

IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DA CONFIABILIDADE - FBOX*

Breno Carvalho de Oliveira¹
Clayton Almeida Guimarães²
Jesus Jonatan Souza Santos³
Gustavo Barros Castro⁴
Gustavo Elói de Sá Lima⁵
Marx Mendes da Costa⁶
Breno Delgado Silva⁷

Resumo

A prática da manutenção evita a ocorrência de falhas e reduz significativamente os ganhos na produtividade e qualidade do produto. Devido a sua importância, empresas de logística e operações ferroviárias tem buscado através da adoção de novas tecnologias, tornar esse processo mais dinâmico, confiável e eficiente. O presente estudo de caso aborda a implantação do sistema de gestão da confiabilidade Failure Box (FBOX), que utiliza metodologias e técnicas embasadas no tratamento de perdas pontuais e sistêmicas. O resultado deste processo é a padronização, disponibilidade e confiabilidade dos ativos, contribuindo assim para crescimento e otimização do sistema de gestão da manutenção.

Palavras-chave: Análise de falhas; gestão da confiabilidade; FBOX.

IMPLEMENTATION OF THE RELIABILITY MANAGEMENT SYSTEM - FBOX

Abstract

The practice of maintaining prevents the occurrence of flaws and significantly reduces the gains in productivity and product quality. Due to its importance, logistics companies and railway operations has sought through the adoption of new technologies, make this more process dynamic, reliable and efficient. This case study discusses the implementation of the management system reliability FBOX, using methodologies and techniques in the treatment of losses single and systemic. The result of this process is the standardization, availability and reliability of assets, thus contributing to growth and optimization of the maintenance management system.

Keywords: Failure analysis; reliability management; FBOX.

¹ Engenheiro eletricitista, Analista de processos de engenharia, Gerência de Engenharia de material rodante, VLI, Divinópolis, Minas Gerais, Brasil.

² bacharel em Sistemas de informação, gerência de tecnologia da informação, VLI, Divinópolis, Minas Gerais, Brasil.

³ Engenheiro eletricitista, Supervisor de Engenharia de vagões, máquinas de via e materiais, Gerência de Engenharia de material rodante, VLI, Divinópolis, Minas Gerais, Brasil.

⁴ Engenheiro mecatrônico, Analista de processos de engenharia, Gerência de Engenharia de material rodante, VLI, Divinópolis, Minas Gerais, Brasil.

⁵ Engenheiro mecânico, Analista de processos de engenharia, Gerência de Engenharia de material rodante, VLI, Divinópolis, Minas Gerais, Brasil.

⁶ Administrador, Supervisor de Planejamento da Manutenção, Gerência de Engenharia de material rodante, VLI, Divinópolis, Minas Gerais, Brasil

⁷ Engenheiro de produção, Analista de processos de engenharia, Gerência de Engenharia de material rodante, VLI, Divinópolis, Minas Gerais, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Mudanças cada vez mais rápidas e significativas no ambiente competitivo vêm conduzindo a FCA em uma incessante busca por qualidade e produtividade. Neste contexto, a confiabilidade adquiriu um elevado grau de importância, dado o seu enorme potencial para o aumento de produtividade e melhoria da qualidade de seus ativos. A baixa confiabilidade proporciona a ocorrência de falhas e defeitos, sendo o registro desses eventos um requisito primordial para a eficácia no tratamento das anomalias ocorridas.

Para a obtenção do aumento da confiabilidade dos ativos de competência da Ferrovia Centro Atlântica (FCA), foi implantado o sistema de gestão da confiabilidade FBOX o qual se mostrou ser uma ferramenta imprescindível no tratamento pontual e sistêmico das falhas. Sua aplicação proporciona eficiência e padronização na identificação e bloqueio das causas raízes, eliminando ou reduzindo consideravelmente a probabilidade de sua reincidência.

Tal sistematização permite também acompanhar a evolução das taxas de falhas e em função destas estabelecer planos de manutenção preventiva com conteúdo e periodicidade adequados a cada classe de ativo. Essas funcionalidades trouxeram inúmeros benefícios, os quais serão apresentados e discutidos ao longo desse trabalho.

1.1 A história da manutenção

A área de manutenção nos últimos 70 anos vem passando por várias alterações em decorrência de acelerada elevação da quantidade e variedade dos itens físicos que devem ser mantidos, do crescimento de instrumentação, automação e monitoramento, projetos mais profundos, olhar atual sobre a organização da manutenção e suas responsabilidades, a manutenção como técnica para resultados cada vez mais positivos do negócio e elevação da competitividade entre empresas e pôr fim a introdução da gestão como peça chave para conquistar resultados eficazes para a manutenção e para a empresa como um todo. [1]

De 1930 em diante, a evolução da Manutenção pode ser dividida em cinco gerações: primeira geração corresponde ao período anterior a Segunda Guerra Mundial, onde a indústria era pouco mecanizada, e os materiais eram simples. A manutenção não se fazia necessária, apenas limpeza e lubrificação eram sistematizados. A segunda geração acontece entre os anos 50 e 70 do século passado, surge então a hipótese que de falhas nos equipamentos poderiam e deveriam ser contidas, levando ao conceito de manutenção preventiva. Na terceira geração, a partir da década de 70, ocorreu a concretização do conceito e utilização da manutenção preventiva, o uso da informática como aliada para desenvolvimento de software de planejamento, controle e acompanhamento dos serviços de manutenção, o crescimento da aplicação do conceito de confiabilidade pela Engenharia e na Manutenção.

Na quarta geração a confiabilidade dos equipamentos se tornou um fator de busca frequente. A solidificação da praxe de Engenharia da Manutenção, incorporada a estrutura organizacional da Manutenção, tem na garantia da Disponibilidade, da

Confiabilidade e da Manutenibilidade os três maiores fundamentos de sua existência.

Na quinta geração as ações incorporadas na quarta geração continuam, porém o foco nos resultados empresariais, razão primária para obter a competitividade, precisa para sobrevivência da empresa, é conquistada pelo esforço conjunto em todas as áreas coordenadas pela sistemática da Gestão de Ativos. Em relação a manutenção acontecem o crescimento da manutenção preditiva e monitoramento da condição, aperfeiçoamento da relação intersetores, melhorias constantes visando diminuição de falhas, excelência em Engenharia de Manutenção, consolidação de boa prática gerencial, consolidação da contratação por resultados. [1]

1.2 Confiabilidade

Atualmente a qualidade dos produtos e a confiabilidade são cada vez mais cobrados das empresas, porém estas, enfrentam barreiras como aumento de custos e a pressão por ciclos de produção cada vez mais rápido. A confiabilidade ganha mais espaço, a cada dia e futuramente será obrigatória dentro de uma empresa. [2]

O surgimento da engenharia da confiabilidade se deu com objetivo de entender as funções e característica de certo processo, desenvolvendo e efetivando ações estratégicas e políticas proativas para diminuir possibilidade e consequência das falhas destes ativos [3].

Na engenharia de confiabilidade alguns conceitos e definições são importantes, tais como:

- **Confiabilidade:** é a capacidade de um item desempenhar satisfatoriamente a função requerida, sob condições de operação pré-estabelecidas, por um determinado período de tempo.
- **Disponibilidade:** é a probabilidade de um sistema estar em condição operacional em um determinado instante de tempo ou em um período de tempo predefinido.
- **Mantenabilidade:** é a capacidade de um item ser mantido ou relocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescrito
- **Evento:** qualquer ocorrência em tempo real que tenha impactado sobre o desempenho do sistema avaliado.
- **Condição:** qualquer estado que possa gerar impacto sobre o desempenho do sistema.
- **Causa:** uma condição particular que resulta na ocorrência do evento.
- **Falhas:** perda de uma função.
- **Falha funcional:** incapacidade de qualquer item em atingir o padrão de desempenho esperado.
- **Causa de falha:** circunstância que induz ou ativa um mecanismo de falha.
- **Modo de Falha:** conjunto de acontecimentos pelos quais uma falha é observada.
- **Taxa de falha:** é a razão entre o número de falhas ocorridas e o tempo total de operação.

- **Vida útil:** Intervalo de tempo durante o qual um item desempenha sua função com a taxa de falha especificada, ou até a ocorrência de uma falha não reparável.

3.2 Análise de falhas

A análise de falhas tem como objetivo de diminuir a possibilidade da ocorrência de falhas em projetos ou processos, minimizando assim a possibilidade de falhas potenciais e elevando a confiabilidade e qualidade do ativo. [4]

Segundo Pinto [1] os principais objetivos da metodologia de análise de falhas são:

- Estruturar a planificação das manutenções preventivas, preditivas e pró-ativas de acordo com os modos de falha predominantes em cada equipamento e a análise dos riscos representativos ao sistema.
- Assegurar o controle das causas fundamentais identificadas para cada modo de falha, e minimizar seu impacto sobre o funcionamento do sistema (aumento do tempo médio entre falhas de um equipamento)
- Amparar as análises de confiabilidade e as tomadas de decisões em trabalhos de planejamento da manutenção e eliminação de perdas produtivas.
- Auxiliar as estratégias de formação dos efetivos de manutenção através da observação das necessidades observadas durante as análises das falhas já vivenciadas ou potenciais

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Diante as características utilizadas no presente trabalho, foi empregada a modalidade de estudo de caso. Os dados coletados e posteriormente empregados na elaboração dessa pesquisa foram obtidos basicamente através do estudo de casos, de análise documental e observação participante. Foram consultados manuais técnicos, apostilas de treinamento, relatórios internos, planilhas diversas e consultas aos softwares de gerenciamento do processo em questão.

A abordagem dos dados utilizados na confecção desse trabalho foi realizada de maneira qualitativa, tal qual, para Oliveira [5], se caracteriza pela busca em descobrir e classificar a compatibilidade entre variáveis, bem como investigar a relação de causalidade entre os fenômenos causa e efeito.

O objeto do estudo foi a ferrovia Centro Atlântica, uma empresa de logística focada em operações ferroviárias de cargas agrícolas, minerais, produtos industrializados e siderúrgicos. Com uma malha de oito mil novecentos e vinte e três quilômetros de extensão, a FCA atravessa sete estados – Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Sergipe, Goiás, Bahia e São Paulo – além do Distrito Federal.

Devido a FCA está presente em 9 estados brasileiros e possuir uma ampla malha ferroviária, o efetivo da FCA fora organizado em quatro corredores, conforme pode ser visto na Figura 1:

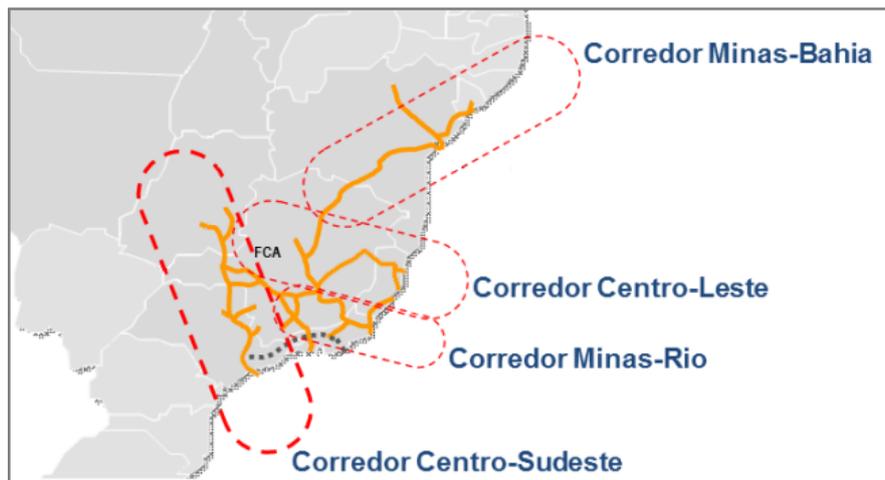


Figura 1. Corredores FCA

As gerências de Manutenção estão estruturadas de forma a atender os corredores da FCA através das suas oficinas e postos de manutenção. As intervenções são planejadas para evitar danos, garantindo o perfeito estado e a disponibilidade e a confiabilidade dos ativos. As revisões periódicas são determinadas pelo consumo de combustível, ponto crítico que pode indicar falhas.

A FCA considera a manutenção atividade fundamental de seu sistema, sustentado a produtividade e garantindo a confiabilidade dos ativos. Abaixa confiabilidade leva a ocorrência de falhas e defeitos, entretanto as falhas somente atraem atenção porque têm consequências, que se revelam na forma não só de custos do reparo, mas também nas questões de segurança, integridade do meio ambiente, perda de produção e qualidade do produto.

Decorrente a esse cenário e com o objetivo de integrar os sistemas de gestão da manutenção, de modo a aumentar a produtividade e padronizar o tratamento empregado, foi implantado o sistema de gestão da confiabilidade FBOX no tratamento de falhas pontuais e sistêmicas em ativos de transporte de carga geral - locomotivas, otimizando a identificação dos sintomas, investigação das causas fundamentais e ações de bloqueio por meio de análise de falhas.

2.1 O processo de manutenção

A identificação do problema se inicia por qualquer circunstância que leve a parada da locomotiva. Decorrente ao incidente o maquinista notifica o evento enviando um código denominado como "MACRO". As MACRO's possuem a função de estabelecer a interface entre o maquinista e o Centro de Comando e Operação (CCO). É de responsabilidade da manutenção todas as ocorrências de MACRO's 9 e 21, associadas aos MOTIVO's 14 e 40.

- **MACRO 9 – PARADA NÃO PROGRAMADA:** Informa uma parada eventual em qualquer localidade onde não há parada programada, esta macro interrompe a contagem do tempo de percurso.
- **MACRO 21 – DEFEITO EM LOCOMOTIVA:** Para o maquinista ou operado de trem informar defeito de uma ou mais locomotivas ou vagões da

composição. Deverá ser informado o código dos sintomas constatados, bem como o local da ocorrência da avaria.

- **MOTIVO 14 – MECÂNICO:** Defeito na locomotiva.
- **MOTIVO 40 – ELETROELETRÔNICO:** Defeito no equipamento de bordo.

Decorrente as informações notificadas à manutenção por sua vez se mobiliza para prestar todo o atendimento necessário para reparo da locomotiva no trecho para que não haja impacto de bloqueio na via, sendo que Mediante as ocorrências e suas particularidades, o CCO especifica os eventos quanto aos perfis apresentado.

Todas essas informações são registradas em um sistema denominado “relatório de falhas”, que é um instrumento utilizado para o acompanhamento e supervisionamento de todos os eventos registrados na ferrovia e é à base de dados para o Relatório de Análise de Falha (RAF) que atribui o tratamento apropriado para que a falha não volte a reincidir.

A partir da RAF os grupos de análise de falhas realizam análises pontuais, caso a caso, e sistêmicas, que avaliam um conjunto de perdas em um determinado período.

A metodologia utilizada para a análise da falha consiste em processos para remoção de sintomas, investigação das causas fundamentais e ações de bloqueio. Sendo a identificação da causa fundamental o ponto principal para elaboração de planos de ação eficazes.

O critério utilizado para o tratamento das falhas está definido nas Diretrizes Básicas da Manutenção (DBM) que consiste no seguinte processo:

1. Definição da natureza da falha;
2. Estratificação e Priorização das perdas;
3. Identificação das causas;
4. Planejamento e execução de ações para bloqueio;
5. Avaliação e Monitoramento dos resultados.

Em meio a todos dados coletados o analista responsável pela análise estratifica todo esse conjunto de informações estabelecendo assim as possíveis causas da falha, definindo quais delas são mais impactantes e serão tratadas no plano de ação.

O monitoramento dos resultados é efetuado diariamente com o acompanhamento dos principais indicadores de confiabilidade de locomotivas, *Mean Kilometer Between Failure* (MKBF) e Quilometragem Média entre Falhas (KMEF), conforme pode ser visto na Figura 2.

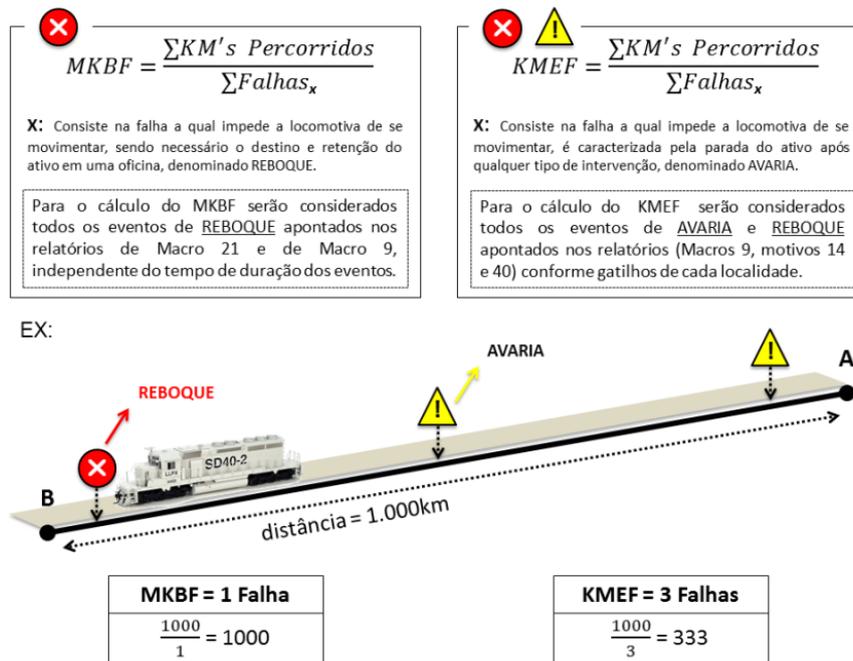


Figura 2. Indicadores de Confiabilidade de Locomotivas

Em vista a um cenário com diversas falhas ocasionando paradas de trem e um processo de análise de falhas descentralizado com informações dispersas e desestruturadas, a FCA buscou alternativas que minimizassem suas perdas de modo a não impactar com o compromisso da empresa. Anteriormente a Após o registo dos eventos e apontamento de todas as características das falhas, o responsável pela análise de falha (RAF) tinha a tarefa de acessar o relatório de falhas e consolidar apenas os eventos que seriam tratados, ou seja, selecionar apenas as avarias acima do gatilho, exigindo assim um expressivo consumo de tempo para execução do trabalho

As classes de falhas não eram padronizadas, elas eram avaliadas de acordo com o que o funcionário presumia ser a causa, isto é, existia uma relevante chance de erro de apontamento da causa do evento em análise. Todos estes dados estavam em planilhas diferentes, como pode ser visto na Figura 3.

Figura 3. Planilhas despadronizadas

Em junho de 2012 foi desenvolvido o sistema de gestão da confiabilidade FBOX, que dispõe da aplicabilidade de interação dos sistemas de gestão da manutenção de forma a aumentar a produtividade e padronizar o tratamento de falhas sistêmicas. Dispondo de um sistema de gestão on-line ágil e uniforme, o FBOX estabelece um processo de análise de falhas eficiente com a interação de informações para tomada de decisões e monitoramento de resultados.

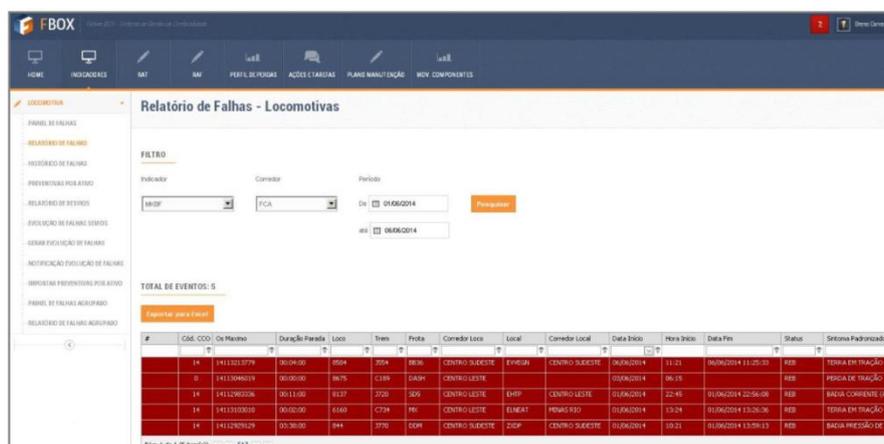
A Metodologia utilizada no sistema aborda o tratamento de perdas por meio de métodos conceituais de análise de falhas, conforme pode ser observado no fluxo de gestão abaixo:



Figura 4. Fluxo da gestão da confiabilidade FBOX

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em janeiro de 2013 o sistema de gestão da confiabilidade FBOX foi implementado. O sistema utiliza como base de seus dados o relatório de falhas, ele realiza a interface de comunicação diretamente com o servidor assegurando assim a sinergia entre os sistemas e a visualização das informações dos eventos em tempo real. O FBOX consolida somente os eventos apontados acima do gatilho, assim sendo, são registrados no sistema apenas os eventos que vão impactar no indicador e deveram ser tratados. O acompanhamento dessas informações pode ser realizado acessando o módulo “Relatórios de Falhas” no FBOX, conforme a Figura 5.



#	COSM.COD	De	Para	Local	Trem	Prota	Corredor	Local	Corredor	Data Inicio	Hora Inicio	Data Fim	Status	Sistema
14	1411212779	00:00:00	05:04	0504	0504	MEJW	CENTRO SUDESTE	EVJWJW	CENTRO SUDESTE	01/06/2014	11:25	01/06/2014 11:25:00	NER	TERÇA EM TRAIÇÃO
14	1411212820	00:00:00	06:15	0615	0615	0615	CENTRO LESTE	0615	CENTRO LESTE	01/06/2014	06:15	01/06/2014 06:15:00	NER	PERDA DE TRAIÇÃO
14	1411212820K	00:11:00	01:27	0127	0127	0127	CENTRO LESTE	0127	CENTRO LESTE	01/06/2014	22:45	01/06/2014 22:56:00	NER	BADIA CORRENTE (AMR)
14	1411212820	00:00:00	01:40	0140	0140	0140	CENTRO LESTE	0140	CENTRO LESTE	01/06/2014	13:24	01/06/2014 13:26:00	NER	TERÇA EM TRAIÇÃO
14	1411212820	00:30:00	04:4	044	044	044	CENTRO SUDESTE	044	CENTRO SUDESTE	01/06/2014	10:21	01/06/2014 10:29:13	NER	BADIA PRESSION DE OLE

Figura 5. Relatário de falhas

O FBOX busca a carteira das locomotivas avariadas nos registros de MACRO's 9 e MACRO's 21 em até 3 meses anteriores, com essas referências ele auxilia o funcionário a direcionar a análise de acordo com o histórico da locomotiva, assim sendo o funcionário dispõe de informações cruciais para o tratamento mais adequado daquele sintoma, bem como, o último dia em que a locomotiva passou por uma manutenção preventiva, se o sintoma apontado é recorrente, dentre outros.

O sistema disponibiliza um módulo específico para tratamento de perdas sistêmicas, denominado "Perfil de Perdas". Essa abordagem permite fazer a comparação das perdas ao longo de períodos podendo estes ser filtrado por indicadores, corredores, frotas, ativos e MACRO's. Essas falhas são estratificadas em categorias, favorecendo assim uma visão ampla e precisa dos resultados. Toda essa metodologia é embasada no conceito de Diagrama de Pareto, como pode ser visto na Figura 6, podendo assim acompanhar evolução do processo e delimitar os ganhos.

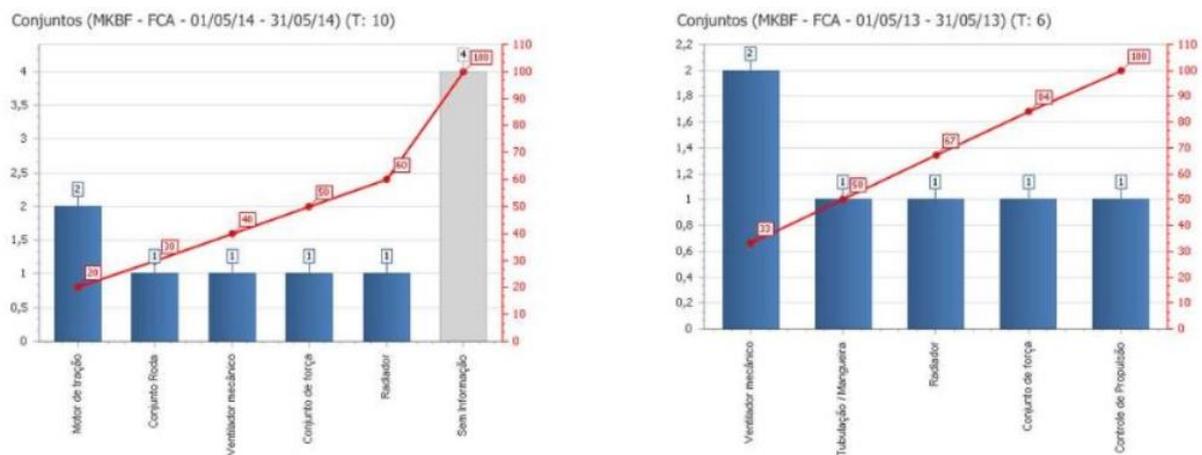


Figura 6. Perfil de perdas por conjunto

Através da comparação com o método manual anteriormente usado (Planilhão) foram identificados vários benefícios obtidos com a implementação do sistema FBOX, que propiciou o aumento da confiabilidade e produtividade na gestão da manutenção. Dentre esses ganhos podemos destacar:

- Disponibilidade e praticidade das informações em tempo real.;
- Equiparação de resultados devido à interação e sinergia dos sistemas de manutenção;
- Automatização e Padronização no tratamento de falhas pontuais e sistêmicas.
- Informações detalhadas e precisas para tomada de decisões e monitoramento de resultados;
- Eficiência e segurança das informações;
- Redução de Homem Hora (HH)

Como é possível observar a gama de benefícios é evidente, onde pode ser evidenciada através da evolução do indicador de confiabilidade de locomotivas MKBF ao longo dos anos, conforme pode ser visto na Figura 7.

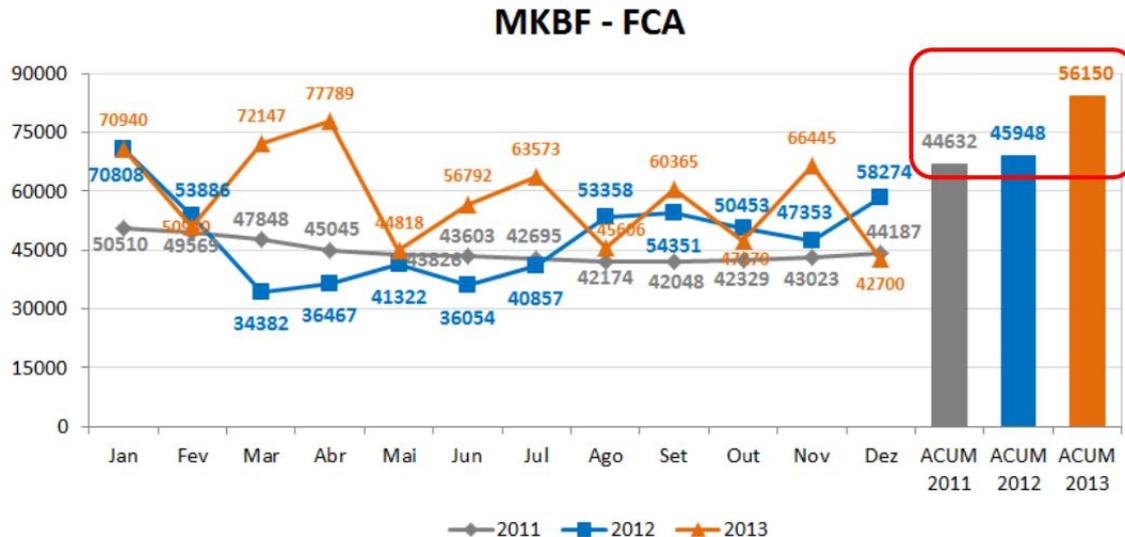


Figura 7. MKBF FCA

4 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou os principais aspectos do sistema de gestão da confiabilidade em locomotivas de carga geral. Foram apresentadas as características técnicas e as funcionalidades dessa tecnologia, destacando os benefícios obtidos com a sua implementação.

Através dessa pesquisa, fica evidente os ganhos advindos da efetivação do FBOX, potencializando os ganhos de produtividade e padronização de dados.

Dentre os resultados positivos obtidos, vale ressaltar um abundante ganho na confiabilidade dos processos de análise de falhas pontuais e sistêmicos, em razão as diversas metodologias de tratamento oferecidas pela tecnologia e qualidade na interação das informações registradas.

Por meio de gráficos, relatórios e demais recursos disponibilizados pelo FBOX, é oferecido uma análise pró ativa que permite acompanhar a evolução dos resultados de maneira eficiente e racional, contribuindo de fato para o crescimento da empresa e de seus clientes.

REFERÊNCIAS

- 1 Pinto AK, Xavier JN. Manutenção: função estratégica. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark; 2001.
- 2 Braglia M, Fantoni G, Frosolini M. The house of reliability. International Journal of Quality and Reliability Management. 2007; Vol 24, N° 4, p. 420-440.
- 3 Barros JFR, Lima GBA. A gestão da manutenção no plano estratégico dos empreendimentos industriais. VII Congresso Nacional de Excelência em gestão. 2008.
- 4 EMEJR. Análise de Falhas. [acesso em 17 mai 2014];. Disponível em: <http://www.emejr.com.br/analise-de-falhas/>.
- 5 Oliveira SL. Tratado de metodologia científica: Projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. São Paulo: Pioneira; 1999.