



Federação das Indústrias do Estado da Bahia

CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC

MBA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

LISANE MARTA FERREIRA DE OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA NO SISTEMA DE GERAÇÃO
DE ENERGIA ELÉTRICA DE EMERGÊNCIA**

Salvador

2019



CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC
MBA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

LISANE MARTA FERREIRA DE OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA NO SISTEMA DE GERAÇÃO
DE ENERGIA ELÉTRICA DE EMERGÊNCIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de pós-graduação do MBA em Gestão da Manutenção do Centro Universitário SENAI CIMATEC como requisito final para obtenção do título de especialista.

Orientador: Prof. M.Sc. Sérgio Oliveira Pitombo

Salvador

2019

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA NO SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE EMERGÊNCIA

LISANE MARTA FERREIRA DE OLIVEIRA¹

SÉRGIO OLIVEIRA PITOMBO²

RESUMO: Este artigo apresenta uma aplicação da ferramenta FMEA (Failure Modes and Effects Analysis – Análise dos Modos e Efeitos de Falha) em um sistema de geração de energia de emergência, sendo o objeto de estudo Grupos de Geradores a Diesel, que tem por objetivo identificar seus principais modos de falha, suas respectivas causas e quais ações devem ser tomadas para diminuir a ocorrência destas falhas, para que o sistema se torne mais seguro e se mantenha capaz de executar a sua função no intervalo de tempo determinado. A metodologia empregada consistiu em uma visita preliminar para obtenção de dados e documentos para análise, pesquisas de campo sobre as ocorrências de falha no sistema, além de consulta e aplicação de técnicas e conceitos específicos de gestão da manutenção e confiabilidade. Com a obtenção do resultado da ferramenta aplicada, foi possível propor um conjunto de medidas a fim de reduzir os índices de falha e aumentar, além da confiabilidade, a disponibilidade do sistema.

Palavras-chave: FMEA. Confiabilidade. Manutenibilidade. Disponibilidade. Segurança Operacional.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o grande desafio de qualquer indústria é manter ao máximo a vida útil dos ativos, cuidar pela alta disponibilidade dos equipamentos, planejar processo de manutenção, ao menor custo e garantir a confiabilidade do sistema.

O cenário competitivo tem sofrido grandes mudanças ocasionadas pela crescente globalização dos mercados, maior exigência de parâmetros de qualidade, menor prazo de entrega e níveis de customização. Para se adequar ao cenário, as organizações cada vez mais, adotam a utilização de ferramentas e técnicas para ampliar a capacidade de decisão (Eposito *et al.* 2013).

¹ Engenheira Eletricista (CREA/BA: 051536441-0. Pós-graduanda em MBA Gestão da Manutenção (SENAI CIMATEC). E-mail: lisane.eng@outlook.com

²Mestre em Engenharia Elétrica na Universidade de São Paulo (USP). E-mail: sergio.pitombo@fieb.org.br

Segundo a NBR 5462 (1994), disponibilidade é a capacidade de um item estar em condições de executar certa função, em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados.

Para que isso seja atendido de maneira eficaz, é essencial que sejam criadas estratégias de manutenção adequadas para o sistema, com o objetivo de evitar a deterioração dos equipamentos, causados pelo envelhecimento natural de sua utilização ou pelo mau uso, além de minimizar o impactos causados por eventos não planejados.

A falha representa um conceito fundamental para análise de confiabilidade, sendo a falha definida como o termino da habilidade de um item para o desempenho de uma requerida função. A qualidade de uma análise de confiabilidade depende fortemente da habilidade do analista em identificar todas as funções desempenhadas pelos componentes e as possíveis falhas com potencial de ocorrência (RAUSAND; OIEN, 1996).

Ao longo das ultimas décadas, as estratégias de manutenção evoluíram a partir da técnica de manutenção corretiva para estratégias mais sofisticadas, como monitoramento de condições e manutenção centrada em confiabilidade (KHAN; HADDARA, 2004).

Define-se Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) como sendo um processo usado para determinar o que deve ser feito para assegurar que qualquer ativo físico continue a fazer o que seus usuários querem que ele faça no seu contexto operacional presente (MOUBRAY, 2000).

Segundo Moubray (2000), no velho paradigma da manutenção, o objetivo era otimizar a disponibilidade da planta ao mínimo custo. No novo paradigma, a manutenção afeta todos os aspectos do negócio: segurança, integridade ambiental, eficiência energética e qualidade do produto.

A ferramenta FMEA (Failure Modes and Effects Analysis – Análise dos Modos e Efeitos de Falha) é uma técnica indutiva, estruturada e lógica, para identificar e/ou antecipar as causas e efeitos de cada modo de falha de um sistema ou produto. A análise resulta em ações corretivas classificadas de acordo com sua criticidade, para compensar ou eliminar os modos de falha e seus efeitos (LAFRAIA, 2001).

Sendo assim, esse artigo tem por objetivo principal apresentar a aplicação da FMEA, a fim de revisar o plano de manutenção atual, para o aumento da confiabilidade do sistema de geração de energia de emergência de uma empresa metroviária, além disso, identificar os principais modos de falha do subsistema do gerador de energia; quais as causas desses modos de falha e quais ações devem ser tomadas para diminuir a ocorrência das falhas.

2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. HISTORIA DA MANUTENÇÃO

Segundo Kardec e Nascif (2009), nos últimos 30 anos a atividade de manutenção tem passado por mais mudanças do que qualquer outra atividade, onde essas alterações são consequências de:

- Rápido aumento do número e da diversidade dos itens físicos que tem que ser mantidos;
- Projetos mais complexos;
- Novas técnicas de manutenção;
- Importância da manutenção como função estratégica para a melhoria dos resultados do negócio e aumento da competitividade das organizações.

Essas alterações estão exigindo novas atitudes e habilidades das pessoas da manutenção, desde gerentes, passando pelos engenheiros e supervisores, até chegar aos executantes.

Conforme Siqueira (2005), a história da manutenção pode ser dividida em três gerações distintas, assim denominadas:

- Primeira Geração: Mecanização;
- Segunda Geração: Industrialização
- Terceira Geração: Automatização.

A Figura 1 ilustra a evolução temporal destas gerações, após a Segunda Guerra Mundial.

Figura 1 – Evolução da Manutenção



Fonte: Siqueira (2005)

De acordo com Trojan *et.al.* (2013), com a evolução da manutenção em gerações, também evoluíram os conceitos sobre os tipos de manutenção mais eficientes para serem aplicados no contexto da manutenção industrial. A primeira geração deu suporte para a evolução do conceito de manutenção corretiva, sendo ela: programada, não programada, curativa, paliativa ou reparo, a manutenção corretiva ainda é o “conserto após avaria” que surgiu na primeira geração. A segunda geração, por sua vez trouxe elementos conceituais para o surgimento da manutenção preventiva. A manutenção preventiva ainda baseia-se 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. Essas expectativas forçavam ao 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.

2.2. TIPOS DE MANUTENÇÃO

Manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (NBR 5462, 1994).

Conforme Kardec e Nascif (2009) os tipos de manutenção são:

- Manutenção Corretiva:
 - I. Não Planejada: Correção de falha de maneira aleatória. Caracteriza-se pela atuação da manutenção em fato já ocorrido, seja uma falha ou desempenho menor que o esperado.
 - II. Planejada: É a correção do desempenho menor que o esperado ou correção da falha por decisão gerencial. Normalmente essa decisão de baseia na modificação dos parâmetros de condição observados pela manutenção preditiva.
- Manutenção Preventiva: É a atuação planejada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.
- Manutenção Preditiva: Através de técnicas preditivas é feito o monitoramento da condição e a ação de correção, quando necessária, é realizada através de uma manutenção corretiva planejada.
- Manutenção Detectiva: É a atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.

2.3. Grupo Gerador a Diesel

Um grupo gerador de energia elétrica é um equipamento de grande porte composto por gerador, motor responsável pelo acionamento do dispositivo e tanque de combustível para alimentação do motor. Trata-se de uma máquina utilizada para suprir as necessidades energéticas de determinado local, seja como fonte principal ou complementar. A utilização do grupo gerador é indicada para ambientes que não podem ficar sem energia elétrica nem por poucos minutos, tais como hospitais, frigoríficos, laboratórios de pesquisa, e sistemas de segurança (TECNOGERA,2015).

Entre as vantagens dos equipamentos do grupo gerador de energia elétrica a diesel está o custo baixo da manutenção destes geradores em relação aos geradores a gasolina, por não ter velas ou carburador. O motor dos geradores do grupo gerador de energia elétrica a diesel também é durável e é importante considerar a manutenção preventiva para aumentar a vida útil do equipamento.

O consumo em geral de equipamentos com motor a diesel também é menor que de outros grupos geradores, todavia, o grupo gerador de energia elétrica a diesel oferece melhor eficiência no caso de uso ininterrupto do equipamento (GENERAC, 2019).

2.4. FMAE

FMEA (Faillure Mode and Effects Analysis) – Análises dos Modos de Falhas e seus Efeitos é definido como um método qualitativo de análise de confiabilidade que envolve o estudo dos modos de falhas que podem existir para cada item, e a determinação dos efeitos de cada modo de falha sobre os outros itens e sobre a função específica do conjunto (NBR 5462, 1994).

Para Kardec e Nascif (2009) a FMEA é uma abordagem que ajuda a identificar e priorizar falhas potenciais em equipamentos, sistemas ou processos. É um sistema lógico que hierarquiza as falhas potenciais e fornece as recomendações para ações preventivas. É um processo formal que utiliza especialistas dedicados a analisar as falhas e solucioná-las.

Prevenir e corrigir falhas constituem os objetivos primários da manutenção (SIQUEIRA, 2005).

Segundo a NBR 5462 (1994), falha é o término da capacidade de um item desempenhar a sua função requerida.

Já a falha funcional, é definida como a incapacidade de qualquer item em atingir o padrão de desempenho esperado. Esses padrões de desempenho devem ser estabelecidos em conjunto com a engenharia, produção e manutenção (LAFRAIA, 2001).

A aplicação do método FMEA envolve uma planilha específica que poderá haver variações, conforme a necessidade da empresa que irá aplicá-la, onde todos os equipamentos que fazem parte do sistema, seus modos de falha, suas causas e efeitos serão registrados nesta, conforme ilustrado na Tabela 1:

Tabela 1- Modelo FMEA

FMEA - ANÁLISE DE MODOS DE FALHA E EFEITOS									
SISTEMA:			PARTICIPANTES:				DATA:		
COMPONENTE/ EQUIPAMENTO	FUNÇÃO	MODO DE FALHA	EFEITO	CAUSA	CRITICIDADE	FREQUÊNCIA	DETECÇÃO	NPR	AÇÕES CORRETIVAS
CAMPO 1	CAMPO 2	CAMPO 3	CAMPO 4	CAMPO 5	CAMPO 6	CAMPO 7	CAMPO 8	CAMPO 9	CAMPO 10

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2019)

Campo 1 – Componente/Equipamento: Campo destinado a identificar o nome do componente ou equipamento que será analisado;

Campo 2 – Função: Atividade que o componente/equipamento desempenha operacionalmente no sistema;

Campo 3 – Modo de Falha: O modo de falha está associado ao evento ou fenômeno físico que provoca a transição do estado normal ao estado anormal. Os modos de falha descrevem como as falhas funcionais acontecem, ou seja, o mecanismo de falha ou que pode falhar (SIQUEIRA, 2005). Para Lafraia (2001), o modo de falha é a descrição da maneira pela qual um item falha em cumprir com a sua função.

Campo 4 – Efeito: Efeito da falha é a consequência que o modo de falha tem sobre a operação, função ou estado de um item (LAFRAIA, 2001). Segundo Siqueira (2009), é o que acontece quando o modo de falha se apresenta.

Campo 5 – Causa: É o meio pelo qual um elemento particular do projeto ou processo resulta em um modo de falha (KARDEC E NASCIF, 2009). Para Siqueira (2009), é importante distinguir modo de falha e causa da falha. O modo descreve “o que” está errado na funcionalidade do item, enquanto a causa descreve “porque” está errada a funcionalidade do item.

Campo 6 – Criticidade: Indica como a falha afeta o sistema (KARDEC E NASCIF, 2009). De acordo com Lafraia (2001), fornece elementos para a priorização das falhas.

Campo 7 – Frequência: É uma estimativa das probabilidades combinadas de ocorrência de uma causa de falha (LAFRAIA, 2001).

Campo 8 – Detecção: Indica o grau de facilidade de detecção da falha (KARDEC E NASCIF, 2009).

Campo 9 – NPR (Número de Prioridade de Risco): É o índice que da prioridade de risco a falha, sendo o resultado do produto da Frequência, Criticidade e Detecção (KARDEC E NASCIF, 2009).

Ainda conforme Kardec e Nascif (2009), para determinar os pesos das parcelas que compõe o NPR, existem algumas recomendações, normalmente baseadas em experiências de empresas, como mostra na Tabela 2:

Tabela 2 – Classificação do índice NPR

COMPONENTE DO NPR	CLASSIFICAÇÃO	PESO
FREQUÊNCIA	Improvável	1
	Muito pequena	2 a 3
	Pequena	4 a 6
	Média	7 a 8
	Alta	9 a 10
CRITICIDADE	Apenas perceptível	1
	Pouca importância	2 a 3
	Moderadamente grave	4 a 6
	Grave	7 a 8
	Extremamente grave	9 a 10
DETECÇÃO	Alta	1
	Moderada	2 a 3
	Pequena	4 a 6
	Muito pequena	7 a 8
	Improvável	9 a 10
ÍNDICE DE RISCO NPR	Baixo	1 a 50
	Médio	50 a 100
	Alto	100 a 200
	Muito Alto	200 a 1000

Fonte: Kardec e Nascif (2009).

Através do índice de risco NPR é possível criar um nível hierárquico entre as falhas, apontando qual deverá ser tratada com prioridade, além de caber um plano de ação para estabelecer contramedidas para as falhas de maior risco.

Campo 10 – Ações Corretivas: Campo destinado às ações preventivas, corretivas, preditivas ou detectivas. Estas devem ser pensadas visando reduzir a criticidade e a frequência de ocorrência da falha e aumentar a probabilidade de detecção, que conseqüentemente reduzirá o NPR.

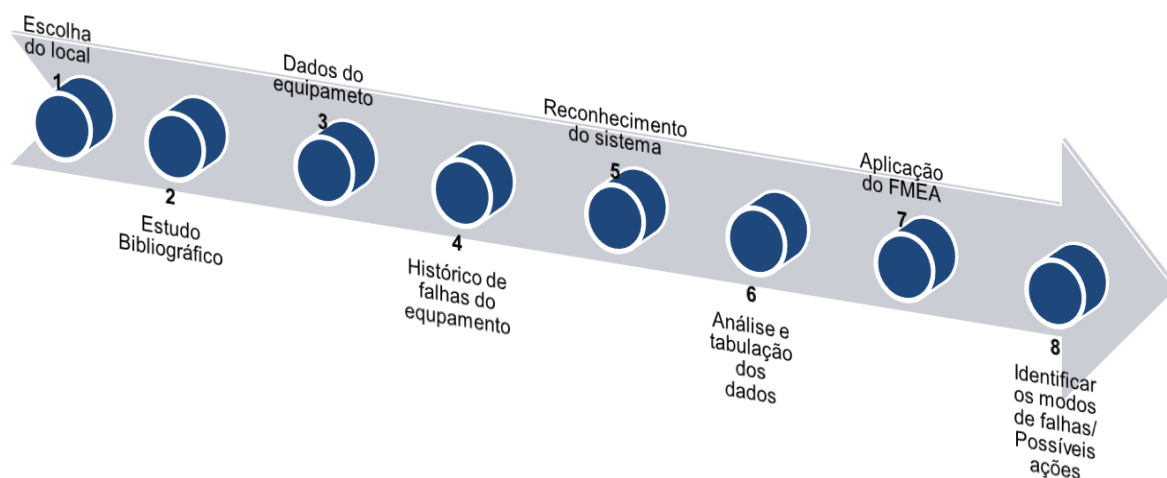
O principal foco do FMEA é localizar as falhas potenciais ao sistema e suas causas, portanto é essencial que as ações corretas sejam tomadas para evitar que essas falhas se repitam ou que estas aconteçam, evitando prejuízos e problemas futuros.

3.METODOLOGIA

O trabalho realizado consiste em aplicação do FMEA para o aumento da confiabilidade do sistema de geração de energia de emergência de uma empresa metroviária, com o objetivo de identificar os principais modos de falha do subsistema do gerador de energia; quais as causas desses modos de falha e quais ações devem ser tomadas para diminuir a ocorrência das falhas.

Para o desenvolvimento deste estudo, foram definidas as etapas conforme fluxograma 1:

Fluxograma 1 - Metodologia



Fonte: Elaborada pela autora (2019)

- 1. Escolha do local;
- 2. Estudo bibliográfico do tema em questão, através de livros, dissertações, artigos;
- 3. Levantamento de dados dos equipamentos – É uma das etapas mais importantes, visto que, todos os resultados e conclusões estão baseados nas informações adquiridas nessa fase;

- 4. Levantamento do histórico de falha dos equipamentos, entre o período de março de 2018 a março de 2019;
- 5. Reconhecimento do sistema de alimentação ininterrupta no qual os grupos de geradores a diesel fazem parte;
- 6. Análise e tabulação dos dados levantados;
- 7. Aplicação da ferramenta FMEA – Através de uma planilha elaborada, contendo todas as informações necessárias.
- 8. identificar os principais modos de falha do subsistema do gerador de energia; quais as causas desses modos de falha e quais ações devem ser tomadas para diminuir a ocorrência das falhas

4. ESTUDO DE CASO

O presente estudo foi realizado em um sistema de geração de energia de emergência, composto por Geradores a Diesel, de uma empresa metroviária, onde estes consistem em alimentar cargas pré-definidas e consideradas cargas essenciais de uma determinada estação ou terminal rodoviário, quando houver falta de energia da fonte alimentadora principal.

Em condições normais os circuitos elétricos das cargas essenciais são alimentados pela fonte principal de energia ou concessionária, através da subestação de energia. No caso de falta, o sistema de geração de emergência é acionado e alimenta as mesmas cargas através do quadro de transferência automática da subestação de energia. Durante o processo de partida do sistema de geração de emergência, as cargas essenciais são suportadas temporariamente pelas fontes de energia ininterrupta, garantido assim a continuidade do fornecimento de energia.

4.1. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O sistema de Geração de Emergência em estudo é composto atualmente por 12 (doze) Grupos Geradores a Diesel (GGD), com potências variadas, cada um localizado em diferentes estações e terminais rodoviários.

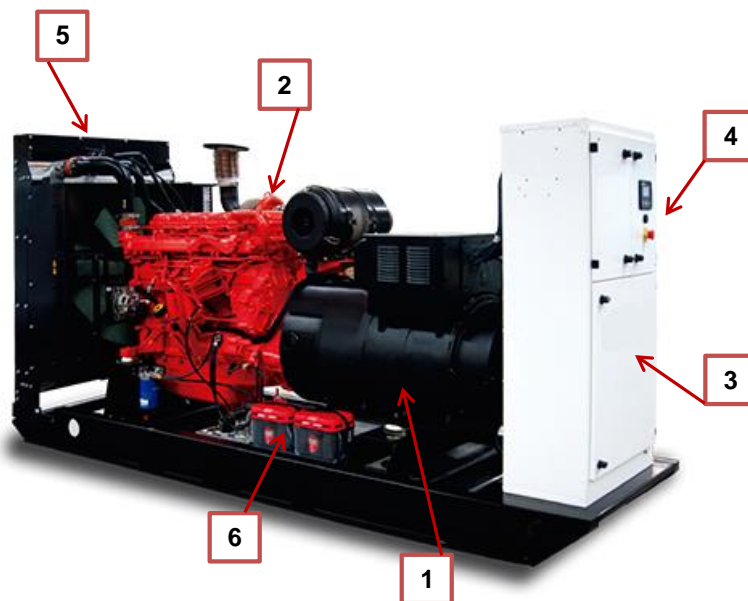
Toda a análise foi realizada em um determinado terminal rodoviário, dotado de 01 (um) Grupo Gerador Diesel de 563 kVA/380Vac, que alimenta toda a carga do

terminal, todos os dias nos horários de pico ou quando há falta de energia elétrica fornecida pela concessionária. Este gerador está ligado a um quadro de transferência automática composto por dois disjuntores termomagnéticos (REDE ALIMENTADORA/GRUPO GERADOR).

O Sistema de Geração de Emergência é composto pelos seguintes componentes, conforme mostrado na Figura 2:

- 1- Gerador;
- 2- Motor Diesel;
- 3- Disjuntor de saída e proteção;
- 4- Quadro de Controle;
- 5- Sistema de Arrefecimento;
- 6- Bateria de Partida.

Figura 2: Elementos do Grupo Gerador



Fonte: Elaborado pela Autora (2019)

4.2. DESENVOLVIMENTO DA ANÁLISE

O FMEA foi desenvolvido por uma equipe composta pela autora, um Especialista em GGD e Técnicos de Manutenção da Unidade em estudo, utilizando dados do fabricante, registros de manutenções, registros de falhas, conhecimento e experiência de cada participante em etapas distintas descritas a seguir:

- Divisão e hierarquização do Sistema de Alimentação de Emergência em subsistemas;
- Listagem dos potenciais modos de falha dos subsistemas considerados;
- Discussão das causas dos modos de falha;
- Estudo das consequências dos modos de falha;
- Análise do risco associado a cada falha;
- Recomendação de medidas que permitam mitigar o risco da falha e/ou diminuir a sua ocorrência, tendo em conta os modos de avaria mais críticos.

A Tabela 3 mostra o resumo da análise realizada, que serviu como base para conclusão e elaboração dos planos de ações:

Tabela 3: Aplicação do FMEA

COMPONENTE	FUNÇÃO	MODO DE FALHA	EFEITO	CAUSA	C	F	D	NPR
Gerador	Gerar energia	Subtensão	Não gera energia	Falha no regulador de tensão	10	2	1	20
				Queima de diodos retificadores				
Bateria de Partida	Fornecer energia para o Quadro de Controle	Subtensão/Sem tensão	Não parte o motor	Falha no carregador de baterias	10	6	5	300
				Terminais dos bornes folgados				
				Fim de vida útil				
Motor Diesel	Acionar o conjunto	Parte mas não pega	Para o Motor Diesel	Falta de combustível/ Entrada de ar	10	6	3	180
				Obstrução dos Filtros				
				Falha no sistema de injeção de combustível				
	Funciona, mas para intempestivamente	Para o Motor Diesel	Obstrução dos Filtros de combustível	10	7	3	210	
			Obstrução dos Filtros de Ar					
			Alta temperatura do líquido arrefecedor					
Baixa pressão de óleo								
Baixo nível do líquido arrefecedor								
Combustível contaminado								
Disjuntor	Proteger o sistema	Não fecha	Não fornece energia	Falha no mecanismo de acionamento	10	2	5	100
				Falha no módulo de controle				
Quadro de Comando	Controlar GGD		Não controla o sistema	Seletora manual	10	2	2	40
				Falta tensão de alimentação				
Sistema Arrefecedor	Arrefecer o Motor Diesel	Aquecimento excessivo	Para o Motor Diesel	Colmeia obstruída	10	2	2	40
				Vazamentos				

Fonte: Elaborada pela autora (2019)

5.DISSCUSSÕES E RESULTADOS

A partir da análise dos modos e efeitos de falha (FMEA), foi possível revisar o plano de manutenção atual, onde foram listadas ações recomendadas para minimizar os riscos dos componentes mais críticos, trabalhando cada índice individualmente, aumentando assim como proposto à confiabilidade do Sistema de Geração de Energia de Emergência.

Bateria de Partida

1. Verificou-se que as baterias de partida do motor são do tipo que não requerem manutenção e a detecção de falha neste modelo é moderada. Recomenda-se substituir preventivamente as baterias de partida dentro do prazo de vida útil estipulado pelo fabricante. A substituição evitará que a substituição só ocorra após a falha (Diminuição do índice de frequência);
2. Monitorar sistematicamente o processo de recarga das baterias registrando níveis de tensão / corrente de carga e flutuação (Aumento do índice de detecção);
3. Instalar um banco de baterias de back-up para suprir eventuais falhas em uma das baterias de partida.

Motor Diesel

1. Instalar filtro de combustível em paralelo com o filtro existente na linha de alimentação principal do motor. A redundância evitaria a parada prolongada dos motores no caso de obstrução precoce em um dos filtros. (Redução do índice de criticidade).
2. Monitorar sistematicamente a pressão diferencial da linha de alimentação de combustível do motor. Os registros indicariam a tendência da obstrução permitindo que a substituição seja feita preventivamente, reduzindo assim o número de ocorrências deste tipo de falha. (Aumento do índice de detecção).
3. Instalar filtros separadores e unidade de dialise de combustível para tratamento do combustível armazenado no tanque principal. O combustível tratado evitaria as ocorrências de falhas relacionadas a obstrução e danos ao sistema de injeção dos motores; (Redução do índice de frequência).

Sistema

1. Melhorar a coleta e o registro de dados para otimização dos indicadores;
2. Intensificar as rotinas de manutenção preventiva, realizando inspeções visuais diárias para coleta de dados e detecção de eventuais falhas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se que a análise FMEA não considera avarias simultâneas de componentes, apenas os modos de avaria individuais de cada elemento. Por isso, verificou-se que alguns dos componentes considerados críticos nesta análise não são tão críticos para o sistema como seria esperado, visto existirem componentes em redundância ou falhas que dependem de outros eventos.

Embora a realização deste trabalho tenha sido feita unicamente de forma qualitativa e com base no conhecimento do funcionamento do sistema, por não estar disponível o histórico de avarias de alguns dos seus componentes, julga-se que, mesmo assim, se obtiveram resultados satisfatórios.

Detectados os elementos mais críticos do sistema e com base no conhecimento que foi adquirido ao longo da elaboração deste trabalho, foi proposto um conjunto de ações de redução do risco para melhoria do plano de manutenção atual, considerado adequado, tendo em vista as características do Sistema de Geração de Energia de Emergência.

Espera-se que a implementação no plano de manutenção de algumas destas ações, promova a diminuição das ocorrências de alguns dos modos de falha considerados mais críticos, melhorando assim o desempenho e a disponibilidade do sistema.

Lisane Marta Ferreira de Oliveira

Sérgio Oliveira Pitombo

ABSTRACT

This article presents an application of the FMEA tool (Failure Modes and Effects Analysis) emergency power generation system, being the Groups of Diesel Generators' object of study in a way to identify its main modes of failure, their respective causes and what actions should be taken to reduce the occurrence of these failures, so that the system becomes more secure and remains capable of performing its function in the time interval determined. The methodology employed consisted of a preliminary visit to obtain data and documents for analysis, field, occurrences of system failure, in addition to consulting and applying techniques and concepts of maintenance management and reliability. As a result of the applied tool, it was possible to propose a set of measures in order to reduce failure rates and increase, in addition to reliability, system availability.

Keywords: FMEA. Reliability. Maintenanceability. Availability. Operational safety.

7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.
- EPOSITO, E. EVANGELISTA, P., LAURO V., & RAFFA, M. **Virtual enterprise in sme networks**. *Piccola Empresa/ Small Business*, 2013.
- GENERAC. **Grupo gerador de energia elétrica a diesel**. São Paulo. Disponível em: <<https://www.generacbrasil.com.br/grupo-gerador-energia-eletrica-diesel>> Acessado em 14 de julho 2019.
- KARDEC, A., NASCIF, J. **Manutenção Função Estratégica**. Qualitymark 4 Ed. Rio de Janeiro. 2009.
- KHAN, F. I., HADDARA, M.R. **Risk- Based Maintenance of ethylene oxyde production facilities**. *Journal of hazardous materials*, V.108, P. 147-159, 2004.
- LAFRAIA, J.R. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. 2001.
- MOUBRAY, John., **Manutenção Centrada em Confiabilidade**. Aladon Ltd. Leicestershire. 2000.
- RAUSAND, M.; OIEN, K. **The basic concepts of failure analysis. Reliability Engineering and System Safety**. Barking, 1996.
- SIQUEIRA, Iony Patriota de., **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação**, Qualitymark Ed. Rio de Janeiro. 2005.
- TECNOGERA. **Você sabe o que são geradores?** São Paulo: 2015. Disponível em: <<https://www.tecnogera.com.br/blog/voce-sabe-o-que-sao-geradores>>. Acessado em 14 de julho de 2019.
- TROJAN, F., MARÇAL, R.F.M., BARAN, L.R. **Classificação dos tipos de manutenção pelo método de análise multicritério ELECTRE TRI**. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2013.