e automação da produção, a indústria se torna cada vez mais dependente da disponibilidade e confiabilidade de seus equipamentos, desse modo, uma das atividades que mais sofreu mudanças na gestão da produção nos últimos trinta anos, correspondem às técnicas e estratégias de manutenção dos ativos empresarias.

Segundo HERPICH e FOGLIATTO (2013), ao longo das últimas décadas, as estratégias de manutenção evoluíram a partir da técnica de manutenção corretiva por quebra para estratégias mais sofisticadas, como monitoramento de condições e manutenção centrada na confiabilidade. Sabe-se

que, equipamentos indisponíveis ou com manutenção inadequada, afetam a qualidade do produto e nível competitivo da empresa. Assim, a manutenção corresponde a um fator de qualidade e produtividade, aumentando, se aplicada corretamente, a competitividade da empresa, demonstrando assim, a função estratégica da manutenção na maximização do setor produtivo e nos resultados do negócio, o que pode ser confirmado por MACEDO (2011).

Nesse contexto, a criticidade de equipamentos é uma ferramenta muito importante para elaboração do plano de manutenção de máquinas e equipamentos para as organizações. Ela tem por objetivo alinhar todo planejamento de manutenção de acordo com a criticidade e impacto de cada equipamento ao negócio da empresa. Segundo GOMES (2018), equipamentos críticos são os equipamentos cuja falha tem o maior impacto potencial sobre os objetivos de negócio da empresa.

Segundo o mesmo autor, a análise da criticidade dos equipamentos é uma metodologia para determinar quais equipamentos tem o maior impacto potencial sobre as metas de negócios. De modo que, a relação entre a falha do equipamento e desempenho empresarial é um fator importante para decidir onde e quando os recursos devem ser aplicados para manter ou melhorar a confiabilidade do equipamento.

Desse modo, a partir da classificação de criticidade dos equipamentos, é possível determinar o tipo de manutenção e abordagem adequada de acordo com seu nível de prioridade, de modo, que se obtém a otimização do plano de manutenção, com foco ao objetivo da organização.

Assim, o objetivo deste trabalho consiste em apresentar as técnicas para definição da criticidade de equipamentos e evidenciar os benefícios de sua aplicação na gestão da manutenção. Para tanto, primeiramente foi realizada um estudo bibliográfico, a fim de fundamentar a evolução das técnicas de gestão da manutenção e apresentar os conceitos envolvidos na elaboração de planos de manutenção, bem como sua relação com os resultados do negócio da organização. Por fim, foi realizado um estudo a respeito de criticidade de equipamentos e apresentado um modelo de elaboração de matriz de criticidade, lembrando que diferentes técnicas podem ser utilizadas, para alcançar este objetivo, assim a técnica aplicável e os parâmetros adequados são definidos a partir das especificidades de cada empresa.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada consiste em uma pesquisa descritiva a respeito das estratégias de manutenção de ativos, com foco na priorização de criticidade de equipamentos, que baseou-se em uma pesquisa bibliográfica sobre a evolução das técnicas de manutenção e gestão de ativos, com objetivo de evidenciar sua influência na eficiência da manutenção e seus benefícios aos resultados da organização.

3. GESTÃO DA MANUTENÇÃO

3.1. CONCEITO E HISTÓRICO

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 5462, 1994) apud Takayama (2008), a manutenção é definida como "combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em estado no qual possa desempenhar uma função requerida". Desse modo, a missão da manutenção é garantir a disponibilidade da função dos seus equipamentos e instalações de modo a atender um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança e preservação do meio ambiente e custos adequados. Mas nem sempre esses requisitos foram o foco da atividade de manutenção, o que pode ser confirmado por Takayama (2008).

Segundo Moubray (1997 apud Takayama, 2008), ao longo dos últimos trinta anos, a manutenção foi a atividade que mais sofreu mudanças na gestão da produção. Essas mudanças devem-se ao aumento do número e variedade de plantas, equipamentos e instalações que devem ser mantidos, ao desenvolvimento de projetos de engenharia mais complexos, às novas técnicas e à evolução da organização e das responsabilidades da manutenção. A partir desta evolução, criam-se novas expectativas sobre a atividade, como o impacto da falha de um equipamento na segurança e meio ambiente, a ligação entre manutenção e qualidade do produto, a possibilidade e obter uma planta com alta disponibilidade e contenção de custos.

Assim, diante do aumento da mecanização e automação da produção, que ocorre principalmente após a segunda guerra mundial, a indústria cada vez mais dependente da disponibilidade e confiabilidade de seus equipamentos, investe cada vez mais no desenvolvimento de novas técnicas para o gerenciamento de seus ativos. Nesse contexto, as estratégias de manutenção evoluem além da técnica de manutenção corretiva por falha, para estratégias mais sofisticadas, como

monitoramento de condições e manutenção centrada na confiabilidade, baseada em riscos e aliada às estratégias do negócio, o que pode ser confirmado por HERPICH e FOGLIATTO (2013).

Para Moubray (2000 apud Trojan e Marçal, 2013), a evolução da manutenção pode ser dividida em gerações, conforme linha do tempo apresentada na Tabela 01, desenrolando-se conforme as necessidades industriais de cada época, de modo que, a cada geração, observa-se a evolução dos conceitos sobre os tipos de manutenção mais eficientes para aplicação no contexto da manutenção industrial.

Segundo o mesmo autor, a primeira geração deu suporte para a evolução do conceito de manutenção corretiva, sendo ela: programada ou não programada. A segunda geração, já trouxe elementos conceituais para o surgimento da manutenção preventiva, ainda baseada em revisões gerais programadas, sistemas de planejamento e controle do trabalho e a evolução da informática aplicada. Na terceira geração a evolução das técnicas de monitoramento de condições, análise de falhas e estudos sobre riscos, trouxeram uma visão para conceituar a manutenção preditiva. A evolução desses conceitos se deu pelas expectativas crescentes sobre a manutenção, que forçavam o desenvolvimento de novas tecnologias que auxiliassem o setor produtivo a manter a segurança, qualidade, disponibilidade e confiabilidade nos seus equipamentos e conseqüentemente nos processos produtivos.

Tabela 01 – Linha do Tempo – Gerações de Manutenção

		GERAÇÕES						
		PRIMEIRA	SEGUNDA	TERCEIRA				
EXPECTATIVAS			<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a disponibilidade da planta; • Aumentar a vida dos equipamentos; • Reduzir os custos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a disponibilidade e confiabilidade da planta; <ul style="list-style-type: none"> • Maior segurança; • Melhor qualidade do produto; • Sem danos ao meio ambiente; <ul style="list-style-type: none"> • Aumento da vida útil do equipamento; • Maior custo-benefício. 				
	<ul style="list-style-type: none"> • Consertar quando falhar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programação de reparos; • Sistemas de planejamento e controle; • Informatização básica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento da condição; • Projetos para confiabilidade e manutenibilidade; <ul style="list-style-type: none"> • Análise de riscos; • Informatização complexa; • Análises de modos e efeitos de falha; • Sistemas especializados; • Capacitação e grupos de trabalho. 					
		1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000

Fonte: Moubray (1997 apud Takayama, 2008).

3.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Segundo HERPICH e FOGLIATTO (2013), a manutenção pode ser classificada em corretiva, preventiva e preditiva. A manutenção corretiva é uma manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida, podendo ser classificada como planejada ou não planejada. Já a manutenção preventiva é a manutenção efetuada em intervalos pré-determinados, ou de acordo com critérios prescritivos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.

A manutenção preditiva é baseada na condição do equipamento e permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, que buscam a previsão ou antecipação da falha, medindo parâmetros que indiquem a evolução de uma falha a tempo de serem corrigidas.

3.3. ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO

O papel estratégico da função manutenção tem sido reconhecido pelas organizações. O grau de confiabilidade dos objetos de manutenção deve garantir índices de disponibilidade para aproveitar ao máximo as variáveis que envolvem o setor produtivo. Assim, a manutenção tem um papel estratégico, tanto técnico como econômico, o que pode ser confirmado por MACEDO (2011).

Desse modo, conceitos como confiabilidade e manutenibilidade, são importantes pressupostos na elaboração das políticas de manutenção. Sabe-se que confiabilidade é a aptidão de um equipamento para cumprir uma função requerida, em condições prefixadas e durante certo tempo. Já a manutenibilidade é a facilidade com que se pode realizar uma intervenção de manutenção, sendo expressa como a probabilidade de que um equipamento avariado volte ao seu estado operacional em um período de tempo dado quando a manutenção é executada. (Mirshawka e Olmedo, 1993).

Segundo Fontes (2006), a melhor estratégia a ser adotada em um processo produtivo deverá reduzir os custos operacionais ou aumentar a produção entre outros efeitos, exigindo a adoção de procedimentos apropriados para cada setor de uma empresa. Para tanto, existem várias concepções que podem ser adotadas; com foco na confiabilidade, centrada no risco, baseada no negócio, com foco em qualidade total, dentre outros. O desafio na definição do método para realização da gestão da manutenção está na definição da melhor solução aplicável ao negócio, em função das várias concepções que podem ser aplicadas.

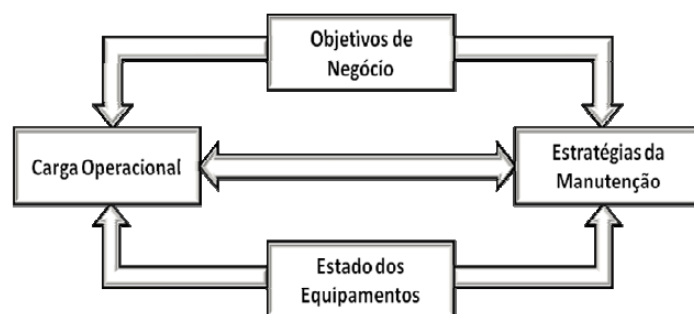
Conforme MACEDO (2011), com o objetivo de maximizar a produção e reduzir custos, os gestores investem em máquinas e automação de equipamentos e processos, o que sempre reflete em vantagem competitiva, no que diz respeito a confiabilidade e disponibilidade esperada. Isso ocorre porque uma solução aplicada corretamente irá apresentar resultados positivos,

porém de maneira pontual (eficiência), mas não necessariamente irá implicar em um resultado global para a empresa (eficácia).

Segundo o mesmo autor, equipamentos indisponíveis ou com manutenção inadequada, afetam a qualidade do produto, levando à perda de clientes para a concorrência. Devendo a manutenção ser tratada como um fator de qualidade e produtividade, aumentando, se aplicada corretamente, a competitividade da empresa.

Desse modo, justifica-se a necessidade de implementação de uma gestão da manutenção estratégica, aliando a disponibilidade dos equipamentos aos objetivos do negócio. Para Murthy (2002 apud MACEDO, 2011), seus elementos chave relacionam-se com os objetivos do negócio, as estratégias de manutenção, carga de produção e o estado dos equipamentos, conforme representado pela Figura 1.

Figura 01 – Elementos chave da gestão estratégica da manutenção



Fonte: Murthy (2002 apud MACEDO, 2011).

Nesse contexto, pode-se afirmar o método de definição da criticidade dos equipamentos, se demonstra como um excelente ferramenta de gestão da manutenção, uma vez que influencia diretamente no planejamento das ações da manutenção para manter os equipamentos em estado adequado que permita atender a carga operacional definida pelos objetivos do negócio.

Desse modo, a classificação dos equipamentos por sua criticidade é um fator determinante na elaboração de um plano de manutenção aliado ao negócio. É importante ressaltar que, a implementação do Planejamento e Controle da

Manutenção (PCM) visa a previsão de todas as ações da função manutenção sobre os seguintes aspectos: os recursos que necessitam de manutenção, estoques de materiais, estoque de peças e equipamentos reserva, quantidade de pessoas que compõe o quadro de manutenção, treinamento, serviços executados por terceiros, segurança, meio ambiente, ferramenta e custos, o que pode ser confirmado por MACEDO (2011).

4. CRITICIDADE DE EQUIPAMENTOS – METODOLOGIAS E BENEFÍCIOS

Segundo MACEDO (2011), os processos produtivos nas empresas são organizados em hierarquia de prioridades em relação às necessidades de seus clientes, uma vez que as necessidades do mercado são voláteis e mudam constantemente. Logo, a prioridade dos processos produtivos pode ser alterada e a manutenção precisa estar atenta a estas mudanças para viabilizar a máxima confiabilidade e disponibilidade das instalações e equipamentos.

Segundo o mesmo autor, os processos produtivos são compostos por instalações e equipamentos sujeitos a condições que podem influenciar seu desempenho. As falhas nos equipamentos e instalações inerentes à manutenção (qualidade do planejamento e execução das tarefas de manutenção, qualidade e comprometimento dos fornecedores), refletem diretamente na confiabilidade e disponibilidade do processo produtivo. Quanto maior o impacto da falha de um equipamento no processo produtivo, mas crítico ele se torna.

Segundo SIGMA (2018), nem todo equipamento de uma fábrica tem a mesma criticidade. Alguns podem variar sem verdadeiramente afetar a produção, a segurança ou o meio ambiente, como é o caso de equipamentos redundantes ou alguns tipos de equipamentos que são utilizados ocasionalmente. Em contrapartida, há equipamentos que, obrigatoriamente devem estar em bom estado de funcionamento (Equipamentos Críticos). A sua disponibilidade poderá acarretar,

por exemplo, a perda de vendas, atrasos nas entregas aos clientes, acidentes pessoais e danos ambientais. Os esforços da manutenção devem incidir prioritariamente nestes equipamentos.

Neste contexto, são então aplicadas técnicas para priorização de equipamentos em função da sua criticidade e seu impacto ao negócio, a fim de viabilizar e elaboração de um plano de manutenção eficaz.

Segundo MACEDO (2011), fatores importantes na classificação de equipamentos críticos, estão relacionados à segurança do ambiente, confiabilidade das instalações da linha de produção, qualidade dos produtos, custos de operação e intervenção, vida útil, custo do equipamento, dentre outros. Todos estes fatores devem se aliar aos objetivos estratégicos do negócio, que estão vinculadores a competitividade e disponibilidade do processo e o atendimento à legislação e segurança.

A relação entre a falha do equipamento e desempenho empresarial é um fator importante para decidir onde e quando os recursos devem ser aplicados para manter ou melhorar a confiabilidade do equipamento. Assim, a metodologia de determinação de criticidade de equipamentos, é uma ferramenta importante na implantação da gestão de manutenção com foco na Confiabilidade. Os algoritmos para definição da criticidade podem variar em função das características e objetivos do respectivo negócio, mas em síntese, estes algoritmos tratam o impacto dos equipamentos nas categorias da Saúde e Segurança, Meio-Ambiente, Produção, Qualidade e Custo de Reparo.

Com base na classificação de criticidade, são estabelecidas abordagens e ações para cada uma das dimensões associadas à estratégia de manutenção. Assim, para cada classe de criticidade é determinado o tipo de manutenção; manutenção preditiva, preventiva e inspeções ou corretiva (planejadas ou não), além da definição do método de abordagem adequado, que pode ser baseado em monitoramento, tempo determinado, condições pré-definidas, inspeções ou quebra, o que pode ser confirmado por HERPICH e FOGLIATTO (2013).

Desse modo, os benefícios da criticidade de equipamentos, dizem respeito à realização de um plano de manutenção eficaz, tomando como base o impacto destes equipamentos no resultado do negócio. A partir da priorização dos equipamentos em função da sua criticidade, obtém-se a otimização do programa de manutenção preventiva, delimita-se um foco adequado ao plano de contingência e a priorização ao atendimento das manutenções corretivas. Trata-se de uma ferramenta para confiabilidade, o que pode ser confirmado por EQUIPACARE (2018).

Conforme mencionado, as técnicas para determinação da criticidade de ativos podem variar em função das características do setor produtivo da empresa, bem como ao objetivo de cada negócio. Contudo, na próxima seção, será apresentada uma das técnicas utilizada na elaboração de matriz de criticidade de equipamentos, denominada classificação ABC.

3.1. CLASSIFICAÇÃO ABC DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS.

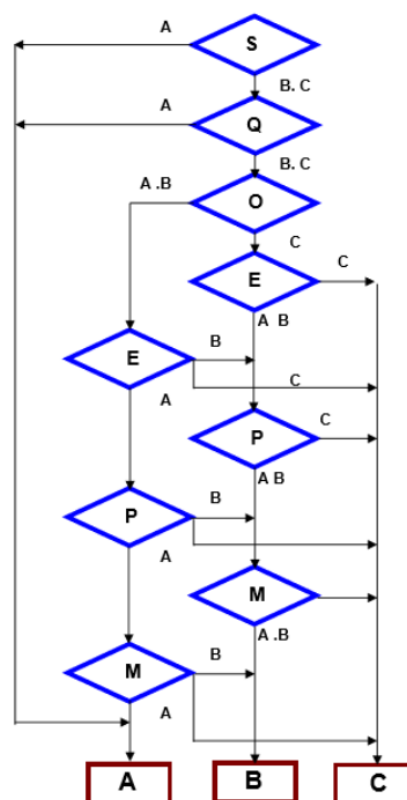
A curva ABC é um método de classificação de informações que separa os itens de maior importância ou impacto, que são normalmente em menor número. Trata-se de uma classificação estatística de materiais, baseada no princípio de Pareto, em que considera-se a importância dos materiais, baseada nas quantidades utilizadas e no seu valor.

Este sistema é também aplicável ao estabelecimento de prioridades, como o caso em questão, a fim de permitir a classificação de máquinas e equipamentos conforme seu grau de importância para o setor produtivo. Trata-se de uma classificação determinante para desenvolvimento de uma política de manutenção adequada, com a avaliação da criticidade das máquinas frente ao impacto de suas falhas ao processo produtivo, o

que pode ser confirmado por MANUTENCAO (2018).

Segundo o mesmo autor, este método de classificação ABC foi adaptado JIPM - *Japan Institute of Plant Maintenance*, em 1195, que recomenda sua utilização como ferramenta para avaliação da criticidade de equipamentos através do uso de um fluxograma do tipo decisório, conforme Figura 02 a seguir. Para sua utilização, é necessário uma base de critérios de criticidade que nos permite definir uma classificação em classes (A, B ou C). A Tabela 02, apresenta um exemplo de base de critérios determinado pelo fluxograma.

Figura 02 – Fluxograma para decisão de nível de criticidade



Fonte: MANUTENCAO (2018).

Tabela 02 – Critérios para avaliação de criticidade de máquinas e equipamentos

FATORES DE AVALIAÇÃO	FATORES DE AVALIAÇÃO	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO		
		A	B	C
S	Segurança e Meio Ambiente	Caso sofra parada, provoca acidente grave e problemas de contaminação com meio ambiente	Caso sofra parada, pode provocar algum tipo de acidente porém só material, mas não com o meio ambiente	Caso sofra parada, sem probabilidades de provocar qualquer tipo de acidente, nem tampouco com o meio ambiente
Q	Qualidade do produto	Caso sofra parada, haverá com certeza queda de qualidade e geração de refugos podendo gerar reclamações de clientes	Caso sofra parada, haverá possíveis queda de qualidade e poucos refugos, sem possibilidade de reclamações de clientes	Caso sofra parada, não haverá queda de qualidade e poucos refugos, sem possibilidade de reclamações de clientes
O	Condição de Operação	Tempo de utilização da máquina ou equipamento acima de 90% ao mês	Tempo de utilização da máquina ou equipamento de 50% à 90% ao mês	Tempo de utilização da máquina ou equipamento abaixo de 50% ao mês
E	Condições de Entrega	Caso sofra uma parada, pode parar uma linha de produção sem nenhuma alternativa a curto prazo	Caso sofra uma parada, pode parar uma linha de produção, porém com alternativas imediatas	Caso sofra uma parada, não interfere na linha de produção, e com outras alternativas imediatas
P	Índice de paradas - Confiabilidade	MTBF abaixo de 15 horas	MTBF acima de 15 até 30 horas	MTBF acima de 30 horas
M	Manutenibilidade	MTTR acima de 2 horas	MTTR de 1 a 2 horas	MTTR abaixo de 1 hora

Fonte: MANUTENCAO (2018)

Ao término da classificação, a atuação da manutenção é orientada para cada classe de máquinas, de acordo com os princípios da organização. Poderíamos exemplificar, uma plano de ação da seguinte forma: Máquinas de Classe A "Prioridade Alta", contemplariam manutenção preditiva, preventiva, análise de falhas e grupos de melhorias; Máquinas de classe B "prioridade média", receberiam manutenção preditiva e preventiva; Máquinas Classe C "prioridade baixa", receberiam atuação corretiva e preditiva, com monitoramento de falhas para evitar recorrências.

4. CONCLUSÃO

A gestão manutenção ao longo dos anos, se tornou uma aliada importante para a otimização e eficiência dos processos produtivos. Assim, o entendimento dos conceitos e suas especificidades é um subsídio importante para a tomada de decisão, a partir do momento em que são adotadas técnicas para auxiliar no aumento da eficiência e da produtividade industrial através da gestão da manutenção.

O papel estratégico da função manutenção tem sido reconhecido pelas organizações. O grau de confiabilidade dos objetos de manutenção deve

garantir índices de disponibilidade para aproveitar ao máximo as variáveis que envolvem o setor produtivo, o que pode ser confirmado por MACEDO (2011).

Nesse contexto, verificou-se que a criticidade de equipamentos, tem por objetivo promover um plano de manutenção eficiente em desempenho e em custos, com base na análise e classificação do grau de risco e criticidade dos instrumentos, visando a minimização dos riscos e impactos das falhas sobre o sistema.

Trata-se de uma metodologia para determinar quais equipamentos tem o maior impacto potencial sobre o atingimento das metas de negócios. A relação entre a falha do equipamento e desempenho empresarial é um fator importante para decidir onde e quando os recursos devem ser aplicados para manter ou melhorar a confiabilidade do equipamento.

A criticidade do equipamento é uma medida de risco para todo o negócio, não apenas para a produção. O grau de risco exige saber o custo das consequências para o negócio, quando ele acontecer, juntamente com a probabilidade de que isso pode acontecer. As despesas decorrentes da falha são os seus custos, de modo que deve ser estimado a probabilidade da ocorrência destes

eventos, o que pode ser confirmado por GOMES (2018).

Este trabalho contemplou diversos aspectos relacionados à manutenção visando determinar uma gestão estratégica adequada a indústria, o que demonstrou que para um bom planejamento da manutenção é essencial a integração dos objetivos estratégicos e da produção, análise de indicadores e processos de manutenção mais elaborados.

Assim, foi possível concluir, que a criticidade de equipamentos é determinante na elaboração de planos de manutenção, que devem levar em consideração as características da empresa e objetivos do negócio, permitindo o direcionamento dos esforços e recursos, nas diferentes abordagens e tipos de manutenção.

E por esse motivo, considerando a importância estratégica da manutenção, foi possível constatar que não existe uma única metodologia a ser aplicada, e que os métodos e parâmetros utilizados

para viabilizar esta classificação de máquinas e equipamentos, variam para cada tipo de planta produtiva e métodos de gestão do negócio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EQUIPACARE. Como priorizar a manutenção de equipamentos médicos pelo método criticidade. Disponível em <<http://equipacare.com.br/web/index.php/manutencao-de-equipamentos-criticidade/>>. Acesso em: Acesso em: Junho de 2018.

HERPICH, Cristiano; SANSON, Flavio. Aplicação de FMECA para Definição de Estratégias de Manutenção em um Sistema de Controle e Instrumentação de Turbogeneradores. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Florianópolis, SC, Brasil, 2013. Disponível em: <<http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/viewFile/2594/pdf>>.

MACEDO, Marco Antonio Subtil. Contribuição metodológica para a determinação da Criticidade de equipamentos na gestão damanutenção. Dissertação para obtenção de título em Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa. 2011.
MANUTENCAO. Manutenção em Foco. Classificação ABC de Máquinas e Equipamentos. Disponível em <

<https://www.manutencaoemfoco.com.br/classificacao-abc/>>. Acesso em: Acesso em: Junho de 2018.

SIGMA. Fluxos Básicos para Controle de Manutenção. CENTRAL SIGMA. Disponível em <http://www.centralsigma.com.br/arquivos/ebooks/Fluxos_Basicos_para_Controlde_Manutencao.pdf>. Acesso em: Junho de 2018.

TAKAYAMA, Mariana Amorim Silva. Análise de falhas aplicada ao planejamento estratégico da manutenção. Graduação em Engenharia da Produção. Universidade Federal de Juiz de Fora. Novembro, 2008.

TROJAN, Flávio; MARÇAL, Rui. Classificação dos tipos de manutenção pelo método de Análise multicritério electre TRI. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Natal, Rio Grande do Norte. 2013. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2013/pdf/arq0338.pdf>>.