

CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE EM UM GRUPO GERADOR MOVIDO A DIESEL

CON-2016-0569

Itallo Francisco Belo da Silva, itallofbs@hotmail.com¹
Keyll Carlos Ribeiro Martins, kmartins@ifma.edu.br¹
Evandro Martins Araujo Filho, evandro2.0@hotmail.com²
Kaio Lourenço Teixeira Barbosa, kaiobrbs@gmail.com¹
Lorenni Evren Matias da Silva, lorennievren@yahoo.com.br¹
Gleydson Hiago Sousa Oliveira, gleydson_sousa2@hotmail.com¹
Mauro Araujo Medeiros, mauro@ifma.edu.br¹
Carlos Vital Pinto Costa Junior, vital-j@hotmail.com¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Laboratório de Mecânica Automotiva e Biomecânica, Departamento de Mecânica e Materiais, Av. Getúlio Vargas, 4 – Monte Castelo, 65030-005, São Luís, Maranhão, Brasil

² Universidade Federal do Maranhão, Campus Bacanga, Av. dos Portugueses, 1966 – Bacanga, 65080-805, São Luís, Maranhão, Brasil.

RESUMO: A técnica de manutenção centrada em confiabilidade (MCC) possui um enfoque sistemático para o planejamento da manutenção, considerando aspectos da confiabilidade. Dentre alguns dos benefícios proporcionados por este processo de gestão, tem-se: a redução dos custos dos programas de manutenção, aumento da disponibilidade dos sistemas, aumento da vida útil dos equipamentos, redução do número de itens sobressalentes e a especialização das pessoas. O presente trabalho visa reativar um grupo gerador a diesel da marca YANMAR de 15kVA de potência elétrica pertencente ao Laboratório de Mecânica Automotiva e Biomecânica do Campus São Luís - Monte Castelo/IFMA, para fins de reparo do mesmo, o qual foi danificado após a realização de testes com misturas de combustíveis, tais como etanol, diesel puro biodiesel e óleos vegetais para analisar o comportamento dinâmico do motor diesel relacionado às variações de geração de energia elétrica pelo alternador, que em razão de procedimentos inadequados de limpeza após a realização dos ensaios sofreu avarias, ficando o mesmo inoperante desde o ano de 2012. Desta forma, foi proposta uma abordagem prática de revitalização do grupo gerador, iniciando-se com a inspeção visual e manutenção corretiva pela troca de componentes defeituosos até ingressar na manutenção centrada em confiabilidade, que permitirá a análise do modo de falha dos sistemas de operação do grupo gerador, enfatizando os conceitos de engenharia de manutenção, com as especificações técnicas do equipamento, resultando no desenvolvimento do plano de manutenção e rotina de uso diário do grupo gerador.

Palavras-chave: Grupo gerador, Manutenção, Confiabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica trouxe consigo um maior nível de complexidade nas máquinas, ocasionando uma manutenção mais eficiente com um trabalho de confiabilidade mais aprimorado, que resulta na diminuição dos custos e consequentemente aumento na produção. Segundo Sellitto (2005) a função manutenção industrial tem incorporado às suas estratégias usuais de gerenciamento alguns conceitos originados na confiabilidade. A manutenção tem procurado novos modos de pensar, técnicos e administrativos, já que as exigências vigentes de mercado tornaram visíveis as limitações dos atuais sistemas de gestão. Uma das modificações é a incorporação de elementos da confiabilidade encontrados nas empresas de fabricação e de serviços tecnológicos.

Segundo Mobley (2008), por existir tantos equívocos sobre a definição de manutenção, uma parte dela deve ser apresentada em termos negativos. De fato, muitos desses equívocos são enraizados nas mentes da gestão e, mais ainda,

em muitos profissionais da área que preferem considerar as definições negativas em primeiro lugar. Manutenção não é meramente preventiva, embora este aspecto seja um ingrediente importante e não é também somente lubrificação, embora esta seja uma das suas principais funções.

A manutenção não se trata simplesmente de uma corrida frenética para reparar uma peça da máquina avariada ou um segmento de construção, embora sejam estas as razões mais frequentes para a sua realização.

Segundo Mobley (2008) existe uma vertente mais positiva, na qual a manutenção é uma ciência que, desde a sua execução, depende de mais ou de todas as ciências. É uma arte, visto que problemas aparentemente idênticos exigem habitualmente diversas abordagens e ações variadas, considerando que alguns gerentes, supervisores e técnicos de manutenção demonstram maior aptidão que outros.

A globalização tem uma série de exigências, tais como: defeito zero das máquinas, produção em dia, sem atrasos nem interrupções, custos mínimos e também clientes satisfeitos, almejando a conquista de novos mercados e sem um bom planejamento da manutenção nenhuma dessas metas podem ser alcançadas.

O presente trabalho apresenta o processo de revitalização por meio da técnica de manutenção centrada em confiabilidade aplicada a um grupo gerador movido a óleo diesel que esteve fora de funcionamento por cerca de 4 anos, devido à má operação de manutenção aplicada durante testes com adição de misturas de biocombustíveis, óleo diesel puro e óleos vegetais in natura no sistema de alimentação do motor diesel para análise de emissões poluentes e de seu comportamento dinâmico, o que acarretou após a deterioração do sistema de alimentação do motor diesel, em consequência de procedimentos incorretos de limpeza e conservação do motor.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFIA

A manutenção pode ser considerada como uma combinação de ações conduzidas para substituir, reparar, revisar ou modificar componentes ou grupos identificáveis de componentes de uma indústria para que a mesma opere dentro de uma disponibilidade especificada, em um intervalo de tempo especificado, de acordo com Keyll *et.al* (1980). Segundo Siqueira (2005), descrito na Figura 1, do ponto de vista evolutivo a manutenção pode ser dividida a partir da década de 30, em três gerações: **Primeira Geração (até 1950) → Mecanização; Segunda Geração (1950 – 1975) → Industrialização; Terceira Geração (a partir de 1975) → Automatização.**

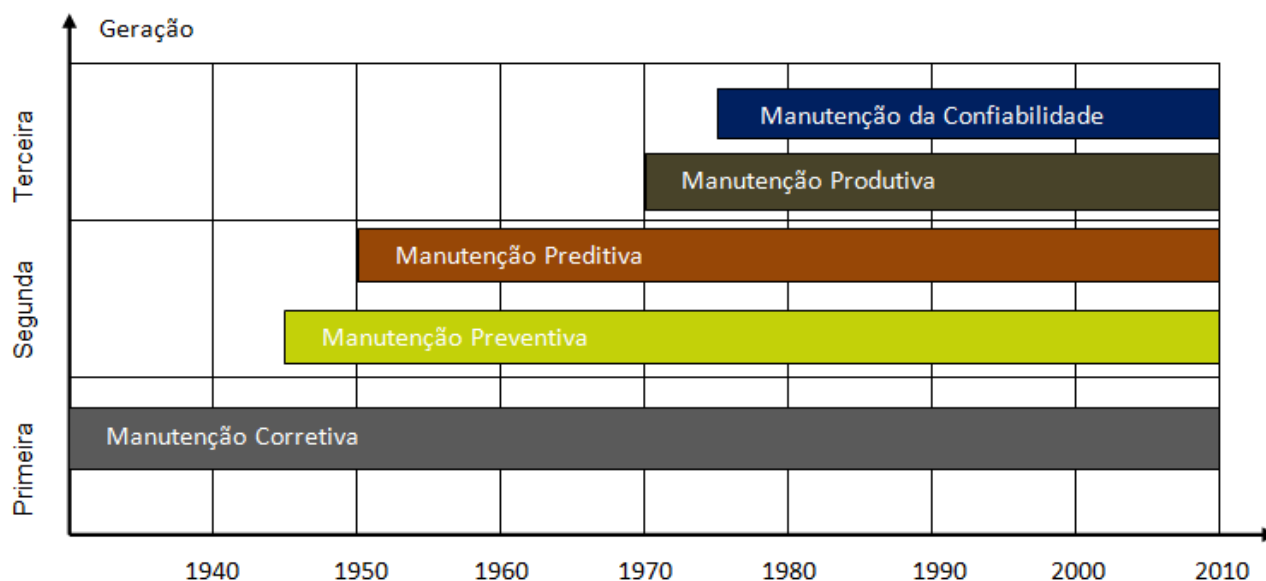


Figura 1. Evolução da manutenção, adaptado pelo autor de Siqueira (2005).

Devido a vida útil de máquinas e equipamentos existe a exigência da realização de manutenção periódica. Correias necessitam de ajuste, o alinhamento deve ser mantido, para equipamentos rotativos é necessária a lubrificação, entre outras ações. Em alguns casos, certos componentes precisam de substituição, por exemplo, a troca do óleo de lubrificação de motores a combustão interna (MCI), para assegurar que todo o conjunto funcione corretamente e aumentar a sua vida útil. Mesmo realizando atividades de manutenção destinadas pelo fabricante, ainda há chances do equipamento vir a falhar. Ao longo dos últimos 60 anos, desde o período entre guerras, diferentes abordagens de como a manutenção pode ser realizada para garantir que equipamentos atinjam ou excedam o seu projeto de vida foram desenvolvidos nos Estados Unidos da América. Além de planejar a próxima manutenção (preventiva) do equipamento antes do surgimento de falhas, deve-se considerar que a confiabilidade do equipamento deve ser mantida, pois operar durante períodos específicos constitui-se o motivo de ter sido projetado, analisar o modo de falha será o foco a seguir.

2.1. Grupo motor gerador

De acordo com Galdino (2011) o ativo que possui um motor (seja o sistema propulsor a Diesel, Gasolina ou Gás Natural) de reconhecida performance, acoplado a um gerador, também conhecido por alternador, de moderna tecnologia e montado sobre base metálica, com acionamento manual ou automático é denominado Grupo Motor Gerador (GMG). E são equipamentos projetados para transformar energia mecânica em energia elétrica e podem ser utilizados para diferentes fins, a depender da necessidade de cada um. Podem ser classificados segundo à sua aplicação:

- **Emergência:** programados para suprir a falha da rede elétrica local;
- **Economia:** substituir a rede elétrica local em horários sazonais, entre 17h e 22h;
- **Operações contínuas:** programados para acionamento de cargas constantes por tempo ilimitado, especialmente indicados para aplicação em regiões isoladas da rede elétrica.

Tendo como razões e lugar para o uso de um grupo motor gerador, como por exemplo: para suprir energia elétrica em caso de falha no fornecimento da concessionária, utilização em teatros, hospitais, shoppings, refinarias, sistemas de telecomunicações.

Ainda para, Galdino (2011) a comodidade, a segurança e a confiabilidade são algumas das garantias que um GMG pode oferecer quando uma empresa precisa de mais energia. Essa necessidade pode durar horas, dias ou mesmo semanas, até o fornecimento de eletricidade seja estabilizado. Imagine o prejuízo que a falta de energia elétrica em situações como: um paciente sendo operado, o sistema de segurança de uma empresa, ou um telejornal em rede nacional.

3. MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE

Segundo Alkaim (2003) o objetivo da maioria das práticas de manutenções preventivas existentes é preservar a condição do equipamento. Até recentemente, isto era feito sem qualquer questionamento do porquê de certas ações e qual a sua prioridade para utilização dos recursos expedidos para a manutenção preventiva.

Conhecida em inglês por *Reliability Centered Maintenance* (sigla RCM), e sua sigla em português MCC, não é outra proposta para realização de um processo repetitivo. Seu conceito básico é meramente simples, podendo ser caracterizado como uma engenharia de senso comum. Existem quatro atributos que define e caracterizam colocando-a distinta de qualquer processo de planejamento de manutenção utilizada atualmente, ainda segundo Alkaim (2003):

1º Atributo: Preserva a função do sistema

O foco “não é mais o equipamento e sim a função do sistema”. Entende-se função como: “finalidade para a qual um sistema foi desenhado ou projetado ou montado” (Filho, 2000, p.62) ou “função consiste de um verbo, um objetivo e um padrão desejável de desempenho” (Moubray, 1997, p.22).

2º Atributo: Identificar os modos de falha que podem provocar a perda das funções

“Modos de falha é a maneira pela qual a falha é observada”. (MIL-STD-1629 A, 2002, p.12). “Modos de falha é qualquer evento que causa uma falha funcional” (Moubray, 1997, p.53).

3º Atributo: Priorizar as funções necessárias (via modo de falhas)

Na prescrição da função do sistema, a MCC fornece uma proposta sistemática para decidir que prioridade deve ser adotada com os recursos alocados.

4º Atributo: Selecionar somente tarefas de Manutenção Preventiva (MP) aplicáveis e efetivas.

Os atributos anteriores ajudam no desenvolvimento de um roteiro específico para responder o “onde” e o “porquê” das tarefas de manutenção e suas respectivas prioridades. Cada tarefa potencial deve ser então avaliada com relação à aplicabilidade (prevenir ou mitigar uma falha, detectar o começo de uma falha ou descobrir uma falha oculta) e efetividade (justificar o gasto de recursos para fazê-la). Segundo Alkaim (2003) se por acaso a tarefa não consegue atender aos testes de aplicabilidade e efetividade então a decisão de operar até falhar deve ser tomada.

Em suma, a manutenção centrada em confiabilidade é uma proposta lógica para manutenção preventiva que não é baseada em qualquer processo heurístico.

3.1. Critérios de um processo de MCC

Dessa forma, Seixas (2008) define o escopo da MCC, que deverá responder a 7 (sete) questões básicas:

- a) Quais as funções do sistema e os padrões de desempenho associados?
- b) Como o sistema pode falhar ao realizar essas funções?
- c) O que pode causar a falha funcional?
- d) O que acontece quando uma falha ocorre?
- e) Quais podem ser as consequências quando da ocorrência da falha?
- f) O que pode ser feito para detectar e prevenir a ocorrência da falha?
- g) O que deverá ser feito se uma tarefa de manutenção não pode ser identificada?

3.2. Falhas

A falha caracteriza-se como a cessação de funções ou bom desempenho de um componente, máquina ou equipamento. A MCC analisa a falha em vários níveis: nível do sistema, nível do subsistema, nível do componente e, às vezes, até mesmo ao nível de peças. O objetivo de uma organização de manutenção eficaz é promover um sistema de desempenho a baixo custo. Isto significa que a manutenção adequada deve basear-se numa clara compreensão das

falhas em cada um dos níveis do sistema. O sistema de componentes podem ser degradados ou até mesmo apresentar falha, e mesmo assim não causar um sistema de falha. Um exemplo simples é a falha em um farol de automóvel; este componente tem pouco efeito sobre o desempenho global do sistema. Inversamente, a degradação de vários componentes pode causar um sistema de falha, embora não exista falha de algum do componente, segundo NASA (2000).

Siqueira (2005) afirma de maneira geral que uma falha consiste na interrupção ou alteração da capacidade de um item desempenhar uma função requerida ou esperada. Completando esta definição, as falhas podem ser classificações sob vários aspectos, tais como origem, extensão, velocidade, manifestação, criticidade ou idade. A Fig. 2 relaciona estes aspectos, em acréscimo à classificação adotada pela MCC.

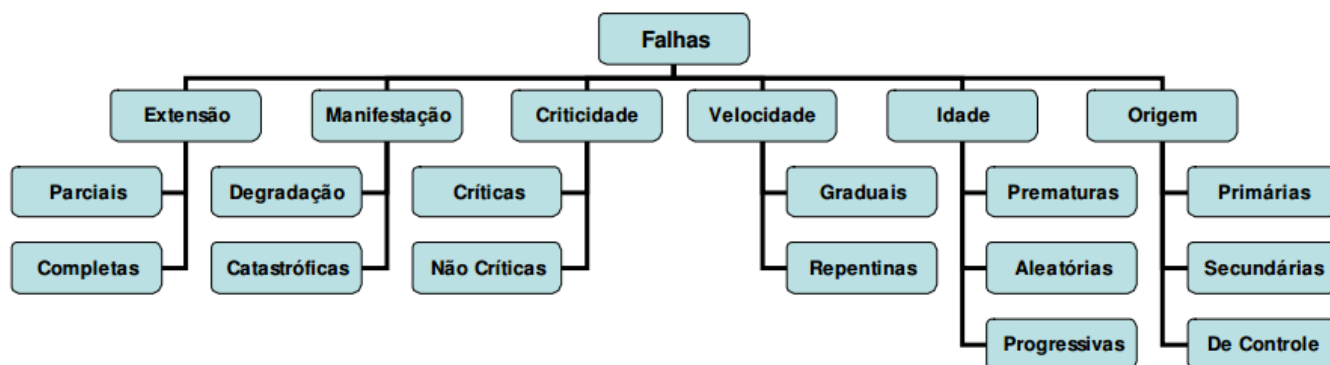


Figura 2. Estrutura de classificação de falhas adaptado de Siqueira (2005).

Segundo Siqueira (2005) prevenir e corrigir falhas constituem os objetivos primários da manutenção. Para isto, é necessário conhecer as formas como os sistemas falham. O estudo de falhas constitui parte essencial da manutenção centrada na confiabilidade, seguindo-se à identificação e documentação das funções.

Entre os objetivos da Manutenção Centrada em Confiabilidade, observamos as falhas de acordo com o efeito que provocam sobre uma função do sistema que pertencem, em duas categorias básicas:

- **Falha funcional:** definida pela incapacidade de um item de desempenhar uma função específica dentro de limites desejados de performance;
- **Falha potencial:** definida como uma condição identificável e mensurável que indica uma falha funcional pendente ou em processo de ocorrência.

Segundo Siqueira (2005) as falhas funcionais, por sua vez, são classificadas pela MCC em três categorias, de acordo com a visibilidade:

- **Falha evidente:** a qual, por si só, é detectada pela equipe de operação durante trabalho normal;
- **Falha oculta:** uma falha que não é detectada pela equipe de operação durante o trabalho normal;
- **Falha múltipla:** uma combinação de uma falha oculta mais uma segunda falha, ou evento que a torne evidente.

Para Seixas (2008) a combinação de uma ou mais falhas de um equipamento e/ou erros humanos causam a perda da função do sistema. Os seguintes fatores geralmente influenciam a falha dos equipamentos: erro do projeto, falha de material, fabricação ou construção inadequada, operação inadequada, manutenção inadequada e erros de manutenção (erros humanos).

É importante notar que a manutenção não influencia muito esses fatores. Portanto, a manutenção é meramente uma das muitas abordagens para melhorar a confiabilidade do equipamento e, por conseguinte, a confiabilidade do sistema. A MCC foca a análise na redução de falhas resultantes de manutenção inadequada, como também auxilia na identificação de falhas prematuras dos equipamentos introduzidas pelos erros de manutenção. A análise da MCC pode recomendar mudanças ou modificações de projeto e melhorias operacionais quando a confiabilidade do equipamento não pode ser assegurada através da manutenção. Para desenvolver um gerenciamento efetivo das falhas, a estratégia deve estar baseada no entendimento dos mecanismos de falha, conforme Seixas (2008).

3.3. FMEA

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na norma NBR 5462 (1994), adota a sigla originária do inglês FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) e a traduz como sendo Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos. Segundo a norma, o FMEA é um método qualitativo de análise de confiabilidade que envolve o estudo dos modos de falha 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.

Siqueira (2005) afirma que, na manutenção, a MCC utiliza o FMEA com o propósito de avaliar, documentar, e priorizar o impacto potencial de cada falha funcional, visando definir formas de prevenção ou correção. Um estudo de FMEA envolve a identificação sistemática dos seguintes aspectos, para cada função de uma instalação: (1) função – objetivo com o nível desejado de performance; (2) falha funcional – perda da função ou desvio funcional; (3) modo de

falha – o que pode falhar; (4) causa da falha – porque ocorre a falha; (5) efeito da falha – impacto resultante na função principal; (6) criticidade – severidade do efeito.

Além disso, Siqueira (2005) diz que é comum incluir no estudo os sintomas das falhas, o roteiro de localização, o mecanismo de falha, as taxas de falha e as recomendações.

Segundo Hawkins e Woollons (1998) uma das críticas a respeito do uso do FMEA é o tempo consumido.

4. METODOLOGIA

4.1. Etapas práticas

O objetivo do estudo constitui-se em aplicar os princípios de manutenção no grupo gerador. Para tanto foi realizada uma inspeção visual, pesquisa de projetos e entrevistas com os pesquisadores que realizaram trabalhos com o grupo gerador nos últimos quatro anos, questões foram levantadas para descobrir os motivos do conjunto estar inoperante após apresentar falhas no funcionamento. Seguindo essa estrutura:

- **Inspeção visual:** A inspeção visual depende do poder de observação do indivíduo e da capacidade técnica do mesmo em compreender o significado da falha ou evento. Por sua simplicidade, não há nenhum processo industrial em que ela não esteja presente, sendo utilizada normalmente na verificação de alterações dimensionais, desgastes, corrosão, deformação, trincas e outros;

- **Visita técnica:** A visita técnica acontece após a confirmação de parceria entre empresa do setor privado (apoio técnico) e instituição de ensino (cliente), e acontece com a finalidade de orientar os pesquisadores a respeito da necessidade de comprar os componentes que serão utilizados no processo, servindo de complemento a etapa anterior;

- **Listar materiais de compra:** Com a definição dos materiais necessários, foi definida a melhor estratégia para aquisição dos componentes, ficando divididos os custos entre pesquisador, cliente e fornecedor, a partir de suas capacidades econômicas;

- **Etapas de logística:** Definido que o grupo gerador seria levado para o galpão de manutenção da empresa, devido a sua infraestrutura capaz de armazenar e realizar a manutenção de vários grupos geradores ao mesmo tempo e know-how (conhecimentos práticos) dos funcionários;

- **Processo de manutenção** Etapa em que foi realizada todas as intervenções necessárias para a correção das falhas e trocas de componentes que compreendem qualquer processo de manutenção industrial, será descrita com mais detalhes a frente.

- **Melhorias:** Realizar a pintura do grupo gerador foi escolhida como uma alternativa de verificar a mudança do estado de conservação, do grupo gerador utilizado no trabalho proposto, pois proporcionará uma melhor identificação de defeitos ou falhas. Além disso, foi construído um plano de manutenção, este será utilizado por uma equipe de alunos dos cursos de graduação em engenharia mecânica e engenharia elétrica, que tiveram quatro horas de treinamento operacional do conjunto.

4.2. Hierarquização do sistema

Um ponto básico para a análise da MCC é a hierarquização do sistema a ser analisado na Fig. 3, ou seja, a identificação do sistema, subsistema, item, componente e peça. E ao longo do tempo de operação do grupo motor gerador, com a documentação que é fundamental para a metodologia de MCC presentes dentro de um formulário de FMEA, podem ser preenchidos os critérios de gravidade, probabilidade de ocorrência, probabilidade de detecção e risco, mas não contemplam este trabalho.

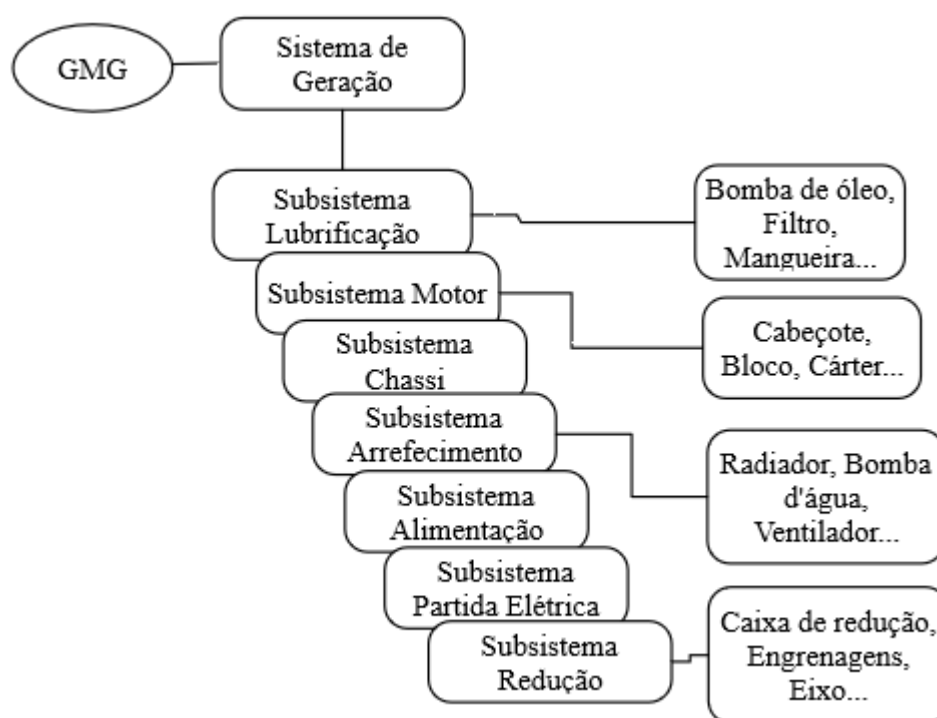


Figura 3. Fluxo simplificado da hierarquização para o sistema do grupo motor gerador, com a divisão entre sistema principal, subsistemas e componentes básicos. Autor

4.3. Custos envolvidos

Para entender os custos da realização desse projeto foi organizado seus valores estimados com base do mercado e das compras dos materiais utilizados no projeto, descritos abaixo:

Tabela 1. Custos estimados envolvidos na realização da aplicação da técnica de manutenção centrada em confiabilidade no grupo gerador em estudo. Autor

Aquisição de materiais para manutenção corretiva	R\$ 460,00
Custos diretos (mão-de-obra, instalações, água, serviços)	R\$ 400,00
Recursos próprios (gastos com transporte, alimentação)	R\$ 390,00
Recursos do Laboratório de Mecânica Automotiva e Biomecânica	R\$ 300,00
Melhorias (pintura)	R\$ 190,00
Logística (frete)	R\$ 100,00
Total	R\$ 1840,00

5. Resultados e Discussão

De acordo com a progressão de todas as etapas ocorridas no grupo motor gerador, foi possível realizar uma boa compreensão dos principais modos de falha de acordo com cada sistema afetado, levando em consideração desde as manutenções corretivas executadas, ao planejamento das atividades e correção dos danos existentes.

A manutenção corretiva realizada no grupo motor gerador mostrou-se eficaz, mas há necessidade de mais inspeções detalhadas no interior do motor de ciclo Diesel e no interior do alternador, para realizar limpezas, substituições nos elementos rolantes e demais componentes, para um melhor desenvolvimento dos conhecimentos práticos. Foram realizados testes de geração elétrica para comprovar que o conjunto do grupo gerador era capaz de cumprir com o fornecimento energético, cada teste seguindo padrões de segurança e de proteção do sistema simulando um painel elétrico, ou seja, um teste de carga, mas ainda é necessário o desenvolvimento de um modelo mais confiável e que apresente um estudo semelhante de confiabilidade para validação dos seus resultados.

Os custos de cada etapa e decisões estratégicas foram realizados de maneira compartilhada e colaborativa entre os envolvidos no projeto: aluno pesquisador, professor orientador, de mesmo modo, a administração e corpo técnico das empresas parceiras, que resultando em transformações no modo de execução de pesquisas, não se atendo apenas dentro da instituição de ensino.

A Figura 4 pode ser descrita pelo conjunto do grupo gerador, quando este estava desativado, com o chassi comprometido pelo processo de corrosão, sem a bomba injetora pois essa apresentava falhas funcionais, sem o tanque de combustível também devido a corrosão, com o elemento de filtro de combustível comprometido por causa da formação de uma camada de verniz resultado do uso desses tipos de combustíveis realizados nos testes sem que os mesmos fossem retirados corretamente, com vazamento no radiador, entre outros problemas que inviabilizaram o seu uso. Em comparação ao da fig. 5 que foi retirada após o desenvolvimento das etapas práticas descritas nesse projeto.

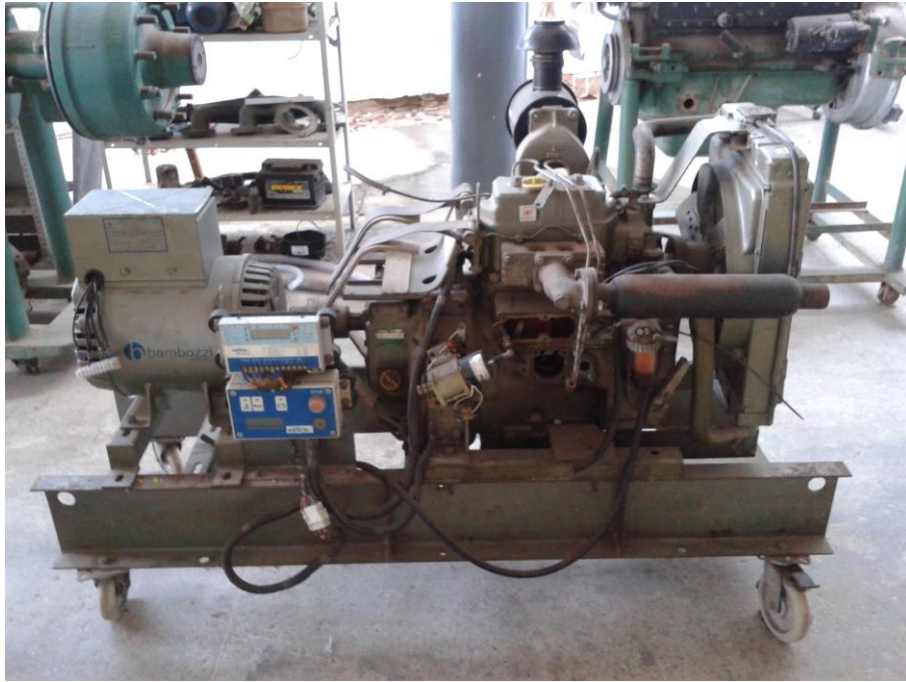


Figura 4. Grupo gerador sem processo de manutenção, desativado. Autor



Figura 5. Grupo gerador após a realização do processo de manutenção. Autor

A medição do consumo de combustível é fundamental no cálculo de eficiência do motor na transformação de energia química em trabalho útil. Para isso é preciso conhecer os valores de massa específica de combustível consumido, potência do motor e tempo. Devido a necessidade de realização de mais testes e aquisição de equipamentos necessários (como por exemplo dinamômetro de bancada) para convalidar os valores reais da potência do motor, assim, não foi possível concluir qual é o seu custo exato por hora de trabalho em relação a geração de energia elétrica (simbolicamente representada por R\$/kWh, que representa quanto é investido em relação ao que é consumido por um aparelho durante um determinado período de funcionamento). Mas para esse estudo de avaliar o custo de geração

elétrica foi sugerido para a realização de trabalhos futuros avaliar as vantagens econômicas de se utilizar esse grupo gerador para suprir a demanda dos equipamentos do Laboratório de Mecânica Automotiva e Biomecânica.

5.1. Análise da FMEA

A Tabela 2 foi construída a partir da bibliografia estudada para a elaboração deste trabalho, nela pode-se encontrar alguns exemplos que relacionam os modos de falhas, causa de falha e seus efeitos de 4 (quatro) componentes encontrados no motor diesel.

Tabela 2. Exemplo simplificado de estrutura utilizada para realizar a Análise de Modo de Falha e seus Efeitos (FMEA). Autor

Componente	Modo de falha	Causa da falha	Efeito
Bicos injetores	Depósitos sólidos (entupimento).	Uso de mistura de combustíveis.	Obstrução dos orifícios para a pulverização do combustível; má injeção por compressão; perda de desempenho do motor.
Bomba de óleo	Obstrução; vazamento.	Contaminação do óleo; desgaste do motor.	Perda de lubrificação; baixa pressão; consumo excessivo do lubrificante; aumento da temperatura do motor.
Filtro de óleo combustível	Obstrução; vazamento.	Uso de Diesel de má qualidade; Instalação incorreta do filtro.	O motor não funciona devido à falta de combustível.
Pistão	Rompimento da canaleta da argola de retenção do pino.	Bielas empenadas; cilindros desalinhados em relação ao virabrequim; erro de montagem.	O motor funciona desbalanceado, não recomendado, ou o motor não funciona.

6. Conclusão

Os valores para reparação de ativos antigos ou danificados aumentam ao longo do tempo e disponibilidade no mercado, podendo inviabilizar a execução de projetos como este, mas a associação de uma boa gestão de empreendimentos com uma equipe técnica especializada evita a ocorrência de desvios.

Quanto a participação e envolvimento dos alunos de graduação em Engenharia Mecânica Industrial na execução deste projeto, nota-se que todos tiveram um bom aproveitamento das atividades práticas realizadas na empresa de apoio técnico, promovendo esta aproximação entre escola e empresa.

7. AGRADECIMENTOS

Ao IFMA e as empresas Energia Locação e MW Tecnologia pelo apoio financeiro necessário para realização deste trabalho.

8. REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- Alkaim, J. L. Metodologia para incorporar conhecimento intensivo às tarefas de manutenção centrada na confiabilidade aplicada em ativos de sistemas elétricos. 2003. 239 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2003.
- Filho, G. B. Dicionário de Termos de Manutenção e Confiabilidade. 2 ed., Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2000.
- Galdino, J. C. S. Apostila do curso Manutenção de Ferrovia, Disciplina Grupo Motor Gerador, Eletrotécnica II, Instituto Federal do Rio Grande do Norte e Vale S.A., 2011.
- Hawkin, P. G., Woollons, D. J. Failure modes and effects analysis of complex engineering systems using functional models. Artificial Intelligence in Engineering, v. 12, p. 375-397, 1998.
- Kelly, A., Harris, M. J. Administração da Manutenção Industrial. Tradução de Mario Amora Ramos, Instituto Brasileiro de Petróleo. Rio de Janeiro, 1980. Título original: Management of Industrial Maintenance.

- MIL-STD-1629 A – “Military Standard Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis” - (Department of Defense). Disponível na Internet <<https://src.alionscience.com/pdf/MIL-STD-1629RevA.pdf>>. Acesso em 20/03/2002.
- Mobley, R. K.; Higgins, L. R., Maintenance Engineering Handbook 7ª ed. New York: McGraw-Hill, 2008.
- Moubray, J., RCM II - Reliability centered Maintenance, 2nd ed., Nova York: Industrial Press Inc., 1997.
- National Aeronautics and Space Administration. Reliability Centered Maintenance Guide for Facilities and Collateral Equipment. Washington, p. 356, 2000.
- Seixas, E. S. Manutenção Centrada em Confiabilidade – Estabelecendo a Política de Manutenção com Base nos Mecanismos de Falhas dos Equipamentos. Reliasoft Brasil, 2008.
- Sellitto, M. A. Formulação estratégica da manutenção industrial com base na confiabilidade dos equipamentos, publicado na Revista Produção, v. 15, n. 1, p. 044-059, jan. /abr. 2005.
- Siqueira, I. P. Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação. 1 ed., p. 408. Rio de Janeiro. Qualitymark, 2005.

9. RESPONSABILIDADE AUTURAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

APPLICATION MAINTENANCE TECHNIQUE CENTERED ON RELIABILITY IN A GENERATOR POWERED BY DIESEL

CON-2016-0569

Itallo Francisco Belo da Silva, itallofbs@hotmail.com¹
Keyll Carlos Ribeiro Martins, kmartins@ifma.edu.br¹
Evandro Martins Araujo Filho, evandro2.0@hotmail.com²
Kaio Lourenço Teixeira Barbosa, kaiobrbs@gmail.com¹
Lorenni Evren Matias da Silva, lorennievren@yahoo.com.br¹
Gleydson Hiago Sousa Oliveira, gleydson_sousa2@hotmail.com¹
Mauro Araujo Medeiros, mauro@ifma.edu.br¹
Carlos Vital Pinto Costa Junior, vital-j@hotmail.com¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Laboratório de Mecânica Automotiva e Biomecânica, Departamento de Mecânica e Materiais, Av. Getúlio Vargas, 4 – Monte Castelo, 65030-005, São Luís, Maranhão, Brasil

² Universidade Federal do Maranhão, Campus Bacanga, Av. dos Portugueses, 1966 – Bacanga, 65080-805, São Luís, Maranhão, Brasil.

Abstract.

Reliability Centered Maintenance (RCM) technique has a systematic approach to maintenance planning, considering aspects of reliability. Among some of the benefits provided by this management process, we have: reducing the costs of maintenance programs, increased availability of systems, increased equipment life, reducing the number of spare items and expertise of people. This study aims to reactivate a diesel generator set of YANMAR brand of electric power 15kVA belonging to Laboratório de Mecânica Automotiva e Biomecânica do Campus São Luís Monte Castelo/ IFMA for repair purposes the same, which was damaged after the performance tests with mixtures of fuels, such as ethanol, biodiesel diesel and vegetable oils to analyze the dynamic behavior of the diesel engine related to variations in electric power generation by the alternator, and due to inadequate cleaning procedures after the tests resulted in damage, getting the same dead since 2012. So we proposed a practical approach to revitalize the genset, starting with visual inspection and corrective maintenance in the exchange of defective components to join the maintenance focused on reliability, which will allow the analysis of the way failure of genset operation systems, emphasizing the maintenance engineering concepts together with the technical specifications of the equipment, resulting in the development of the maintenance plan and routine daily use of the generator.

Keywords: Group diesel-generator, Maintenance, Reliability.