

**MANUTENÇÃO EM MATERIAL RODANTE:
UM ESTUDO DE CASO EM TRATORES DE ESTEIRA**

Leite, Jussara Fernandes⁽¹⁾ (leite.jussara@yahoo.com.br), Franco, Luciano José Vieira⁽²⁾ (lucianov_franco@hotmail.com), Silva, Stefan Willian O.⁽³⁾ (stefanwillian@unipaclafaiete.edu.br), Miranda, Grace Marisa⁽⁴⁾ (gracemarisa40@gmail.com), Souza, Anderson de Assis⁽⁵⁾ (anderson.assis@outlook.com.br)

(1), (2), (3), (4), (5) Fundação Presidente Antônio Carlos (FUPAC); Engenharia Mecânica

RESUMO: *As empresas encontram-se em um cenário cada vez mais competitivo, o que força as organizações buscarem a redução de custos para sobreviverem. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo apresentar medidas que viabilizaram o aumento da vida útil dos componentes que fazem parte do conjunto denominado material rodante dos tratores de esteira. Este trabalho é um estudo de caso, caracterizado como pesquisa aplicada, exploratória, bibliográfica, documental, descritiva e explicativa. O estudo ocorreu em uma empresa do ramo de mineração na área de manutenção no período de outubro a dezembro de 2016. Para identificar as causas que poderiam diminuir a vida útil do material, foi realizada análise da influência do desgaste acelerado do material rodante. A pesquisa buscou aprofundar nas variáveis que poderiam estar levando à perda prematura do conjunto, para entender estas variáveis e saber como eliminar ou minimizar o impacto delas sobre o material rodante. Ao final do estudo, verificou-se que a velocidade dos equipamentos e os grandes deslocamentos estavam impactando diretamente na vida útil deste conjunto com aceleração do desgaste. Verificou-se também a falta de controle do desgaste das buchas e falha no plano de trabalho do equipamento, causando assim o excesso de gastos com conjunto material rodante.*

PALAVRAS-CHAVE: *Material Rodante. Vida Útil. Manutenção. Desgaste.*

**MAINTENANCE IN ROLLING MATERIAL:
A case study of treadmill tractors**

ABSTRACT: *Companies are in an increasingly competitive scenario, which forces organizations to seek cost reduction to survive. In this sense, this study has as objective to present measures that enabled the increase in the useful life of the components that are part of the set called rolling stock of the track tractors. This work is a case study, characterized as applied, exploratory, bibliographic, documentary, descriptive and explanatory research. The study was carried out in a mining company in the maintenance area from January to March, 2017. In order to identify the causes that could reduce the life of the material, an analysis was made of the influence of the accelerated wear of the rolling stock. The research sought to deepen the variables that could be leading to the premature loss of the set, to understand these variables and to know how to mitigate or minimize their impact on the rolling stock. At the end of the study, it was verified that the speed of the equipment, the large displacements were directly impacting the useful life of this set with acceleration of the wear. There was also a lack of control of the wear of the bushings and failure of the working plane of the equipment, thus causing excess costs with rolling stock.*

KEY WORDS: *Rolling stock. Lifespan. Maintenance. Wear.*

1. INTRODUÇÃO

O setor de mineração nos anos de 2014, 2015 e 2016 passou por momentos austeros, em que a busca pela produção a baixos custos tornou-se prioridade. Na realidade, devido à crise econômica, ocorreu a queda vertiginosa dos preços, quando comparado com preços executados no início de 2014 e os preços executados no ano de 2016, que alcançou seu menor valor dos últimos 10 anos.

Com o objetivo de diminuição dos custos de produção, as mineradoras de minério de ferro procuram cada vez mais diminuir as intervenções da manutenção. Desta forma, empregam práticas chamadas de técnicas preditivas e monitoramento das condições dos equipamentos, que são processos cada vez mais empregados nas rotinas de manutenção. O emprego dessas práticas tem a tendência da redução da aplicação das práticas preventivas ou programadas, pois essas últimas promovem a paralisação dos equipamentos, o que provoca impactos momentâneos na produção. Com as inovações tecnológicas empregadas nas práticas preditivas e de monitoramento, que estão inseridas no mercado, o processo de manutenção passou a ter como foco o fator pessoas, por haver a necessidade de preparação e qualificação profissional.

De acordo com Kardec e Nascif (2009), nos últimos 30 anos, a manutenção desenvolveu-se bastante e com grandes inovações fez com que superasse as outras atividades existentes. Essas alterações são consequências do aumento rápido do número e da diversidade dos itens físicos como, equipamentos e instalações, o que tornou a manutenção não mais uma função estratégica, pois passou a ser focada na busca por melhoria dos resultados e aumento da competitividade das organizações no mercado globalizado. Assim, o índice de qualidade de serviço alcança um nível bem mais alto que em um ambiente alicerçado somente por intervenções corretivas e ou preventivas.

Neste contexto, este estudo tem como objetivo apresentar medidas que viabilizaram o aumento da vida útil dos componentes que fazem parte do conjunto denominado material rodante dos tratores de esteira.

1.1 A Área de manutenção dentro do contexto da produção

Peinado e Reis (2007) esclarecem que a administração da produção nunca deve ser vista de forma isolada sob pena de perderem o significado do conjunto. A produção juntamente com as outras áreas dentro das organizações faz com que o processo atenda às exigências do mercado, desempenhando suas atividades com qualidade, pois a qualidade reduz os custos e aumenta confiabilidade em seus produtos para satisfazerem as necessidades dos consumidores externos.

Esta confiabilidade faz com que os consumidores recebam seus bens ou serviços no tempo em que foi determinado.

Para que o sistema de operação mantenha a produção em alta, é necessário que o mesmo passe por uma intervenção seguindo os padrões específicos para cada atividade. Estas intervenções são conhecidas como manutenção, que Slack *et al.* (2006) conceitua como a forma pela qual se tenta evitar falhas cuidando de suas instalações físicas, sendo parceira importante das atividades da produção.

Segundo Kardec e Nascif (2009), as atividades de manutenção são responsáveis por uma parte significativa do tempo e requer uma atenção da gerência de produção. Antes de realizar qualquer intervenção para manutenção, é necessário que a produção se preocupe em intervir em suas instalações de forma sistemática para não prejudicar seu processo produtivo.

Existem vários tipos de manutenção e suas classificações são dadas de acordo com o tipo de intervenção requerida no equipamento.

Viana (2002) aponta que os tipos de manutenção são “as formas pelas quais são encaminhadas as intervenções nos equipamentos, sistemas e instalações”. A manutenção corretiva é realizada quando existe a quebra do equipamento sendo planejada ou não. A manutenção preventiva é programada sendo realizada conforme horas de trabalho realizado pelo equipamento. O mesmo autor ainda cita que na manutenção preditiva são executadas tarefas de que visam acompanhar a máquina ou as peças, por monitoramento, por medições ou por controle estatístico e tentam prever a proximidade da ocorrência da falha. O objetivo de tal tipo de manutenção é determinar o tempo correto da necessidade da intervenção mantenedora, com isso evitando desmontagens para inspeção, e utilizando o componente até o máximo de sua vida útil.

A manutenção preditiva, conforme Kardec e Nascif (2009) devem ser feitas para não ocasionar falhas no equipamento, ou seja, mesmo que o monitoramento seja bem feito, devem-se analisar todas as condições na qual o equipamento está submetido durante a operação.

Por conseguinte, existem várias técnicas preditivas aplicáveis à manutenção, que incluem termografia, vibração, ferrografia, endoscopia e ultrassom, sendo estas consideradas como as principais técnicas utilizadas na manutenção atual e que explanaremos a seguir.

1.2 Engenharia de manutenção

Kardec e Nascif (2009, p. 50) ressaltam que a engenharia de manutenção “constitui parte do processo de manutenção e tem a função de gerir ferramentas para atualização dos sistemas e processos, na busca pela melhoria continua e a eficiência do processo”. Esses dois autores ainda

informam que a engenharia de manutenção busca as causas básicas da falha, corrigir as situações que estejam relacionadas a mau desempenho, eliminando problemas crônicos, buscando padrões e sistemáticas, desenvolvendo a manutenibilidade e procurando intervir com dados técnicos nas compras dos equipamentos para se evitar problemas futuros.

O Gráfico 1, a seguir, apresenta a evolução da manutenção em relação aos custos e à disponibilidade, confiabilidade, segurança e meio ambiente.

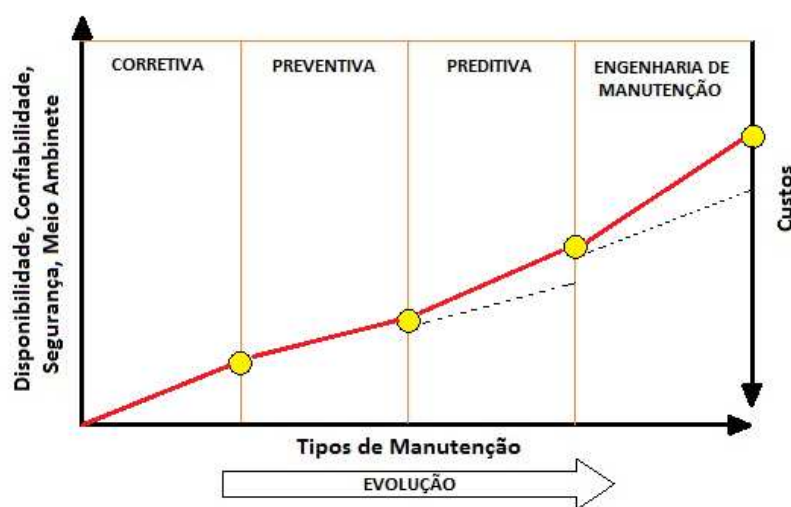


Gráfico 1. Evolução da Manutenção. Fonte: Kardec e Nascif (2009)

O Gráfico 1 mostra a evolução do conceito manutenção. Verifica-se por meio dele que se aumentar a disponibilidade, confiabilidade, segurança e meio ambiente, os custos caem custos, devido ao controle eficiente na realização das técnicas que sinalizam o momento da intervenção antes da quebra. Conforme Kardec e Nascif (2009), colocar em prática a engenharia de manutenção significa mudar a cultura, ela é o suporte técnico da manutenção e está dedicado a consolidar a rotina e implantar as melhorias.

1.3 Ferramentas da qualidade

Ferramentas da Qualidade são técnicas que se pode utilizar com a finalidade de definir, mensurar, analisar e propor soluções para problemas que eventualmente são encontrados e interferem no bom desempenho dos processos de trabalho.

As ferramentas da qualidade foram estruturadas, principalmente, a partir da década de 50, com base em conceitos e práticas existentes. Com embasamento em julgamentos e práticas que contribuem para a manutenção e melhoria dos processos. Há que se ressaltar que essas

ferramentas da qualidade colaboram para a melhoria dos processos, visando o aperfeiçoamento contínuo, isso sob a ótica de Marshall Junior *et al.* (2006).

Vale ressaltar que algumas são utilizadas com menor assiduidade e outras aplicáveis a algumas atividades conforme nos mostra o Quadro 1.

FERRAMENTAS DA QUALIDADE	FINALIDADE
Diagrama de Causa Efeito ou Diagrama de Ishikawa	Identificar a semelhança entre o resultado e todas as causas de um problema.
Gráfico de Pareto	Favorecer a identificação, a medição e a prioridade dos problemas mais constantes de um processo.
Fluxogramas	Proporcionar uma descrição de fácil visualização das sequencias das etapas do processo por meio de gráficos de barras.
Carta de Controle	Acompanhar a variabilidade por meio da medição e o tempo do processo e é um gráfico.
Folha de Verificação	Numerar as constantes ocorrências de um processo produtivo, em um determinado período de tempo.
Histogramas	Colaborar por meio da união dos dados, a medição e tornar visível a flexibilidade de um determinado processo e é representado por um gráfico.
Diagrama de Dispersão	Fornecer dados estatísticos das variáveis dependentes e independentes de um processo produtivo.
Matriz de GUT	Representar os problemas ou riscos potenciais por meio das prioridades, visando diminuir os efeitos.
Brainstorming	Detalhar as percepções em relação a um determinado assunto, buscando assim diferentes opiniões a partir da criatividade coletiva.
5W2H	Representar e unificar os processos, na organização de planos de ação e na afirmação de métodos adjuntos aos indicadores, sendo assim de cunho gerencial.
5'S	Colaborar na modificação comportamental dos colaboradores, a fim de ter um senso de organização conservando o ambiente agradável e abolindo os desperdícios.

QUADRO 1. Ferramentas da Qualidade. Fonte: Marçal Junior (2004). Adaptado pelo autor.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho é um estudo de caso, caracterizado como pesquisa aplicada, exploratória, bibliográfica, documental, descritiva e explicativa. O estudo ocorreu em uma empresa do ramo de

mineração na área de manutenção no período de outubro a dezembro 2016. A empresa encontra-se situada na Região do Médio Piracicaba do estado de Minas Gerais.

Diante das explanações, foi analisado o dia a dia da empresa no estudo em questão, no âmbito da manutenção e operação dos equipamentos de infraestrutura denominados tratores de esteira. Nesse sentido, foram analisadas as situações atuais de manutenção e operação.

Os dados coletados foram levantados junto à gestão econômica, por meio de relatórios de custos, para ser realizado o apuramento de todos os custos discriminados ao subconjunto do estudo em questão, para assim serem distribuídos os custos de forma mensal e anual.

A segunda etapa da coleta de dados foi realizada na área de operação dos equipamentos onde, por meio de relatórios e rastreamento dos equipamentos foram levantados dados referentes ao deslocamento dos equipamentos, tempo de operação e distância percorrida.

A terceira etapa da coleta de dados foi realizada na área de manutenção, a fim de apurar todas as ocorrências de substituição do material rodante dos tratores de esteiras, os tempos necessários para substituição deste subconjunto, bem como a necessidade de mão de obra para realização da atividade.

Do ponto de vista da abordagem é uma pesquisa quantitativa, pois foram aplicadas técnicas estatísticas para análise dos dados e ao mesmo tempo é uma pesquisa qualitativa, pois o ambiente natural é o foco principal da coleta de dados.

Desta forma, os dados levantados na coleta de dados foram analisados e discriminados por meio de métodos estatísticos e conhecimentos técnicos para serem confrontados com as referências bibliográficas dos fabricantes e assim poder definir indicadores e ações para buscar o foco principal deste estudo que é apresentar medidas que viabilizem aumentar a vida útil dos materiais rodantes dos tratores de esteira.

3. ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS

Trator de esteira é formado basicamente por roda motriz, roda guia que movimenta a esteira dentada, a transmissão de força e o motor de tração que fazem toda a tração no solo. Não permite grande velocidade, o que aumenta o tempo de transporte, tem baixa manobrabilidade e pouca estabilidade. A esteira é o componente responsável por provocar a aderência, esforço e atua com estabilidade na maioria dos terrenos e em grandes rampas.

De acordo com Ricardo e Catalini (2007), os tratores de esteira, motivo deste estudo, se diferenciam dos demais tipos de tratores pelo tipo de trem de rolagem, como o próprio nome diz, é composto de duas esteiras formadas pela união de várias sapatas. As sapatas têm dupla finalidade:

primeiro elas devem suportar o peso da máquina, isto é, dar sustentação e segundo elas devem proporcionar tração por meio do seu atrito com o solo para permitir que o trator execute sua função de remover material.

Ainda conforme Ricardo e Catalani (2007), os tratores de esteira apresentam elevado esforço trator, conjugado com boa aderência sobre o terreno, o que lhes permite rebocar ou empurrar grandes cargas sem haver o perigo de patinamento, mesmo com rampas com alta declividade. A Figura 1 nos mostra um trator de esteira durante execução de trabalho.



FIGURA 1. Trator de Esteira Executando uma Atividade. Fonte: Caterpillar (2003).

Por meio da Figura 1, verifica-se que mesmo em terrenos inclinados os tratores conseguem executar os trabalhos. O conjunto responsável por garantir a possibilidade da execução do trabalho proposto aos tratores de esteira são os *track's* que se subdividem em alguns conjuntos que garante o sucesso do trabalho. A Figura 2 ilustra o sistema de locomoção do trator de esteira.

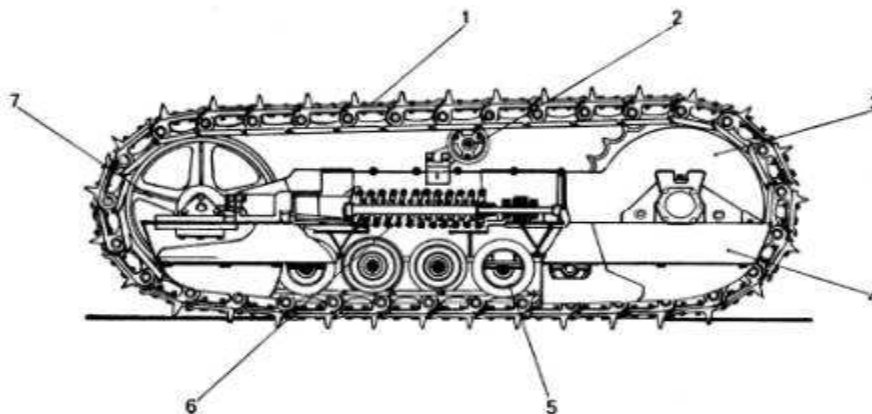


FIGURA 2. Sistema Locomoção Trator Esteira. Fonte: Caterpillar (2003)

Os componentes da esteira conforme Figura 2 são: 1 – sapatas, 2 – rolete superior, 3 – roda motriz (dentada), 4 – *truck*, 5 – rolete inferior, 6 – mola tensora e 7 – roda guia (lisa).

Como se pode observar na Figura 2, uma esteira é uma corrente sem fim que funciona em torno de duas rodas metálicas, uma motriz (dentada), que engrena nas articulações da corrente para fazer deslocar o trator; e outra tensora (lisa), cuja função é de manter a esteira esticada e alinhada para se manter no seu lugar. Os roletes inferiores suportam a massa do trator e os superiores a parte superior da massa da esteira para aliviar a roda motriz.

3.1 Identificação do Problema

Aumentar a vida útil do material rodante da frota dos tratores de esteira se faz necessário devido ao alto impacto no custo que a frota deste equipamento provoca, comprometendo diretamente o orçamento da área da manutenção e da empresa.

A Caterpillar (2003), empresa desenvolvedora de tratores de esteira, cita no Manual Especializado em Material Rodante que existem três grupos principais de variáveis que afetam a vida útil do material rodante que são as variáveis controláveis, as não controláveis e as variáveis parcialmente controláveis, que estão ligadas a hábitos e ou práticas operacionais.

Variáveis controláveis incluem a tensão da esteira que em sua grande maioria é controlada pela manutenção, a largura das sapatas definida no ato da compra ou substituição de acordo com o terreno de operação e em alguns modelos, o alinhamento controlado também pela manutenção.

Variáveis não controláveis incluem os fatores determinantes da vida útil que são inerentes ao trabalho. São cem por cento determinados pelas condições do solo e incluem impacto, abrasão, acúmulo, umidade, terreno e até mesmo o trabalho que está sendo executado.

As Variáveis parcialmente controláveis envolvem principalmente hábitos ou práticas controláveis do operador da máquina.

Para execução do estudo, foi utilizada como referência a execução do ano de 2015 por estar mais próximo, da realidade de operação da mina programada para o ano de 2016.

Através de dados do sistema verificou-se que a média de gastos do ano 2015 ficou próxima de R\$ 681.579,04. O menor valor mensal de gastos com material rodante no ano de 2015 foi de R\$ 411.364,33 e o maior valor ficou em R\$ 1.000.656,76.

Após o conhecimento das variáveis que podem afetar a vida útil do material rodante dos tratores de esteira e os gastos praticados no ano de 2015, utilizou-se este estudo alinhado com os objetivos estratégicos da empresa para o cenário atual que é a busca pelo aumento da vida útil do material rodante dos tratores de esteira para redução dos gastos anuais com os conjuntos. A

empresa foco do estudo executa gastos com materiais rodantes, na casa de 17% de seus gastos totais com gerência de manutenção.

3.2 Análise do Fenômeno

A proposta deste trabalho visa reduzir os gastos com material rodante dos tratores de esteira da empresa em questão. Reduzir o gasto com material rodante dos tratores de esteira contribui com a política de desenvolvimento sustentável da empresa.

Inicialmente foram coletados os dados do sistema para a verificação dos custos discriminados às partes integrantes do conjunto material rodante dos tratores de esteira, conforme pode ser verificado no Gráfico 2.

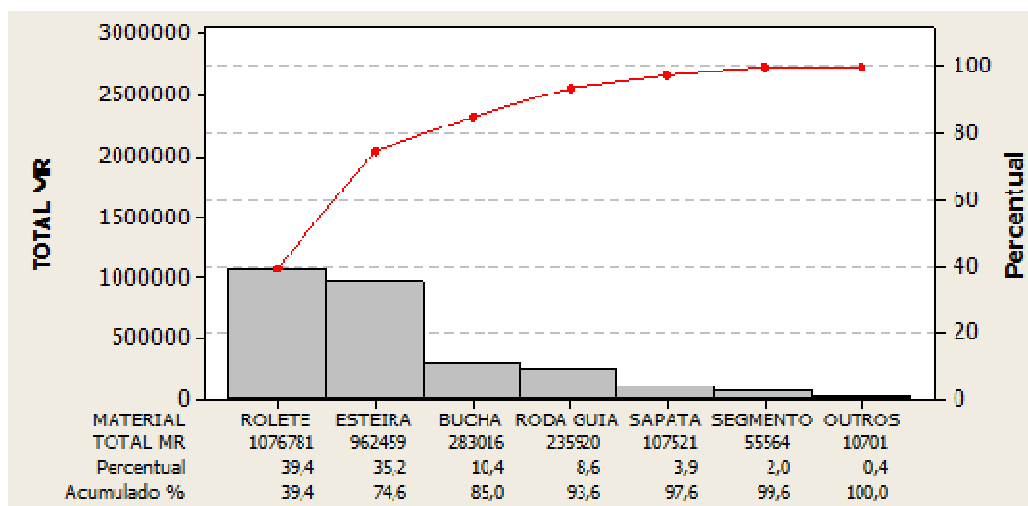


GRÁFICO 2. Gastos Manutenção Material Rodante. Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Por meio do Gráfico 2, identifica-se que o foco deve ser dado aos itens que nos trarão grande resultado, uma vez que representam 80% dos gastos com este material. Diante dos dados apresentados, o foco do estudo foram os roletes, esteiras e buchas do conjunto, para assim atingir a meta proposta de redução dos gastos e aumentar a vida útil dos materiais.

3.2.1 Análise do Processo

A análise do processo foi realizada em reuniões com grupo técnico do estudo. Assim foram levantadas todas as possíveis causas que poderiam impactar nos componentes de maior custo. As

causas foram identificadas por meio de um *brainstorming* e tratadas com a ferramenta diagrama de *Ishikawa*. O diagrama de *Ishikawa* pode ser verificado na Figura 3 a seguir.

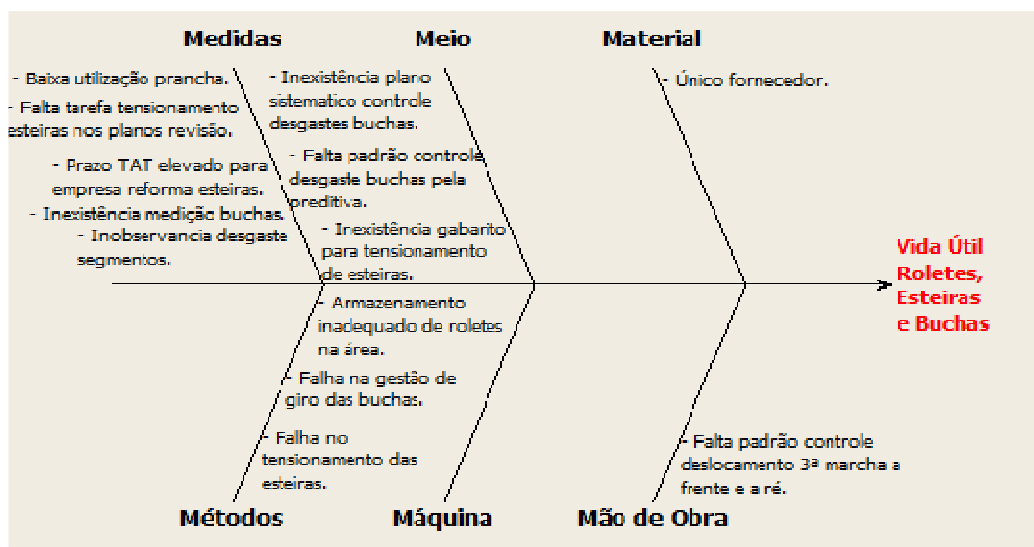


FIGURA 3. Análise Ishikawa Material Rodante. Fonte: Dados da Pesquisa (2017)

Com a construção do Ishikawa, da Figura 3, foram levantadas 13 possíveis causas que podem gerar defeito nos componentes de tratores de esteira. Para tratativas das possíveis causas se faz necessário utilização de priorização das causas.

Para elaboração da matriz de priorização FAI (Facilidade, Autonomia e Impacto) utiliza-se o Quadro 2 que orienta como foi realizada a priorização.

FACILIDADE			AUTONOMIA			IMPACTO		
Em quanto tempo pode-se solucionar o problema?			Até onde pode-se ir para resolvê-lo?			Até onde irão os benefícios da resolução do problema?		
1 a 3 meses	3 a 6 meses	6 meses a 1 ano	Você (ou sua área) pode realizar sozinha	Precisa de outras áreas	Precisa do presidente	Para toda empresa	Somente na sua área	Somente no seu processo de trabalho
5 pontos	3 pontos	1 ponto	5 pontos	3 pontos	1 ponto	5 pontos	3 pontos	1 ponto

QUADRO 2. Classificação Priorização FAI. Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

A priorização foi realizada por meio do somatório da pontuação total, conforme orientação do Quadro 2, onde a pontuação máxima que se obtém é 10, devido à lógica de priorização, onde a pontuação varia de 2 a 10 pontos, da seguinte maneira: soma-se a pontuação nos 3 quesitos, divide-se o valor da soma por 3 e multiplica-se por 2.

Para se obter a classificação quanto a qual ação se deve priorizar, o nível se obtém pela pontuação quanto a baixo, médio e alto nível de priorização que se classifica como baixo, quando a pontuação é menor que 5, quanto a pontuação varia de 5 a menor que 8,5, classificação média e quando valor varia de 8,5 a 10 pontos, como prioridade alta.

Em seguida foi realizada em reunião com o corpo técnico do trabalho a matriz de priorização de facilidade, autonomia e impacto (FAI), conforme pode ser observado na Tabela 1. A linha de corte é baseada na matriz de priorização, onde a princípio foi atuado nas possíveis causas com o nível de priorização alto.

TABELA 1. Matriz de Priorização FAI

Itens	Projeto / Ação	Facilidade	N	Autonomia	N	Impacto	N	Grau de prioridade	Nível de priorização
1	Baixa utilização da prancha	1 a 3 meses	5	Você (ou sua área) pode realizar sozinho	5	Para toda entidade	5	10,00	Alto
2	Falta tarefa tensionamento das esteiras nos planos de manutenção	1 a 3 meses	5	Você (ou sua área) pode realizar sozinho	5	Somente na sua área	3	8,67	Alto
3	Prazo TAT elevado para o reformador de esteiras	6 meses a 1 ano	1	Precisa do Superior	1	Para toda entidade	5	4,67	Baixo
4	Inexistência da medição de buchas	1 a 3 meses	5	Você (ou sua área) pode realizar sozinho	5	Para toda entidade	5	10,00	Alto
5	Inobservância do desgaste dos segmentos	1 a 3 meses	5	Precisa de outras áreas	3	Para toda entidade	5	8,67	Alto
6	Inexistência plano sistêmico desgaste das buchas	1 a 3 meses	5	Você (ou sua área) pode realizar sozinho	5	Para toda entidade	5	10,00	Alto
7	Falta padrão de controle desgaste das buchas pela preditiva	1 a 3 meses	5	Você (ou sua área) pode realizar sozinho	5	Somente na sua área	3	8,67	Alto
8	Inexistência gabarito para tensionamento das esteiras	1 a 3 meses	5	Precisa de outras áreas	3	Somente na sua área	3	7,33	Médio
9	Armazenamento inadequado dos roletes na área de manutenção	3 a 6 meses	3	Precisa do Superior	1	Para toda entidade	5	6,00	Médio
10	Falha na gestão do giro das buchas	6 meses a 1 ano	1	Precisa de outras áreas	3	Para toda entidade	5	6,00	Médio
11	Falha no tensionamento das esteiras	1 a 3 meses	5	Precisa de outras áreas	3	Somente na sua área	3	7,33	Médio
12	Fornecedor único de esteiras	6 meses a 1 ano	1	Precisa do Superior	1	Para toda entidade	5	4,67	Baixo
13	Falta controle padrão deslocamento em 3ª marcha a frente e ré	1 a 3 meses	5	Você (ou sua área) pode realizar sozinho	5	Para toda entidade	5	10,00	Alto

Fonte: Dados da Pesquisa (2017)

Na Tabela 1, verifica-se o resultado da priorização das possíveis causas do estudo. O número de causas são 13 e foram tratadas 7 que tinham o maior grau de prioridade. Com as possíveis causas identificadas e a priorização definida, foi realizada uma verificação da situação dos subconjuntos de material rodante.

3.2.1.1 Controle de buchas

Em sequência, conforme matriz de priorização foi realizada uma verificação nas esteiras que estavam para ser enviadas para reforma. A Figura 4 ilustra duas fotos de como as buchas de um material rodante foram encontradas.



FIGURA 4. Imagem das buchas sucateadas. Fonte: Dados da Pesquisa (2017)

Conforme fotos apresentadas na Figura 4, verifica-se que não há um controle efetivo do desgaste das buchas. Foi identificado na bucha da primeira foto, por meio de medição por ultrassom que ela ainda podia ser utilizada caso existisse um controle de desgaste de buchas. Já na bucha da segunda foto, ela não podia ser reaproveitada, pois estava além do desgaste permitido para virada de buchas.

3.2.1.2 Controle de Velocidade dos Tratores de Esteira

Os tratores de esteira possuem rastreamento via satélite e por meio da telemetria pode-se verificar o deslocamento e marcha utilizada para deslocamento. Vale ressaltar, que o fabricante indica a utilização de 3ª marcha à frente e a ré somente em caso de emergência. O Gráfico 3 nos detalha como é realizado o deslocamento dos tratores de esteiras analisados.

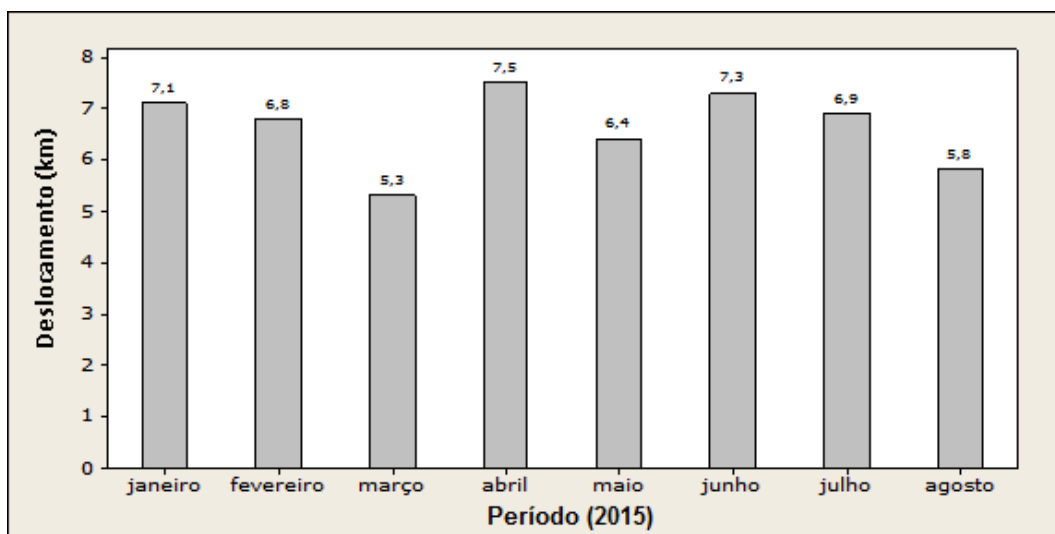


GRÁFICO 3. Deslocamento 3ª Marcha dos Tratores Esteira. Fonte: Dados da Pesquisa (2017)

O Gráfico 3 nos mostra que a operação dos cinco tratores de esteira está sendo utilizada de forma errônea, devido o excesso de utilização da 3ª marcha para deslocamento. Os tratores de esteira estão realizando grandes deslocamentos e principalmente, como o gráfico acima evidencia, os deslocamentos em 3ª marcha deveriam ser realizados em apenas caso de emergência, mas não é o que estava acontecendo na prática.

3.2.1.3 Tarefa de Tensionamento das Esteiras no Plano de Trabalho Preventivo

Seguindo a matriz de priorização, foi visto que o sistema de manutenção realiza a verificação dos planos de trabalho preventivos a fim de identificar a existência de orientação quanto ao tensionamento das esteiras. Observou-se que a tarefa de tensionamento das esteiras nas manutenções preventivas não está listada, o que é um erro da manutenção por não contemplação da atividade nos planos de trabalho.

3.2.1.4 Utilização da Prancha para Transporte dos Tratores de Esteira

A utilização da prancha é importante, pois aumenta a vida útil do conjunto material rodante dos tratores de esteira. Uma vez que, à medida que aumenta a temperatura com a distância de deslocamento o desgaste é acelerado, o que provoca o desgaste prematuro de todo o conjunto. O Gráfico 4 mostra as horas trabalhadas da prancha.

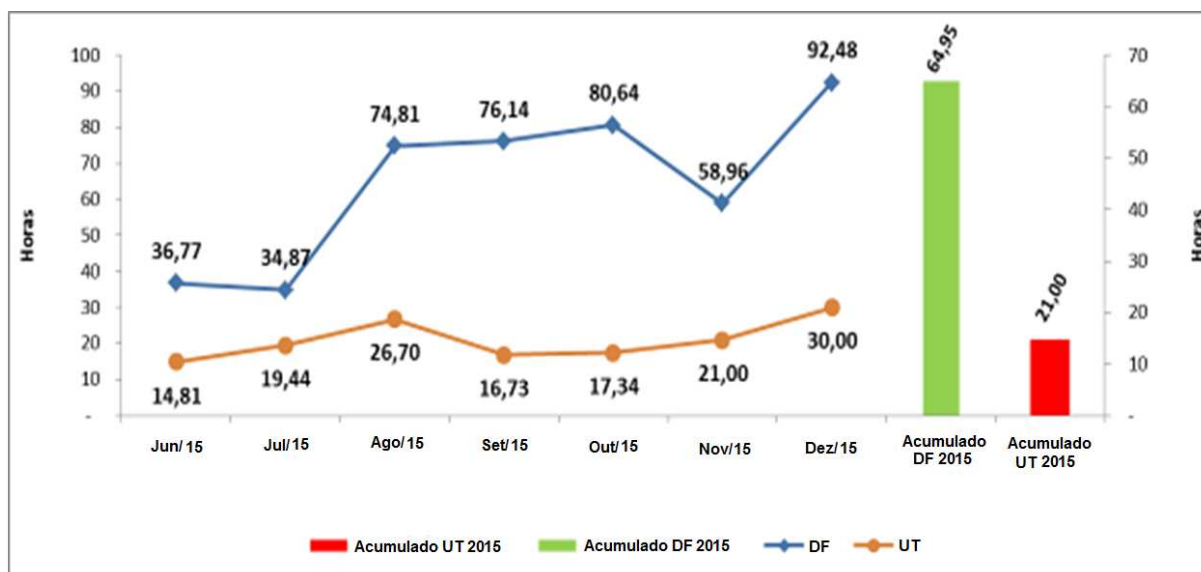


GRÁFICO 4. Disponibilização e Utilização da Prancha Transporte Equipamentos. Fonte: Dados da Pesquisa (2017)

Ao apurar os dados referentes à prancha, pode-se verificar que a utilização e as horas trabalhadas apresentadas no Gráfico 4 deixam evidente que a utilização da prancha para transporte dos tratores de esteira não era priorizada. O Gráfico mostra que com a baixa utilização da prancha os tratores eram obrigados a realizar grandes deslocamentos.

3.2.2 Plano de Ação

Após o levantamento dos dados em campo, realizado durante análise do processo, foi feita reunião para apresentação dos dados levantados. Na reunião, um plano de ação foi estruturado para resolver os problemas e atingir a meta estipulada pela empresa.

As ações podem ser verificadas no Quadro 3, que apresenta o plano de ação.

Nº	O que	Por que	Como	Quando	Status	Observação
1	Controlar medição do giro de buchas de esteira frota da infra	Garantir reutilização da bucha na reforma	Acompanhamento semanal através de planilha de controle	10/1/2016	Executado	Elaborado planilha controle desgaste das buchas das esteiras dos tratores de esteiras.
2	Solicitar cadastro do contrato	Para manter o estoque mínimo de componentes	Cadastrar itens na loja	10/1/2016	Cancelado	Ação Cancelada porque o fato de não termos um loja na impede de comprarmos os materiais necessários
3	Solicitar inclusão de tensionamento de esteira no plano de revisão de tratores de esteira	Para se criar uma sistemática de tensionamento de esteira	Verificar inclusão de tarefa no plano de revisão do equipamento – tratores de esteira, perfuratriz junto a Engenharia.	10/1/2016	Executado	Todos os planos de trabalho dos tratores de esteira contemplam atividade tensionamento de esteiras.

Nº	O que	Por que	Como	Quando	Status	Observação
4	Incluir tensionamento de esteira nos planos de revisão para tratores de esteira, perfuratriz e retroescavadeiras	Para se criar uma sistemática de esteira	Solicitar informação do setor responsável	10/1/2016	Executado	Todos os planos de trabalho dos tratores de esteira contemplam atividade de tensionamento de esteiras.
5	Disponibilizar um parâmetro de medição (Tabela) para tensionamento de esteira dos equipamentos da infra	Para garantir o tensionamento correto da esteira e evitar desgaste do material rodante dos tratores de esteira	Divulgar planilha de controle com orientação do fabricante quanto ao correto procedimento	10/1/2016	Executado	Procedimento elaborado, treinamento ao pessoal da manutenção
6	Verificar a utilização de esteira Dual-Bush para esteira da Komatsu	Oportunidade de elevar o custo benefício das esteiras	Alinhar com PCM para aquisição de uma esteira.	10/1/2016	Executado	Todas as áreas envolvidas, Engenharia, PCM e Manutenção foram alinhadas e estão cientes através de reunião realizada em 19/03/2017 sobre ganhos que este sistema trará para redução dos gastos
7	Verificar novos fornecedores de esteiras	Para verificar os ganhos possíveis e aplicação nos equipamentos na Mina	Entrar em contato com a engenharia e manutenção	10/1/2016	Executado	Verificado e tomada a decisão de implantação de sistema Dual Bushing
8	Utilizar prancha para deslocamento de equipamento	Para evitar que os equipamentos locomovam-se em distância longas	Criar um procedimento para transporte de equipamentos na Mina	10/1/2016	Executado	Elaborado um fluxograma utilização da prancha para deslocamento dos tratores de esteira
9	Verificar e controlar disponibilidade física e utilização da prancha	Para garantir a disponibilidade e utilização da prancha	Acompanhar as disponibilidades físicas e utilização mensal da prancha	10/1/2016	Executado	Instalado sistema de despacho na prancha e realizado acompanhamento mensal tratado em reunião gerencial.
10	Disponibilizar prancha para operação no estacionamento da Mina	Para facilitar o acionamento da mesma	Instalar motor de partida elétrico no equipamento prancha	10/1/2016	Cancelado	Realizado o cancelamento da ação, por não ser solução definitiva do problema a substituição do motor de partida.
11	Providenciar um estacionamento para o equipamento prancha na mina	Para facilitar o atendimento aos equipamentos que irão se deslocar na Mina	Disponibilizar um local na Mina para o estacionamento da prancha	10/1/2016	Cancelado	Rear o cancelamento da ação devido já existir estacionamento da oficina de manutenção.
12	Medir deslocamento mensal de tratores para as velocidades 3 para frente e ré	Para monitorar se o equipamento será operado de forma que acelera o desgaste dos materiais rodante	Solicitar ou extrair dados dos equipamentos que permitem controle do mês anterior	10/1/2016	Executado	Enviar planilha com dados até dia 10 do mês subsequente para Engenharia
13	Definir um controle de desgaste/limite mínimo e máximo de buchas de esteiras para frota de infra	Para elevar desempenho da esteira sem perder o giro de bucha	Por meio de dados coletados e elaborar os limites definidos	10/1/2016	Executado	O limite foi estabelecido em dados históricos. Não considerar manual do fabricante. Planilha elaborada e implementada na manutenção.

QUADRO 3. Plano de Ação. Fonte: Dados da Pesquisa (2017)

Após a elaboração do plano de ação e apoio do corpo técnico envolvido na execução do estudo, foi iniciada a implementação das ações propostas.

Na implementação das ações, foi verificada pela equipe de área que três ações não necessitariam se desenvolver. Assim, foram canceladas, por não influenciarem no resultado final do estudo, sendo realizadas 76,92% das ações propostas.

3.2.3. Verificação dos Resultados

Após a completa implantação do plano de ação proposto, foi executado o monitoramento periódico dos resultados para certificar os efeitos das ações. Ao final do período de implementação, pôde-se identificar que as ações foram eficazes, conforme nos mostra o Gráfico 5.

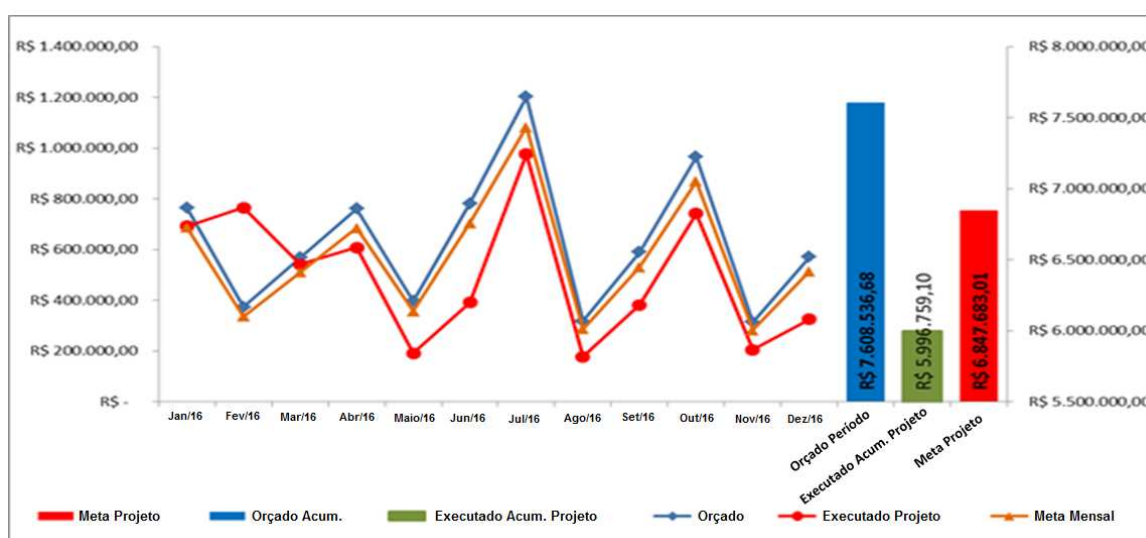


GRÁFICO 5. Evolução Gastos Material Rodante. Fonte: Dados da Pesquisa (2017)

O Gráfico 5 mostra que o estudo em questão obteve ganhos significativos no que tange gastos com materiais rodantes. O estudo em questão obteve ganhos que podem ser distribuídos como qualitativos e quantitativos. Como ganhos qualitativos pode-se citar: envolvimento de toda a equipe para tratamento de desvios e atualização dos planos de manutenção.

Já os ganhos quantitativos foram: redução ao custeio da conta de materiais rodantes na ordem de R\$ 1.187.635,15 no final do ano de 2016; aumento da vida útil de peças que compõem materiais rodantes.

3.2.4 Padronização e Manutenção dos Resultados

Para manutenção e padronização dos resultados ao final do estudo, foi realizado primeiro a atualização dos planos de trabalho. O Quadro 4 apresenta um plano de trabalho.

TAREFA	DESCRIÇÃO	DURAÇÃO
1	EXECUTAR 5S NO EQUIPAMENTO E /OU BOX ANTES DE INICIAR AS TAREFAS	00:20
2	TRUCK-VERIFICAR FOLGA NAS BALANCAS E PINOS DOS TRUCKS (COM EQUIPAMENTO CALÇADO EM CAVALETES)	00:08
3	TRUCK-VERIFICAR FOLGA NO PINO CENTRAL DE PIVOTAMENTO DA BARRA EQUALIZADORA	00:05
4	TRUCK-VERIFICAR CONSERVAÇÃO/DESGASTE/TRINCAS NO MATERIAL RODANTE	00:04
5	TRUCK-VERIFICAR CONSERVAÇÃO E FIXAÇÃO DAS RODAS GUIA	00:10
6	TRUCK-VERIFICAR CONSERVAÇÃO E FIXAÇÃO DOS ROLETES (PARAFUSOS DESAPERTADOS/QUEBRADOS)	00:15
7	TRUCK-VERIFICAR CONSERVAÇÃO E FIXAÇÃO DOS GUIAS DAS ESTEIRAS E TAMPAS DOS PINOS CARTRIDGE	00:10
8	TRUCK-VERIFICAR AJUSTE/TENSIONAMENTO ESTEIRAS CONF. PROCEDIMENTO	00:20
9	EXECUTAR 5S NO EQUIPAMENTO E /OU BOX APÓS O TÉRMINO DAS TAREFAS	00:20

QUADRO 4. Plano de Trabalho. Fonte: Dados da Pesquisa (2017)

Com a atualização dos planos de trabalho, conforme Quadro 4, pode-se garantir que a execução da manutenção foi orientada a executar o serviço de tensionamento em todas as manutenções preventivas executadas nos tratores de esteira.

Para garantir que a operação diminuirá a distancia de deslocamento com os tratores de esteira, ficou acordado entre as gerencias de produção e manutenção a programação desta atividade quando a distancia for maior que 500 m ficando responsável pela execução o supervisor de produção. Deste modo, os deslocamentos necessários na mina serão minimizados proporcionando o aumento da vida útil dos conjuntos de esteiras, uma vez que os grandes deslocamentos provocam aceleração do desgaste das esteiras.

No que diz respeito ao aproveitamento máximo das buchas e pinos das esteiras, os inspetores dos tratores de esteira ficaram responsáveis pela indicação da necessidade de giro ou não das buchas devido ao desgaste. Ficaram responsáveis também pela programação a curto ou médio prazo, para a substituição das esteiras, conforme percentual de desgaste apresentado nas medições das buchas.

4. CONCLUSÃO

Diante do cenário de alta competitividade e a busca por novas alternativas a manutenção assume um papel importante, pois têm como função principal eliminar a variabilidade dos sistemas, fazendo com que sejam alcançados os padrões esperados de excelência operacional em qualidade, desempenho e custos. Para esta pesquisa, foi utilizada como objeto desta análise, uma frota de tratores de esteira de uma empresa do ramo da mineração, por apresentar gastos elevados de manutenção.

Neste trabalho, foram apresentadas medidas necessárias para que o trabalho fosse executado de forma que os resultados obtidos fossem sólidos e permanentes.

Com este estudo conclui-se que a manutenção proporciona o aumento da vida útil, através de atitudes que minimizam o impacto das variáveis do desgaste do material rodante conforme abaixo:

O estudo buscou aprofundar nas variáveis que poderiam estar levando a perda prematura do conjunto material rodante dos tratores de esteira para entender estas variáveis e saber como mitigar ou minimizar o impacto delas sobre o material rodante. Com este aprofundamento no assunto, constatou-se que a velocidade dos equipamentos e os grandes deslocamentos que estes equipamentos vinham realizando estavam impactando diretamente a vida útil deste conjunto com aceleração do desgaste do conjunto, além da inexistência de controle do desgaste das buchas e falha no plano de trabalho do equipamento.

Com os principais fatos apontados, verificados e certificados, proposta no trabalho em redução nos gastos com material rodante. A redução alcançada no custeio da conta de materiais rodantes foi na ordem de R\$ 1.187.635,15 no final do ano de 2016.

Este trabalho veio proporcionar algumas possibilidades através da utilização dos conhecimentos adquiridos no âmbito acadêmico em acordo com os anseios da manutenção em contribuir para o sucesso da empresa e para alcançar seus objetivos utilizando da melhor estratégia de trabalho na busca pelos resultados.

O estudo sugere que as ações propostas neste estudo sejam revisitadas periodicamente para a manutenção da redução alcançada e que para ampliação deste trabalho seja realizado uma abordagem mais ampla dos equipamentos realizando um controle também dos materiais de desgastes, que é a segunda maior fonte de gastos na manutenção relacionado a tratores de esteiras.



REFERÊNCIAS

- CATERPILLAR. **CTS BOOK** - Serviço Especializado de Material Rodante – 15ª Edição, 2003.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. Manutenção: **Função estratégica**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- MARÇAL, R. F. **Gestão da Manutenção**. Ponta Grossa: Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção (PPGEP). 2006.
- MARSHALL JUNIOR, I. et al. **Gestão da Qualidade**. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2004.
- PEINEDO, Jurandir; REIS, Alexandre. **Administração da Produção**. UNICEMP – Centro Universitário Positivo, Curitiba, 2007.
- RICARDO, H. S.; CATALINI, G. **Manual Prático de Escavação**. Pini Editora, 3ª Edição. São Paulo, 2007.
- SLACK, Nigel. *et al.* **Administração da Produção**. Revisão técnica Henrique Corrêa, Irineu Giansesi. - 1. Ed.-10. Reimpr. -São Paulo: Atlas, 2006.
- VIANA, Herbert Ricardo Garcia. PCM – **Planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.