

ALTO ÍNDICE DE TROCA DE BOMBA DE DIREÇÃO DA FROTA DE CAMINHÕES 785C CATERPILLAR¹

Antonio Carlos da Silva²
Hugo Felipe Almeida Cunha³
Mauricio Lopes Pinheiro⁴
Mauro da Silva Rosa²
Rafael Rodrigues Pereira²
Renan Reis Magalhães²
Rhandolfo da Silva Oliveira²

Resumo

O trabalho consiste na resolução de um problema da área de Manutenção em Caminhões Fora de Estrada Caterpillar 785C do Complexo Minerador de Mariana – VALE. O alto índice de troca de bombas de direção eleva muito o custo e a perda de disponibilidade dos equipamentos, resultando em perda de produção e lucro. Contribuindo para a falta de confiabilidade de nossos equipamentos e serviços que é o nosso principal produto. Nosso objetivo com este trabalho é reduzir significativamente as perdas e os baixos números gerados pelas trocas de bombas de direção em nossa frota. Para a resolução deste problema foi aplicado a metodologia do PDCA e assim confeccionado um dispositivo para pressurização do tanque hidráulico da direção, este dispositivo atua na causa fundamental das quebras das bombas com eficiência, gerando bons resultados com baixo custo de construção.

Palavras-chave: Bomba; Direção; Caminhões.

HIGH INDEX OF EXCHANGE OF STEERING PUMP FLEET TRUCK CATERPILLAR 785C

Abstract

The work consists in solving a problem in the area of Maintenance Truck Caterpillar 785C Off-Road Complex Mariana Miner - Vale. The high rate of return for steering pumps takes much cost and loss of availability of equipment, resulting in lost production and profit. Contributing to the lack of reliability of our equipment and services is our main product. Our goal with this work is to significantly reduce the losses and the low numbers generated by the exchange of steering pumps in our fleet. To solve the problem since it was applied the methodology of PDCA and so made a device for pressurizing the hydraulic tank's direction, this device operates on the fundamental cause of the breakage of pumps with efficiency, generating good results with low cost of construction.

Key words: Pump; Direction; Trucks.

¹ Contribuição técnica ao 67º Congresso ABM - Internacional, 31 de julho a 3 de agosto de 2012, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Técnico Mecânico, Vale, Brasil.

³ Graduando em Engenharia Mecânica, Vale, Brasil.

⁴ Técnico Elétrica, Vale, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

O trabalho consiste na resolução de um problema da área de Manutenção em Caminhões Fora de Estrada Caterpillar 785C do Complexo Minerador de Mariana – VALE. O problema selecionado e resolvido se atem ao sistema de direção dos caminhões, que é responsável pelo direcionamento do equipamento em seu trajeto. Este sistema é um dos mais importantes, a sua falha pode resultar na perda ou falta do controle da direção o que pode resultar em um acidente. Além disto, o alto índice de troca de bombas de direção eleva muito o custo e a perda de disponibilidade dos equipamentos, resultando em perda de produção e lucro. Contribuindo para a falta de confiabilidade de nossos equipamentos e serviços que é o nosso principal produto. Nosso objetivo com este trabalho e reduzir significativamente as perdas e os baixos números gerados pelas trocas de bombas de direção em nossa frota. Para a resolução desde problema utilizamos a metodologia do PDCA (Planejar – Executar – Verificar – Atuar). Com a aplicação da metodologia, chegamos a confecção de um dispositivo para pressurização do tanque hidráulico da direção que tem baixo custo de e acima de tudo é eficiente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi totalmente baseado na metodologia do PDCA (Planejar – Executar – Verificar – Atuar) que consiste em oito etapas que são:

- *Identificação do problema* – Nesta fase procurou-se levantar os problemas existentes na área de trabalho, levando em conta as sugestões e opiniões dos integrantes do grupo, relatos e ocorrências de acidentes ou quase acidentes, dificuldades encontradas por outros funcionários dentro da área de trabalho, dentre outras formas. Com esse levantamento, pode-se assim definir o principal problema.
- *Observação do problema* – Nesta fase procurou-se detalhar melhor o problema. Para isso foram feitos levantamentos de dados, fatos e números. Com as informações obtidas pode-se quantificar o impacto do problema nos resultados e metas, além da sua frequência e situações de ocorrência
- *Análise do problema* – Nesta fase procurou-se chegar a causa fundamental, para isso foram levantados pelos autores as possíveis causas e assim a mais significativa delas, podendo então fazer uma análise aprofundada e constatar a causa fundamental.
- *Plano de Ação* – Nesta etapa foram levantado possíveis ações para a solução do problema, definindo a melhor ação a ser tomada, levando em conta alguns critérios. Nesta fase também foi dividida as ações e estipulado prazos.
- *Execução* – Nesta etapa os autores executam o que foi proposto pelo plano de ação.
- *Verificação* – Nesta etapa procura-se verificar se com o trabalho foram alcançados os objetivos e metas, se o projeto foi eficiente, se ocorreu algum desvio e o que fazer para corrigi.
- *Padronização* – Nesta etapa busca a padronização para que o problema não volte a ocorrer, isto é feito através de desenhos técnicos, treinamentos, divulgação.
- *Conclusão*.

3 RESULTADOS

3.1 Identificação do Problema

Em reunião do Grupo Evolução GP foram levantados os problemas da área de trabalho dos integrantes. Para este levantamento utilizou-se a ferramenta Brainstorming (Tempestade de Idéias) onde foram listados 22 problemas, que são:

- alto índice de contaminação do sistema hidráulico dos caminhões fora-de-estrada Caterpillar 785C;
- alto índice de vazamento em suspensões dianteira e traseira dos caminhões fora-de-estrada Caterpillar 785C;
- troca excessiva de escadas de acesso à cabine dos caminhões fora-de-estrada Caterpillar 785C;
- alto índice de passagem de compressão do motor diesel para o radiador dos caminhões fora-de-estrada Caterpillar 785C;
- parada de caminhões fora-de-estrada Caterpillar 785C devido à entrada de ar no sistema de diesel do motor;
- dificuldade para soldar trinca no tubulão central do chassi dos caminhões fora-de-estrada Caterpillar 785C;
- alto índice de caminhões que vêm para manutenção com material aderido à caçamba;
- dificuldade na limpeza do pátio devido à queda de materiais provenientes da caçamba dos equipamentos;
- dificuldade para trocar pino da barra estabilizadora dos caminhões fora-de-estrada Caterpillar 785C;
- dificuldade para reaproveitar o óleo drenado dos caminhões fora-de-estrada Caterpillar 785C;
- alto índice de troca de mangueiras do sistema hidráulico dos caminhões fora-de-estrada Caterpillar 785C;
- dificuldade para sacar o pino do cilindro de direção dos caminhões fora-de-estrada Caterpillar 785C do alojamento;
- alto índice de trinca no alojamento do diferencial dos caminhões fora-de-estrada Caterpillar 785C;
- dificuldade para remover pino do pivotamento da balsa dos caminhões fora-de-estrada Caterpillar 785C;
- alto índice de suspensões dianteiras socando devido à falta de calibragem;
- dificuldade para instalar o motor de partida dos caminhões fora-de-estrada Caterpillar;
- alto índice de quebra dos parafusos do suporte de fixação do tanque diesel;
- dificuldade para trocar a válvula orbitrol do sistema de direção;
- alto índice de alta temperatura do óleo da direção;
- alto índice de vazamento de óleo do sistema da direção;
- alto índice de quebra prematura da bomba de direção; e
- alto índice de paradas dos caminhões fora-de-estrada devido à direção pesada.

Para melhor identificar o problema, eles foram separados por natureza (Qualidade; Custo; Atendimento; Moral e Segurança) utilizando-se o Gráfico de Pareto. Percebeu-se que os problemas relacionados ao custo correspondem a 50% do total, motivo pelo qual o trabalho do grupo foi direcionado para esta natureza.

Em seguida, os problemas de custo foram estratificados por sistemas: Direção; Hidráulico; Estrutura; Suspensão e Motor. Novamente utilizou-se o Gráfico de

Pareto. Observou-se que os problemas relacionados ao sistema de direção correspondem a 36,36% do total, motivo pelo qual toda atenção foi concentrada nesse sistema.

Os problemas selecionados então foram definidos:

- alto índice de paradas dos caminhões a devido à direção pesada;
- alto índice de alta temperatura do óleo da direção;
- alto índice de troca de bomba de direção; e
- alto índice de vazamento de óleo do sistema da direção.

Os 4 problemas do sistema de direção relacionados a natureza custo foram levados para uma matriz de priorização GUT (Gravidade, Tendência, Urgência) Tabela 1, onde cada um dos integrantes do Grupo Evolução GP votou em cada um dos problemas, com notas variando de 1 a 5, em cada um dos critérios escolhidos. Ao final somaram-se os pontos e assim definiu-se o problema.

Tabela 1. Matriz de Priorização

Matriz de Priorização				
Problema no Sistema de Direção Natureza custo	Critério de Priorização			Total
	Gravidade	Urgência	Tendência	
Alto índice de paradas dos caminhões 785C a devido à direção pesada	16	11	15	42
Alto índice de alta temperatura do óleo da direção dos caminhões 785C	22	18	17	57
Alto índice de troca da bomba de direção dos Caminhões 785C	28	22	26	76
Alto índice de vazamento de óleo do sistema da direção dos Caminhões 785C	24	17	15	56

De acordo com as informações obtidas da Matriz de Priorização, priorizou-se o problema “Alto Índice de Troca da Bomba de Direção dos Caminhões 785”, que obteve o maior número de pontos, 76.

3.1.1 Um breve histórico

O problema sempre foi observado nos caminhões 785C, mas passou a ser parte do cotidiano no Complexo Mariana em 2001, quando a Vale incorporou a Samitri, seus equipamentos e instalações. A utilização desses equipamentos e a ocorrência do problema começaram a influenciar diretamente nos números e resultados da área.

Para iniciar o trabalho levantou-se o número de trocas de bombas de Direção dos Caminhões 785C (Gráfico 1), e através do gráfico representado na Figura 1, percebeu-se que de julho de 2010 a junho de 2011 foram trocados 12 bombas a mais que no mesmo período anterior. Isso mostrou para o grupo que o problema poderia estar tomando uma proporção linear, ou seja, a cada ano teríamos mais trocas de bombas de direção na nossa frota. Este fato deixou o grupo motivado a buscar uma solução para o problema.

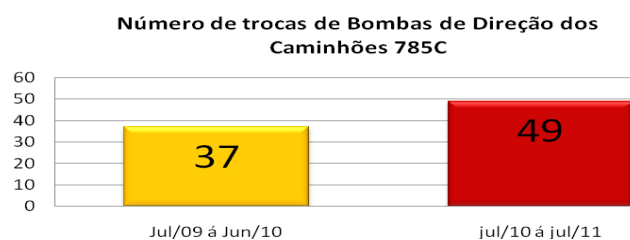


Gráfico 1. Números de trocas de Bombas de Direção dos Caminhões 785c.

Para conhecer mais o problema, todo o sistema foi estudado, os circuitos hidráulicos e seus componentes foram analisados. As perdas atuais e ganhos que seriam viáveis foram levantados segundo o critério do QCAMMS (Qualidade - Custo - Atendimento - Meio Ambiente - Moral – Segurança), como segue:

- Perdas atuais:
 - qualidade: manutenção demorada;
 - custo: elevado custo com as trocas das bombas;
 - atendimento: paradas excessivas para troca de bombas; paradas pós-revisão;
 - meio ambiente: descarte excessivo de óleo de direção;
 - moral: baixa moral dos executantes; baixa confiabilidade com o cliente (operação); e
 - segurança: exposição dos executantes a mesma atividade por várias vezes.
- Ganhos viáveis:
 - qualidade: agilidade na manutenção;
 - custo: menor custo com troca de bombas direção;
 - atendimento: menor número de paradas para troca de bombas; melhoria do pós-revisão;
 - meio ambiente: redução do descarte de óleo de direção;
 - moral: moral elevada dos executantes; maior confiabilidade com o cliente (operação);
 - segurança: menor exposição dos executantes à atividade.

Após a identificação e definição do problema – “Alto Índice de Troca da Bomba de Direção dos Caminhões 785”, iniciou-se a fase de observação do problema.

3.2 Observação do Problema

Nesta fase procurou-se detalhar melhor o problema. Para isso foram feitos levantamentos de dados, fatos e números. Com as informações obtidas pode-se quantificar o impacto do problema nos resultados e metas, além da sua frequência e situações de ocorrência. Para isso, alguns questionamentos simples foram feitos:

- O que é o problema? Alto índice de troca de bomba de direção dos caminhões 785C.
- Onde ocorre? Na frota de caminhões de grande porte Caterpillar 785C.
- Quando ocorre? Nas manutenções corretivas e preventivas.
- Com quem ocorre? Com a equipe de manutenção mecânica dos caminhões de grande porte Caterpillar 785C.
- Como ocorre? Com o desgaste, travamento, quebra da bomba (Figuras 1 a 3).



Figura 1. Placa de fixação dos pistões da Bomba danificada.



Figura 2. Placa de angulação da Bomba danificada.



Figura 3. Pistão da bomba de Direção danificado.

- Porque Ocorre? Por que ocorre aquecimento, baixa pressão ou fim da vida útil das bombas.

- O que já foi feito para corrigir o problema? Até o momento, as manutenções são executadas de acordo com o manual do fabricante.

- Existem outras gerências na Vale com o mesmo problema? Todas as áreas que possuem caminhões fora de estrada Caterpillar 785C.

Dando continuidade, realizou-se novo Brainstorming (Tempestade de Idéias) das informações que seriam necessárias para conhecer melhor o problema e assim poder particularizá-lo:

- Pressão de trabalho da bomba de direção
- Vida Útil esperada
- Vida Útil média atingida
- Porcentagem de Vida Útil atingida x Quantidade
- Tempo gasto para troca em corretiva
- Tempo nas Trocas dos Componentes do Sistema de direção
- Custo com Componentes do Sistema de Direção
- Causas das Trocas das Bombas de Direção
- Custo com uma troca de bomba
- Números de Paradas Pós-Revisão

Para coletar estes dados usou-se a ferramenta do PDCA - Plano de Ação 5W1H (O quê – Quem – Onde - Como – Quanto – Quando), onde foi definido o que cada integrante do grupo deveria executar para coletar os dados, bem como datas limite

Após essa definição os integrantes do grupo foram em busca dos dados. Todas as tarefas foram executadas dentro dos prazos estabelecidos. Os dados foram os seguintes:

- Pressão de Trabalho da Bomba de Direção: Segundo o fabricante dos Caminhões, a pressão da bomba de direção deve ser ajustada na válvula compensadora com o valor de 2550 ± 50 psi.
- Vida Útil Esperada da Bomba de Direção: A vida útil esperada da bomba de Direção é de 10.000 horas trabalhadas.

- Vida Útil média atingida das Bombas de Direção: Levantou-se a vida útil de todas as bombas trocadas entre julho de 2009 e junho de 2011. Um gráfico de tendência foi desenvolvido no Gráfico 2. A tendência foi analisada e calculou-se a vida útil média atingida pelas bombas, que foi de 4869,5 horas.

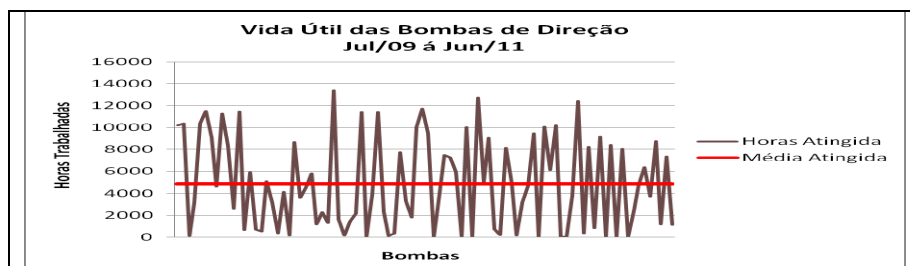


Gráfico 2. Tendência da vida útil das bombas

- Verificação do tempo gasto para troca da bomba de direção: Para esta verificação, foi calculada a média dos tempos gastos para a troca de bomba de direção em corretiva, a partir do Gráfico 3. O tempo médio para troca encontrado foi de 16,17 horas. Levantaram-se também as horas paradas para troca de bombas entre agosto de 2010 e julho de 2011, onde foram totalizadas 425 horas e 30 minutos de manutenção no Gráfico 4. Em manutenção preventiva, devido às condições favoráveis, este tempo é estimado pela programação em 8 horas.

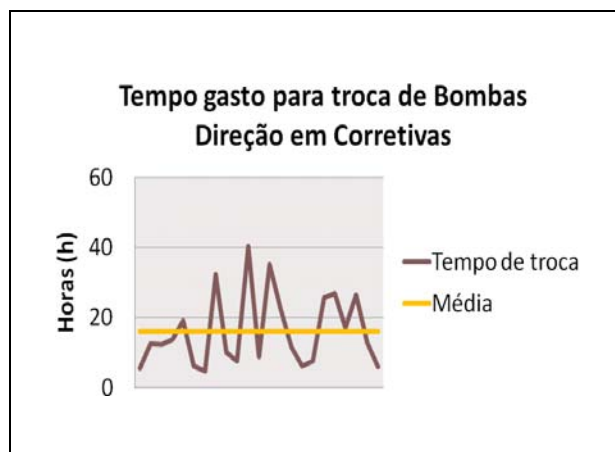


Gráfico 3. Tempo médio para troca de bombas de direção em manutenções corretivas.



Gráfico 4. Horas corretivas para troca da bomba de direção.

- Verificação do tempo gasto com troca de outros componentes do sistema de direção: Verificou-se que no sistema de direção a bomba é o componente em que mais se gasta tempo para efetuar a troca – 8 Hh (Homens/hora), seguida pela Válvula Orbitrol e Barra de Direção, ambas com 6Hh e logo após Acumulador de Nitrogênio, com 4Hh.
- Perda de Produção: Foi levantado o valor perdido na produção enquanto o caminhão passa por manutenções do sistema de direção. Cada caminhão produz 375 ton./hora. Levando-se em conta as 425 horas e 30 minutos para a manutenção e um custo médio de R\$ 0,96/ton., estima-se uma perda de R\$ 153.180,00 ao ano.

Custo com componentes do sistema de Direção – Ano 2010

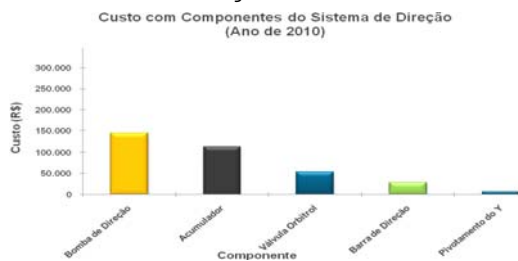


Gráfico 5. Custo com componentes do Sistema de direção – Ano 2010.

Disponibilidade Física (DF) média perdida em corretiva por bomba de direção: 0,16%



Gráfico 6. Disponibilidade Física (DF) Perdida em corretiva por bomba de direção.

Número médio de paradas pós-revisão no sistema de direção: 4 paradas



Gráfico 8. Parada Pós-revisão no sistema de direção.

Porcentagem de vida útil atingida x quantidade

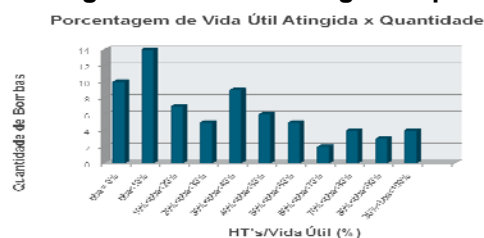


Gráfico 9. Porcentagem de vida útil x quantidade.

Motivos de trocas de bombas de direção



Gráfico 10. Motivos de trocar de bombas de direção.

3.2.1 Particularizando o problema

Ao analisarmos todos os dados e gráficos levantados, verificamos que o mais impactava nos nossos resultados e o que nos mostravam números abaixo do proposto estavam relacionados a Vida útil das bombas de direção, como podemos verificar nos gráficos Vida Útil das Bombas de Direção e Porcentagem de vida Útil Atingida x Quantidade. Onde observamos que as bombas não atingem a 50% da Vida Útil esperada e que as quebras das bombas ocorrem entre 0 e 30% da vida útil esperada.

A partir da análise dos dados coletados, o problema foi então particularizado e definido como sendo a **Quebra Prematura das Bombas de Direção**.

3.2.2 Definição de objetivos e metas

Pretendem-se alcançar os seguintes objetivos com este trabalho:

- Melhoria da satisfação e confiabilidade (Operação)
- Manutenções facilitadas.

As metas a serem alcançadas são:

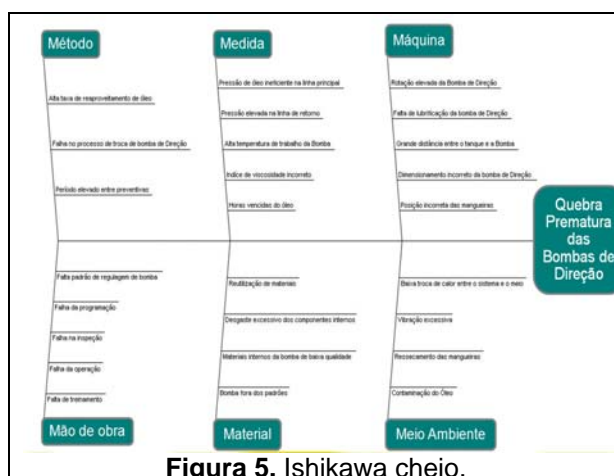
- Redução de 50% das trocas de bombas com até 20% de vida útil
- Diminuição das paradas pós-revisão, de 4 para 2 paradas.

3.3 Análise do Problema

Para levantamento das hipóteses de causa foi realizado um Brainstorming e as seguintes causas foram apontadas como possíveis:

<p>Alta taxa de Reaproveitamento de Óleo; Alta temperatura de trabalho da Bomba; Baixa troca de calor entre o sistema e o meio externo; Bomba fora dos padrões; Contaminação do Óleo; Desgaste excessivo dos componentes internos; Dimensionamento incorreto da bomba de Direção; Falha de inspeção; Falha de operação; Falha de programação; Falha no Processo de Troca de bomba de Direção; Falta de lubrificação da bomba de Direção; Falta de padrão de regulação de bomba;</p>	<p>Falta de treinamento; Grande distância entre o tanque e a bomba; Horas vencidas do óleo; Índice de viscosidade incorreto; Matérias internas da bomba de baixa qualidade; Período elevado entre preventivas; Posição incorreta das mangueiras; Pressão de óleo ineficiente na linha principal; Pressão elevada na linha de retorno; Ressecamento das mangueiras; Reutilização de materiais; Rotação elevada da Bomba de Direção; Vibração excessiva.</p>
---	--

Depois de listadas as possíveis causas, o seguinte diagrama de Ishikawa foi elaborado nos Gráficos 11 e 12.



3.3.1 Definição da causa mais significativa

Para definição da causa mais significativa todas as hipóteses foram testadas. A seguir, à hipótese aceita foi aplicado o teste dos 5 porquês (Tabela 3).

Tabela 3. Problema Particularizados

Problema Particularizado		
Quebra Prematura das Bombas de Direção		
Causa Provável	Status	Justificativa
Falta de lubrificação da bomba de direção	Não aceita	Pois a lubrificação é feita diretamente pela própria linha de sucção da bomba
Dimensionamento incorreto da Bomba	Não aceita	Pois a bomba é dimensionada pelo fabricante do caminhão
Alta taxa reaproveitamento do óleo	Não aceita	Pois Existe procedimento para trocar todo o óleo do sistema toda vez que for trocado a bomba.
Falha no processo de troca de bombas	Não aceita	Pois existe procedimento para troca de bombas e manual do fabricante com todas as informações.
Contaminação do Óleo	Não aceito	Pois o sistema é fechado e ainda existe análise e controle do óleo.
Pressão elevada na linha de retorno	Não aceita	Pois alta pressão na linha de retorno é causada pela obstrução do filtro de retorno e o mesmo é trocado nas Revisões
Alta temperatura de trabalho da Bomba de Direção	Aceita	Pois a alta temperatura dilata as peças internas causando desgaste excessivo e travamento da bomba, danifica as vedações causando fugas internas e cavitação da bomba.
Falha de inspeção	Não aceita	Pois é feita inspeção nos equipamentos mensalmente
Falta padrão regulagem bomba	Não aceita	Pois é executado segundo especificações do fabricante para a atividade
Desgaste excessivo dos componentes	Não aceito	Pois os materiais são fabricados para suportar o desgaste, são materiais de primeira qualidade e trocados por horas trabalhadas.
Reutilização de materiais	Não aceita	Pois nas trocas são requisitados materiais novos e se tem o controle de todos os materiais

3.3.2 Testes dos porques

Alta temperatura de trabalho da Bomba de Direção

Porque acontece?	•Porque a bomba trabalha com deficiência de lubrificação
Por quê?	•Porque são formadas pequenas bolhas de ar junto ao óleo
Por quê?	•Porque existe ar na linha de sucção da bomba
Por quê?	•Porque o ar não foi removido totalmente da linha de sucção
Por quê?	•Procedimento de “Sangria” (retirada do ar) da linha de sucção ineficiente.

Figura 7. Testes dos porques

Depois da aplicação dos testes, pode-se definir a causa fundamental, seja ela: Procedimento de “Sangria” (retirada do ar) da linha de sucção ineficiente.

Quando a retirada de ar da linha de sucção é ineficiente, este ar se desloca pela tubulação ate a bomba, onde colidem diretamente com as partes moveis da bomba que trabalham neste momento sem lubrificação e é gerado cavitação o que gera desgaste excessivo, aquecimento e uma futura quebra e troca.

3.4 Plano de Ação

Para a proposta de soluções foi realizado outro Brainstorming. As possíveis soluções apontadas foram:

- Confecção de dispositivo para facilitar a troca da bomba de direção;
- Confecção de dispositivo para pressurização do tanque hidráulico da Direção;
- Modificação do óleo utilizado no sistema de Direção;
- Modificação da posição do Tanque Hidráulico da Direção;
- Modificação do material interno da bomba, por um mais resistente a abrasão;
- Modificação do procedimento de instalação da bomba de direção;
- Modificação do sistema de Direção Hidráulica para Direção Mecânica;
- Substituição do modelo da bomba de pistão por bomba de engrenagem.

Para seleção das possíveis soluções, utilizou-se o QCAMMS, com os seguintes critérios:

Qualidade:	• A solução oferece qualidade e rapidez na execução da tarefa?
Custo:	• Relação custo/benefício da solução?
Atendimento:	• A solução atende as partes envolvidas?
Meio Ambiente:	• A solução considera e respeita os aspectos ambientais?
Moral:	• A solução eleva moral do grupo e dos executantes?
Segurança:	• A solução atende os critérios de segurança?

Gráfico 11. QCAMMS.

As possíveis soluções foram analisadas e as três prováveis soluções que atendem aos critérios foram selecionadas:

Tabela 4. Prováveis Soluções

Prováveis Soluções	Q		C		A		M		M		S	
	sim	não	sim	não	sim	não	sim	não	sim	não	sim	não
Modificar Óleo utilizado no sistema de Direção		x	x		x			x		x	x	
Modificar procedimento de instalação da bomba de direção.	x		x		x		x			x	x	
Substituir modelo da bomba de pistão por bomba de engrenagem.	x		x		x		x		x		x	
Modificar material interno da bomba, por um mais resistente a abrasão.	x		x		x		x		x		x	
Confeccionar dispositivo para pressurização do tanque hidráulico da Direção.	x		x		x		x		x		x	
Modificar sistema de Direção Hidráulica para Direção Mecânica.		x	x			x	x			x		x
Confeccionar dispositivo para facilitar a troca da bomba de direção.	x		x			x	x		x		x	
Modificar a posição do Tanque Hidráulico da Direção.		x	x		x		x		x			x

1- Substituição do modelo da bomba de pistão por bomba de engrenagem;
 2- Modificação do material interno da bomba, por um mais resistente à abrasão;
 3- Confecção de dispositivo para pressurização do tanque hidráulico da direção.
 Para determinação da melhor solução, entre as 3 selecionadas, utilizou-se o diagrama de viabilidade com os seguintes critérios:

Viabilidade Técnica	•É tecnicamente viável?
Viabilidade Política	•É viável para o grupo e para a área?
Viabilidade Ambiental	•Modifica o Equipamento? Reduz os riscos ambientais?
Viabilidade Econômica	•O custo da solução será menor que o prejuízo do problema?
Viabilidade Segurança	•Oferece segurança, diminuindo os riscos de acidentes?
Viabilidade Continuidade	•A solução pode se estender a outros equipamentos e outras áreas?

Figura 8. Viabilidades.

A solução selecionada dentre as três prováveis foi Confecção de dispositivo para pressurização do tanque hidráulico da direção. Esta solução atendeu todos os critérios e estão no gráfico abaixo:

3.4.1 Estudo de viabilidade da solução aprovada

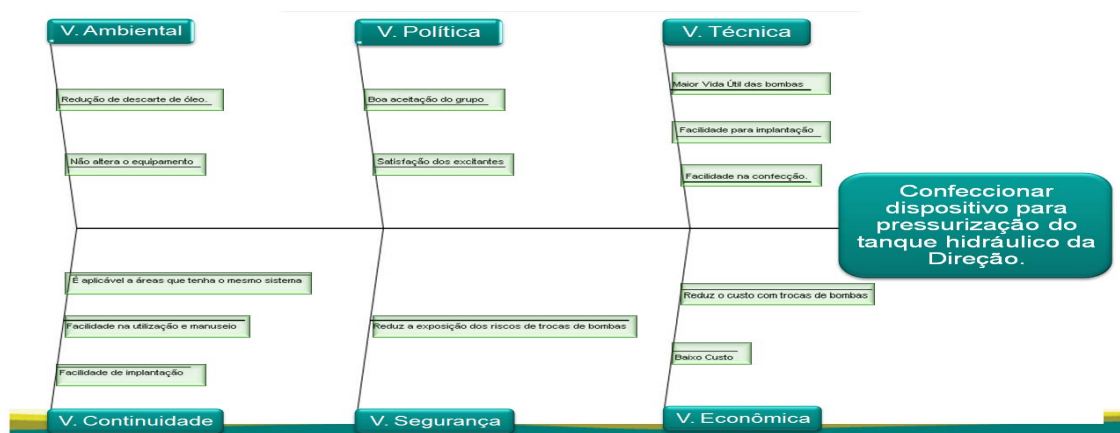


Figura 9. Viabilidade da Solução.

Depois de selecionada a solução adequada, o plano de ação foi elaborado tendo como base a ferramenta 5W2H, onde foi:

Para coletar estes dados usou-se a ferramenta do PDCA - Plano de Ação 5W2H (O quê – Quem – Onde - Como – Quanto – Por Que – Quando), onde foi definido o que cada integrante do grupo deveria executar para a confecção, bem como datas limite. Orçamento da confecção do dispositivo:

Tabela 6. Lista de Material

Lista de Material			
Material	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
Manômetro (35 psi)	1	R\$ 159,99	R\$ 159,99
Registro	3	R\$ 182,24	R\$ 546,72
Tampa do Tanque	1	R\$ 37,19	R\$ 37,19
Regulador de Pressão	1	R\$ 178,00	R\$ 178,00
Mangueira	2	R\$ 120,00	R\$ 240,00
Niple's	8	R\$ 42,21	R\$ 337,68
Engate Rápido Fêmea	1	R\$ 68,04	R\$ 68,04
Engate Rápido Macho	1	R\$ 16,24	R\$ 16,24
Total			R\$ 1.583,86

Mão de Obra			
Mecânicos (H)	Horas (h)	Valor (R\$/Hh)	Total
3	2	R\$ 11,73	R\$ 70,38

Custo Total para Confecção		
Material	Mão de Obra	Total
R\$ 1.583,86	R\$ 70,38	R\$ 1.654,24

Nesse ponto o projeto e orçamento foram levados para aprovação da supervisão, sendo os mesmos avaliados e aprovados por Marcus Vinícius, supervisor do grupo. O cronograma foi então revisado e vimos que estávamos dentro dos prazos estipulados.

3.5 Execução do projeto

O projeto foi executado em todas as suas fases previstas.

- Elaboração do croqui do esquema pneumático.
- Solicitação de Ordem de Serviço para confecção e montagem do dispositivo.



Figura 10 . Preparando Material para montagem do dispositivo



Figura 11. Montagem do dispositivo



Figura 12. Dispositivo confeccionado

3.6 Verificação

Durante a verificação do dispositivo foi observado um efeito colateral. Ao sangrar a bomba com o novo sistema verificou-se vazamento de óleo, o que deixou o grupo insatisfeito. Para evitar a ocorrência de vazamento de óleo, foi adaptado um niple com uma tomada de pressão, que direciona o óleo para um recipiente adequado. Após a adaptação e verificação da correção do efeito colateral, foi elaborada uma planilha de custos onde constam apenas os custos dessa adaptação:

Tabela 7. Lista de material efeito colateral

Lista de Material Efeito Colateral			
Material	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
Tomada de Pressão	1	R\$ 50,46	R\$ 50,46
Niple	1	R\$ 42,21	R\$ 42,21
Mangueira	1	R\$ 171,58	R\$ 171,58
Total			R\$ 264,25

Revisão do Custo Total			
Material	Mão de Obra	Material Efeito Colateral	Custo Total
R\$ 1.583,86	R\$ 70,38	R\$ 264,25	R\$ 1.918,49

3.6.1 Comparação entre os objetivos esperados e os resultados alcançados

- Objetivo: Melhoria da satisfação e confiabilidade do cliente (operação)

Levamos o nosso projeto para conhecimento da Gerencia de Operação de Equipamentos de Mina, onde foi aprovado e elogiado, por se tratar de um problema que incomoda também a operação.

- Objetivo: Facilitar as manutenções e reduzir a exposição aos riscos

Os executantes de manutenção aprovaram o trabalho, pois facilita a retirada de ar da linha. E acima de tudo possibilita maior confiança e maior qualidade ao trabalho.

3.6.2 Comparação entre as metas propostas e os resultados alcançados

- Redução do tempo gasto nas trocas de bombas em 0,5 hora.

O tempo foi reduzido em 0,8 horas, superior ao estimado, Gráfico 12.

- Redução em 50% das trocas de bombas com até 20% de vida útil

As seis bombas instaladas ultrapassaram 2000 horas trabalhadas, ou seja, ultrapassaram em 20% o tempo de vida útil, Gráfico 13.

- Redução das paradas de pós-revisão de 4 para duas paradas. As paradas pós-revisão passaram a acontecer apenas 1 vez, em média, com redução superior à anteriormente prevista, Gráfico 14.

3.6.3 Mensuração dos ganhos tangíveis

- Custo: Houve redução de 29% dos custos de trocas de bomba, Gráfico 15.

- Disponibilidade Física: Houve um ganho de 0,085% de DF, Gráfico 16.

- Redução de horas de manutenção: Antes da implementação da melhoria, gastavam-se 425,5 horas/ano com manutenção corretiva no sistema. Depois da implantação do novo sistema, a média estimada de manutenção corretiva no sistema é de 277 horas/ano, o que representa uma diminuição de 148,5 horas/ano, Gráfico 17.

- Produção: Houve um ganho de R\$53.460,00 na produção, Gráfico 18.

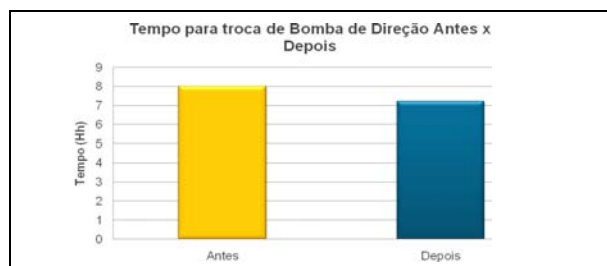


Gráfico 12. Tempo para troca de bomba de direção antes x depois.



Gráfico 13. Porcentagem de vida útil atingida x quantidade.



Gráfico 14. Paradas pós-revisão no sistema de direção.

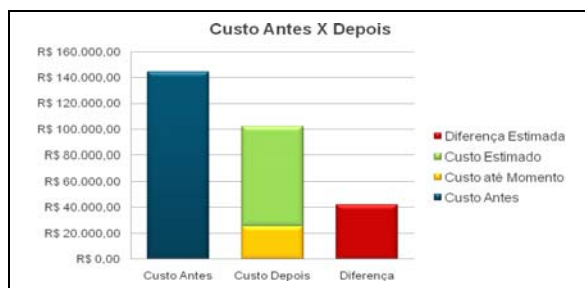


Gráfico 15. Custo antes x depois.

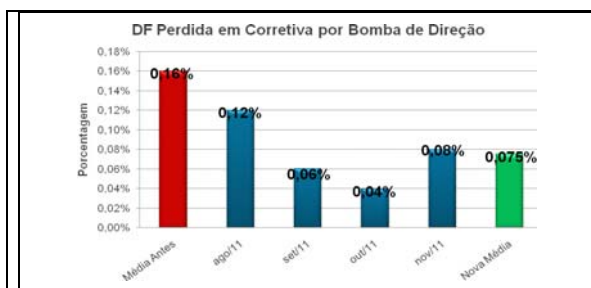


Gráfico 16. DF perdida em corretiva por bomba de direção.



Gráfico 17. Horas paradas em corretivas no sistema de direção.

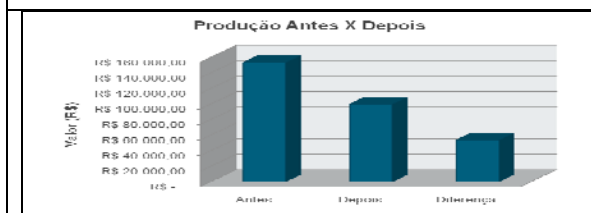


Gráfico 18. Produção antes x depois

3.6.4 Ganhos intangíveis

Os Executantes	• Satisfação em executar a atividade de com maior facilidade
O Grupo	• Elevou a Moral do Grupo ao resolver um problema da Área
A Supervisão	• Satisfação em atender nosso cliente a Operação com eficiência.
Meio Ambiente	• Redução de descarte de materiais
A Manutenção	• O dispositivo pode ser utilizado para verificar condições do Tanque de Direção.

Figura 13. Ganhos intangíveis.

3.7 Padronização da Melhoria

Para que a melhoria fosse continuamente utilizada, procedeu-se à sua padronização. Para isso, realizou-se novo brainstorming para levantamento das etapas do plano de ação de padronização do sistema. -Execução do Desenho Técnico do Dispositivo; Registro da melhoria; Divulgação aos executantes da nova forma de executar “sangria” da Bomba; Divulgação para outras áreas.

Para a padronização usou-se a ferramenta do PDCA - Plano de Ação 5W1H onde foi definido o que cada integrante do grupo deveria executar para a padronização, bem como datas limite.

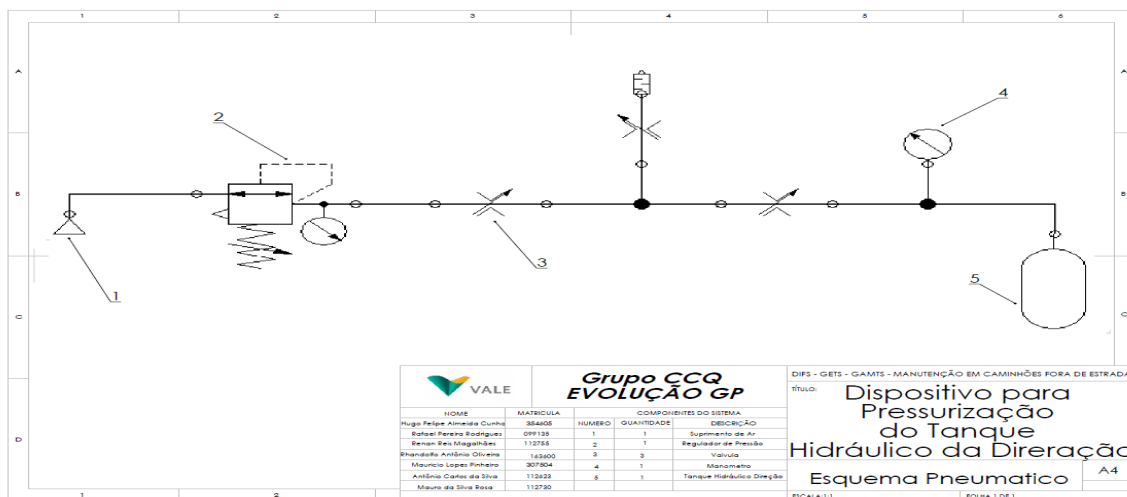


Figura 14. Desenho técnico do dispositivo.

3.7.1 Divulgação para os executantes

Para a divulgação os executantes, foi ministrado uma pequena palestra, mostrando o objetivo do projeto e como deveria ser executada. Esta divulgação foi registrada em OJT (Registro de Treinamento em Local de Trabalho).

3.7.2 Divulgação para outras áreas

O uso do novo dispositivo foi demonstrado em outras áreas da Vale, podendo-se citar minas em Mariana, Itabira, Brucutu e Itabirito.

3.7.3 Registro da melhoria

A melhoria foi registrada junto a engenharia da Vale.

4 DISCUSSÃO

Neste projeto não levamos em consideração a discussão com outros autores por se tratar de um projeto implantado em uma área de trabalho de manutenção, e por não conhecermos outro com a mesma função.

5 CONCLUSÃO

Com este trabalho foram desenvolvidas diversas habilidades individuais. Procuraram-se dados e fatos para conhecimento do problema e suas particularidades, dando enfoque à sua causa fundamental. Foi desenvolvido um dispositivo que apresenta baixo custo e que é eficiente, acima de tudo. Com isso o resultado foi satisfatório, o custo com troca de bombas foi reduzido, a vida útil das mesmas foi aumentada e a perda de produtividade foi reduzida. Os resultados para o grupo vieram na forma do aumento de conhecimento na metodologia e a satisfação de resolver mais um problema da área.

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Deus, por nos dar sabedoria, conhecimento e, sem ele esse trabalho não seria realizado. Agradecemos às nossas famílias, que nos apóia sempre e nos impulsiona quando estamos desanimados. Agradecemos

também ao Vagner de Lima, por ter dado apoio, incentivo e ser parte fundamental e motivadora deste trabalho, além dos nossos supervisores Marcus Vinícius e Edson Souza, pela confiança e total apoio ao projeto.