

REPOSICIONAMENTO DO SENSOR DO INCLINÔMETRO NOS CAMINHÕES RODOVIÁRIOS DO COMPLEXO MARIANA¹

Márcio Turíbio Gomes²
Euclides Augusto Zanitti³
Sandro Bruno Figueiredo Carneiro⁴
Edilson Barbosa Pinto⁵

Resumo

O processo de extração do minério em nossas minas consiste na sua retirada das nossas lavras através de detonação e desmonte mecânico, utilizando máquinas como escavadeiras, pás mecânicas etc. Esse material extraído na mina é transportado por caminhões de pequeno e de grande porte, sendo levado até o britador para iniciar seu beneficiamento ou para áreas de estoque pré-determinadas pela operação de mina. Na mina de Alegria do Complexo Mariana os caminhões rodoviários sofrem periodicamente manutenções preventivas e corretivas e ao longo destas manutenções foi observado que a manutenção do inclinômetro era muito insegura e exigia do mantenedor uma postura ergonômica inadequada, pois o sensor do inclinômetro se localizava embaixo da balsa entre o chassi e o reservatório de ar do caminhão e para qualquer intervenção era necessário elevar a balsa, calçá-la e utilizar uma escada plataforma para subir no chassi e executar a manutenção sob a balsa que pesa em torno de 8 toneladas vazia. Nesse contexto, o mantenedor corria o risco de ser esmagado caso houvesse qualquer problema com o sistema de sustentação da balsa. Outra forma de acesso é pela parte traseira do caminhão, entre o chassi e o reservatório de ar, que era extremamente inadequada, pois o espaço era limitado e a postura do mantenedor era desfavorável para executar a atividade. Então o grupo de CCQ Ideias & Ideais, composto por empregados da VALE, da Supervisão de Manutenção de Automação do Mina do Complexo Mariana, através de um trabalho de CCQ, utilizando a metodologia PDCA, desenvolveram um projeto para eliminar as condições inseguras na manutenção do sensor do inclinômetro o qual batizamos de "Arapuca Armada". Este consiste basicamente em remover o sensor do inclinômetro para local no caminhão onde o mantenedor pudesse trabalhar com mais segurança, livre de posturas inadequadas, com o tempo de manutenção menor e em melhores condições de asseio e organização.

Palavras-chave: Condições inseguras; manutenção do sensor do inclinômetro; caminhões rodoviários.

REPOSITIONING INCLINOMETER SENSOR IN COMPLEX RODOVIAIOS TRUCKS MARIANA

Abstract

The process of extraction of ore in our mines is their withdrawal of our lavras through Bangkok and disassemble mechanically, using machines such as excavators, bulldozers etc. This material extracted at the mine is transported by trucks large and small, being brought to the crusher to start its processing or to predetermined stock areas by mine operation. Joy mine complex Mariana road trucks suffer periodically preventive maintenance and corrective maintenance along these was observed that maintenance of inclinometer was very insecure and required of an ergonomic posture, improper maintainer since the inclinometer sensor was located underneath the flip-flop between the chassis and the truck air tank and for any intervention was necessary to raise the weighbridge, puts it and use a ladder to climb into the chassis platform and perform maintenance on the weighbridge weighing around 8 tonnes empty. In this context, the maintainer ran the risk of being crushed if there was any problem with the folding support system. Another form of access is via the rear of the truck between the chassis and the air tank, which was extremely inadequate, because the space was limited and the posture of the maintainer was unfavorable to perform the activity. Then the Group of CCW & Ideas, Ideals composed of employees of VALE, maintenance supervision of Complex automation of Mine through Mariana CCQ, using the PDCA methodology, developed a project to eliminate the insecure conditions in the inclinometer sensor maintenance which baptize "Arapuca Armada". This basically consists of removing the inclinometer sensor to place on the truck in which the maintainers could work more safely, free from inappropriate postures, with less maintenance time and in the best conditions of cleanliness and organization.

Keywords: Unsafe conditions in the inclinometer; Sensor maintenance; Road trucks.

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

² *Bacharel em Geografia e Administração. Técnico Especializado de Automação Vale S.A*

³ *Bacharel em Administração. Técnico de Automação Vale S.A.*

⁴ *Bacharelado em Administração. Técnico de Automação Vale S.A.*

⁵ *Bacharelado em Engenharia de Produção. Técnico de Automação Vale S.A.*

1 INTRODUÇÃO

1.1 Histórico da Empresa

Durante séculos, bandeirantes e aventureiros subiram o Rio Doce, em busca do ouro e das pedras preciosas, escondidos nas longínquas terras das Minas Gerais. Com a primeira Constituição Republicana, de 1891, foram completamente alteradas as regras para exploração mineral no País. Pela nova carta, os proprietários das terras onde fossem encontradas reservas minerais seriam, também, os proprietários destas jazidas. Além disso, a lei permitia que estas reservas fossem exploradas por empresas estrangeiras.

A civilização industrial colocava em cena, novas descobertas da ciência. Com isto, um mineral - até então pouco valorizado - assumia ares de nobreza: o ferro. Através de técnicas recém-inventadas, ele adquiria a têmpera do aço. Geólogos e engenheiros mapeavam agora o subsolo brasileiro em busca também do ferro. Eles descobriram que, sob o chão de Minas Gerais, dormiam três bilhões de toneladas de minério de ferro, num "quadrilátero" formado pelas cidades de Conselheiro Lafayette, Mariana, Sabará e Itabira. Estas informações fizeram com que grandes mineradoras da Inglaterra, Estados Unidos, Bélgica e França voltassem a atenção para o Brasil, comprando, a preços irrisórios, boa parte das jazidas conhecidas no País. As minas de Itabira foram adquiridas pela Itabira Iron Ore Company, fundada por engenheiros ingleses. A empresa assumiu ainda o controle acionário da Estrada de Ferro Vitória a Minas - EFVM, uma incipiente ferrovia que, desde 1903, escoava a produção agrícola do vale do rio Doce.

Em 1919, a Itabira Iron foi comprada pelo empresário norte-americano Percival Farquhar, que pretendia conseguir o monopólio da produção e exportação do minério de ferro da região. A Era Vargas e a criação da Companhia Vale do Rio Doce, com a revolução de 1930, Getúlio Vargas colocou em prática um discurso que previa a nacionalização das reservas minerais do País. A luta entre "nacionalistas" e "entreguistas" tomou conta do Congresso e da imprensa. Tentando aplacar os ânimos, Percival Farquhar se uniu a empresários brasileiros, e "nacionalizou" a Itabira Iron, transformada então em duas empresas: Companhia Brasileira de Mineração e Itabira Mineração.

1940 - Em julho, a Itabira Mineração efetuou o primeiro embarque de minério de ferro pelo Porto de Vitória: 5.750 toneladas, com destino a Baltimore, Estados Unidos.

1942 - Em 3 de março, Brasil, Inglaterra e Estados Unidos assinaram os Acordos de Washington, que definiam as bases para instalação, no país, de uma produtora e exportadora de minério de ferro. Pelos acordos, caberia à Inglaterra comprar e transferir ao governo brasileiro as minas de Itabira e a Estrada de Ferro Vitória a Minas, enquanto os Estados Unidos emprestariam US\$ 14 milhões para a compra de máquinas e equipamentos. Na Europa - envolvida com a 2ª Guerra Mundial - aumentavam cada vez mais as necessidades de fornecimento de minério de ferro, matéria-prima estratégica para alimentar a indústria bélica;

- Em 1º de junho, como consequência dos Acordos de Washington, Getúlio Vargas assinava o decreto-lei nº 4.352, criando a Companhia Vale do Rio Doce.

1.2 Aspectos Gerais

1.2.1 Transformar

Esta é a atitude que nos movimenta.

A Vale é uma mineradora pioneira, que trabalha com paixão, descobrindo e transformando recursos em ingredientes essenciais que fazem parte do dia a dia de todas as pessoas.

Hoje, somos a segunda maior mineradora do planeta e temos também negócios no setor de logística e projetos de geração de energia.

Estamos presentes nos carros, nos computadores, em quase tudo o que você usa. E também nas florestas, ajudando a preservar milhares de quilômetros quadrados de áreas verdes ao redor do planeta. Nos rios, reaproveitando 76% da água que utilizamos. Na terra, com fertilizantes que ajudam na produção de alimentos. No ar, utilizando energias limpas e renováveis.

Atuamos nos cinco continentes, de forma responsável e comprometida com o desenvolvimento sustentável. Somos globais, não só por que estamos no mundo todo. Mas também por que pensamos no mundo.

Com sede no Brasil e atuação em mais de 35 países, a Vale emprega atualmente mais de 100 mil pessoas, entre profissionais próprios e terceirizados. Valorizar e investir nas pessoas que atuam conosco é a base para a conquista de novos desafios.

Acreditamos na inovação, como base do nosso desenvolvimento, para criar a mineração do futuro e alcançarmos a visão de ser a maior e melhor mineradora do mundo.

Pesquisamos, produzimos e comercializamos minério de ferro e pelotas, níquel, cobre carvão, bauxita, alumina, alumínio, potássio, caulim, manganês, ferro-ligas, cobalto, metais do grupo de platina e metais preciosos. Além disso, atuamos nos segmentos de logística, energia e siderurgia.

Essa é a Vale. Uma mineradora brasileira presente em 34 países e com a missão de transformar recursos minerais em riqueza e desenvolvimento sustentável.

A Vale é líder mundial na produção de minério de ferro e pelotas, e segunda maior produtora de níquel.

Atuando por meio de escritórios, operações, explorações e joint ventures, somos a segunda maior mineradora diversificada do mundo e a maior das Américas em valor de mercado. Com sede no Brasil, atuamos em 35 países dos cinco continentes e empregamos mais de 60 mil pessoas em todo o mundo.

Estamos presentes na Colômbia, Chile, Argentina, Peru, Paraguai, Canadá, Estados Unidos, Barbados, França, Noruega, Suíça, Reino Unido, Angola, Zâmbia, Moçambique, Guiné, África do Sul, República Democrática do Congo, Gabão, Índia, China, Mongólia, Omã, Cazaquistão, Japão, Coreia do Sul, Taiwan, Filipinas, Tailândia, Cingapura, Indonésia, Malásia, Austrália, Nova Caledônia, além do Brasil.

1.2.2 Nossa missão

Transformar recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável.

1.2.3 Nossa visão

Ser a empresa de recursos naturais global nº 1 em criação de valor de longo prazo, com excelência, paixão pelas pessoas e pelo planeta.

1.2.4 Nossos valores

- A vida em primeiro lugar;
- Valorizar quem faz a nossa empresa;
- Cuidar do nosso planeta;
- Agir de forma correta;
- Crescer e evoluir juntos; e
- Fazer acontecer.

A Vale é uma empresa se preocupa com a segurança do seu empregado, a Vale investe muito em segurança, promove programas voltados exclusivamente para divulgação, aprendizado dos procedimentos de segurança para todos os segmentos de sua vasta área de atuação, em nossos valores, a primeira frase é “A vida em primeiro lugar” A cultura da Vale inspira segurança através de programas como CIPA, SIPATMIN, 5S, etc. Trabalhamos com documentos voltados para a segurança nas atividades laborais tais como APT, PTE, PT, ROS etc. A Vale tem diversas instruções voltadas exclusivamente para segurança do trabalho tais como PROs, RACs etc.

A busca constante de um ambiente de trabalho mais seguro, limpo, organizado, onde a tarefa possa ser realizada mais rápida e com satisfação do empregado, faz com que os próprios empregados adotem a postura de vigilância constante e sob o ponto de vista da segurança, busquem melhoria continua nos processos, equipamentos, manutenções, Nesta conduta, grupo de CCQ Idéias & Ideais observou no dia a dia das manutenções dos caminhões rodoviários, que a manutenção do inclinômetro no caminhão, da forma que era executada, era insegura para o mantenedor ou seja, a atividade era perigosa, quem fazia a manutenção do inclinômetro corria o risco de ser esmagado pela balsa do caminhão. Então o grupo de CCQ Idéias & Ideais, Lotado na Gerencia Geral GETIS, (Complexo Mariana), na Gerencia de Manutenção e Transporte (GAMTS) da Supervisão de Manutenção de Automação de Ativos de Mina, utilizando a metodologia de melhoria contínua PDCA, iniciou o trabalho em agosto de 2010 em busca da eliminação das condições inseguras na manutenção do sensor do inclinômetro nos caminhões rodoviários do Complexo Mariana.

1.3 Áreas de Influência do Trabalho

O trabalho é voltado para a área de manutenção. Na DIFS (Diretoria de Ferrosos Sistema Sul) existem outras minas que utilizam caminhões rodoviários que sofrem a mesma necessidade manutenção, motivo pelo qual esse projeto foi amplamente divulgado em todas essas unidades.

2 METODOLOGIAS APLICADAS

A metodologia aplicada para a realização do projeto de reposicionamento do sensor do inclinômetro nos caminhões rodoviários do Complexo Mariana foi a metodologia CCQ – PDCA.

Os grupos de CCQ's são formados por empregados voluntários que buscam o autodesenvolvimento e, com isso, solucionam problemas, criam e implantam melhores condições de trabalho e de vida.

São pessoas que trabalham numa mesma empresa e que, voluntariamente, se reúnem para identificar, analisar e solucionar problemas relacionados à qualidade,

ambiente de trabalho, produtividade, segurança, meio ambiente e outros que sejam de interesse do grupo.

2.1 A Sigla CCQ: Circulo de Controle da Qualidade

O porquê do nome:

CIRCULO: Representando a idéia de equipe, de igualdade e de distribuição de responsabilidades.

CONTROLE: Controlar para garantir melhores resultados e evitar falhas.

QUALIDADE: É a satisfação das pessoas: clientes, acionistas, empregados, comunidade. Melhores produtos e serviços, melhor qualidade de vida.

Circulista: é o nome dado a quem participa dos grupos de CCQ.

Origem:

A filosofia e o método da qualidade foram apresentados ao Japão após a Segunda guerra mundial, em 1950, pelo americano Dr. W.E. Deming.

Em 1954, o Dr. Joseph M. Juran, também americano, somou novas contribuições aos ensinamentos de Deming. Estes métodos de controle estatístico e gerencial da qualidade foram adaptados à realidade japonesa, tornando-se conhecido como TQC – Controle total da qualidade. Em 1962, sob o patrocínio da JUSE (Union of Japanese Scientists and Engenieers), o professor Kaouro Ishikaua criou o programa CCQ.

Em 1971, o CCQ chegou ao Brasil, pioneiro no programa fora do Japão. Mas foi em 1986, com a visita do Professor Ishikawa ao Brasil, que o movimento ganhou força, incentivado pelas Associações de CCQ e pela extinta UBCCQ. Atualmente estima-se que o CCQ seja praticado em mais de 40 países.

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

3.1 Identificação do Problema

O projeto inicialmente foi escolhido a partir do levantamento de todos os problemas relacionados à área de atuação da gerência de manutenção e transporte GAMTS, gerencia onde os membros do grupo de CCQ Idéias & Ideais fazem parte.

Dentre todos os problemas relacionados, através da ferramenta tempestade de idéias, as condições inseguras na manutenção do sensor do inclinômetro nos caminhões rodoviários obteve o maior número de votos.

3.2 Observação do Problema

Instalado no chassi do caminhão sob a báscula, próximo ao cilindro de ar, região do eixo de gravidade do caminhão, o inclinômetro é um equipamento que monitora a inclinação frontal e lateral. Quando um desses ângulos ficarem acima do ângulo de

segurança, ocorre o travamento do sistema de basculamento do caminhão. O seu principal objetivo é indicar condições de inclinação do terreno que poderiam propiciar um acidente no momento de basculamento do caminhão.

Criado para suportar ambientes mais agressivos, o inclinômetro é a ferramenta ideal para solucionar problemas relacionados a tombamento de caminhão causado por basculamento da caçamba em regiões inclinadas, em áreas de mineração, areal, pedreiras, etc.

Além da função "Inclinômetro", é um recurso que avisa ao motorista, através de sinal sonoro e visual, se a bascula está levantada, evitando que o ocorra o deslocamento do caminhão nessa condição.

3.3 Características importantes do inclinômetro

- Display instalado na cabine, permitindo ao motorista acompanhar o ângulo frontal e lateral de inclinação do caminhão e através de um recurso do inclinômetro pode-se mapear os pontos críticos de inclinação de pista, impedindo o basculamento quando as condições de inclinação são inseguras;
- Led de alarme de sinalização do basculamento bloqueado;
- Permite o basculamento quando em condições de inclinação seguras;
- Seu funcionamento está vinculado ao funcionamento do caminhão o que garante o não descarregamento da bateria;
- Baixo consumo de energia, construção compatível com ambientes agressivos; E
- Impede o basculamento caso o sistema seja desligado ou violado.

3.4 Sensor de Inclinação

- Faixa de medição angular relativo ao centro de gravidade da terra: de 0 grau a +- 9.9 graus;
- Sinal de saída analógico;
- Sensor de inclinação com micro circuito integrado;
- Ligação por conector vedado e robusto;
- Alimentação 12 / 24 VCC; e
- Grau de vedação IP 65.



Figura 1. A foto mostrar a localização do sensor do inclinômetro no caminhão.



Figura 2. A foto mostra o display do sensor do inclinômetro instalado na cabine do caminhão.



Figura 3. A foto mostra o Kit completo sensor do inclinômetro e display de status.

3.5 Manutenção do Sensor do Inclinômetro

Foi observado pelo grupo de CCQ Idéias & Ideais que a manutenção do sensor do inclinômetro gerava condições inseguras para o executante da atividade, pois ter acesso ao sensor tinha que se posicionar em baixo da caçamba e travá-la por dois batentes.

Em média, somente no Complexo Mariana tínhamos, em 2010, em torno de 100 caminhões rodoviários para um quantitativo de 20 empregos que executavam, em média, 3 atividades de intervenção, seja preventiva ou corretiva, no sensor do inclinômetro dos caminhões, por semana (Figuras 4 e 5).



Figura 4 – Manutenção no sensor do inclinômetro.

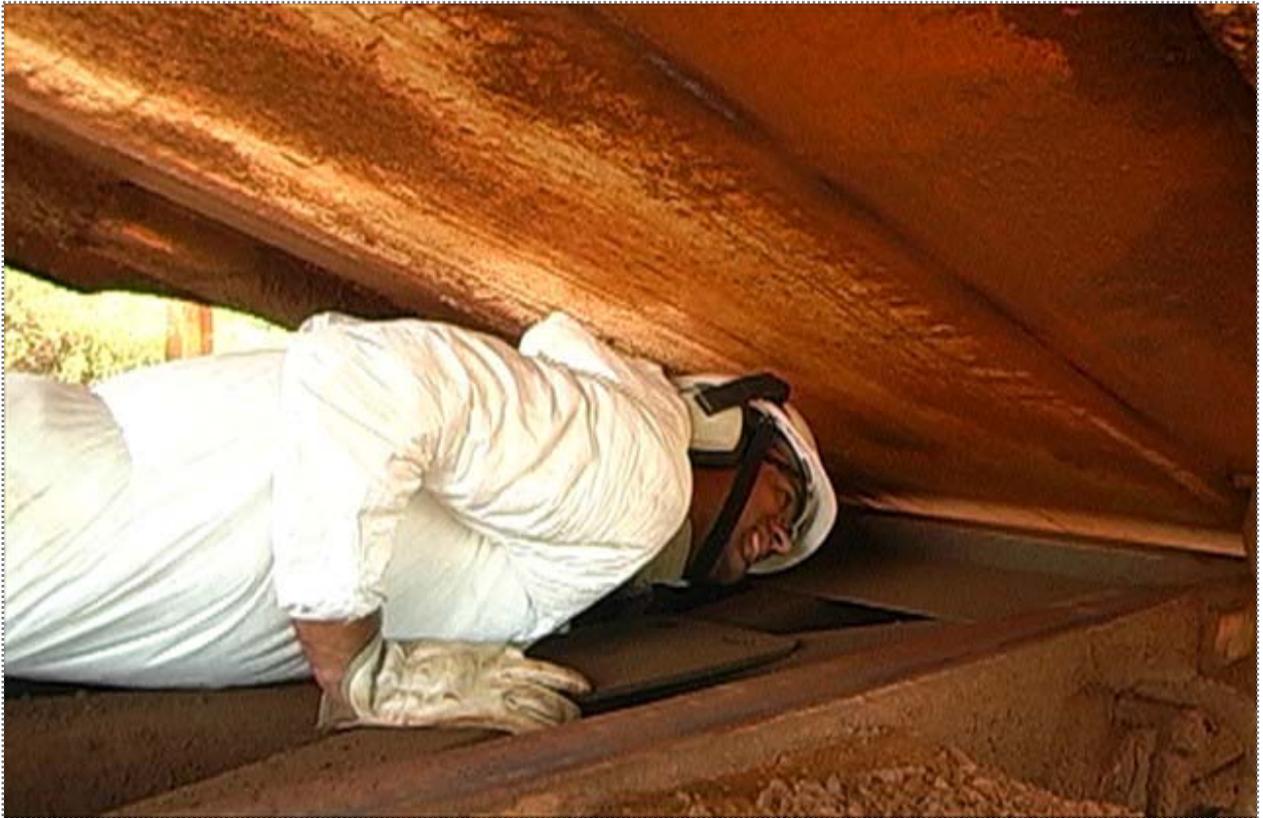


Figura 5 – Manutenção no sensor do inclinometro.

Outra forma de acessar o sensor era parte traseira do caminhão entre o chassi e o cilindro de ar.



Figura 6 – Outra maneira de acesso ao inclinometro.

4 OBJETIVOS E METAS

Foram traçados os objetivos e as metas do projeto:

Objetivo:

- Eliminar as condições inseguras na manutenção do sensor do inclinômetro e reduzir a postura inadequada nas manutenções deste sensor.

Meta:

- Reduzir o tempo em 50% nas manutenções do sensor do inclinômetro e eliminar em 100% o risco de esmagamento de pessoas durante a execução da tarefa.

Prazo: 10/11/2010

4.1 Análise do Problema

O problema era: *Condições inseguras na manutenção do sensor do inclinômetro nos caminhões rodoviários.*

Na análise do problema, pelo método “tempestade de idéias”, levantamos todas as informações possíveis para identificar a causa fundamental, as quais foram:

- falta dispositivo confiável para sustentação da caçamba;
- espaço da manutenção é limitado para movimentação de pessoas e materiais;
- enorme dificuldade de acesso ao sensor do inclinômetro no local que estava;
- dificuldade de visualização do status dos componentes: sensor do inclinômetro; e
- local de instalação do sensor do inclinômetro ergonomicamente inadequado para postura do trabalhador.

Através do Diagrama de Causa e Efeito, encontramos a causa fundamental para o problema, conforme Figura 7.

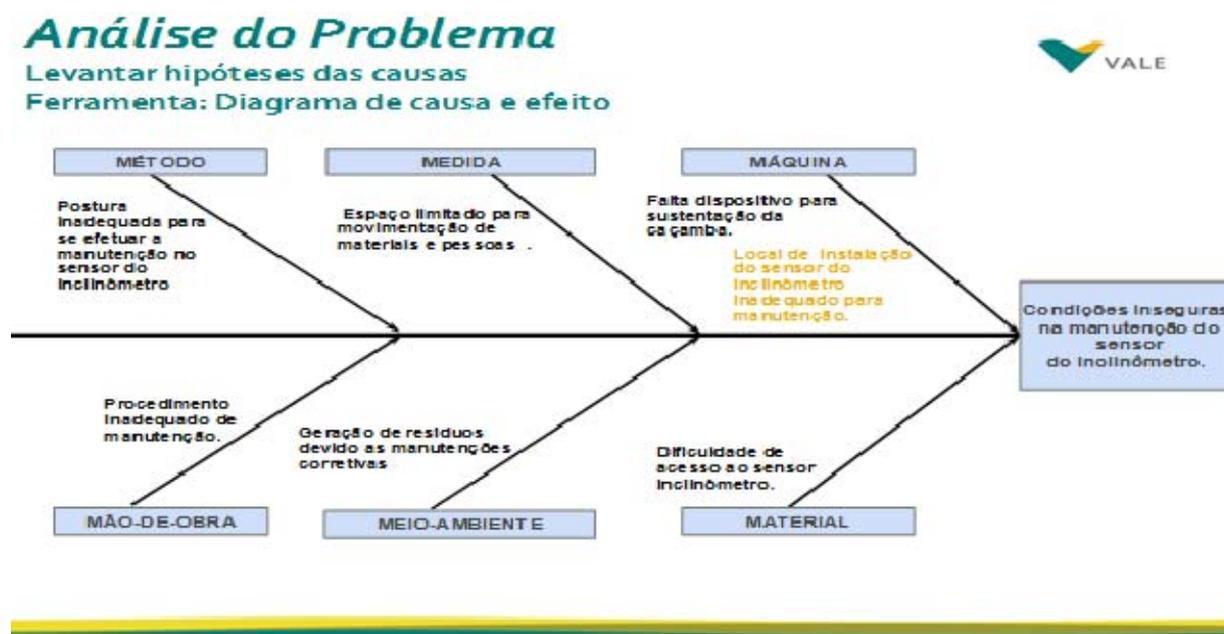


Figura 7. Diagrama de Causa e efeito para análise do problema.

E a causa fundamental do nosso problema era: *O local de instalação do sensor do inclinômetro era inadequado para a manutenção.*

4.2 Plano de Ação

Encontrada a causa fundamental tínhamos que encontrar a solução mais viável. Fizemos novamente a tempestade de idéias para levantarmos todas as soluções possíveis:

- instalar sensor do inclinômetro atrás da cabine no início do chassi;
- instalar o sensor do inclinômetro na parte inferior do chassi;
- montar dispositivo trava-eixo para sustentar báscula;
- utilizar guindaste para sustentar báscula;
- instalar dois sensores de inclinômetro nas laterais da caçamba do caminhão;
- e
- instalar o sensor do inclinômetro na parte final do chassi, próximo do reservatório de ar.

Através da ferramenta *QCMASMA*, que significa avaliar os pressupostos ideais de: qualidade, custo, atendimento, moral, segurança e meio ambiente, encontramos a solução: *instalar o sensor do inclinômetro na parte final do chassi, próximo ao reservatório de ar.*

Através da ferramenta *5W1H* que significa avaliar: o que, quem, quando, onde e como, definimos o plano de ação para executar o projeto no primeiro caminhão.

4.3 Ação

Em reunião, definimos a forma e o novo local onde iria ser instalado o sensor do inclinômetro juntamente com os custos para implementação da solução.

Elaboramos através de desenho um novo suporte para o sensor já que iria ser instalado na traseira do caminhão, confeccionamos o suporte acoplamos o sensor no suporte fizemos a instalação em um caminhão rodoviário.



Figura 8. A foto mostra o sensor instalado na traseira do caminhão rodoviário.

4.4 Verificação

Após a implantação do projeto, partimos para a verificação dos nossos objetivos e das nossas metas.

- O objetivo do projeto era: Eliminar as condições inseguras na manutenção do sensor do inclinômetro e reduzir a postura inadequada na manutenção. Objetivo alcançado.
- A nossa meta era: reduzir o tempo em 50% nas manutenções do sensor do inclinômetro, e eliminar em 100% o risco de esmagamento de pessoas durante a execução da tarefa. Meta alcançada.



Figura 9. Antes da melhoria e depois da melhoria.

- redução de 04h30minh para 1h no tempo gasto nas manutenções corretivas nos caminhões rodoviários, resultando em uma economia anual de 1800 horas de manutenção, isso significa uma economia aproximada de 430 mil / ano;
- tivemos um aumento na satisfação do nosso cliente a operação em receber o equipamento mais rápido, vindo da manutenção;
- a nossa manutenção aumentou a satisfação em trabalhar com maior rapidez e segurança e com a postura ergonômica correta;
- tivemos também um aumento na satisfação da nossa gerência em eliminar mais um foco de acidente;
- nosso grupo idéias & ideais teve seu moral elevado, sentimento de dever cumprido, satisfação em poder ajudar a manutenção de outras áreas;
- e a nossa manutenção nesta atividade ficou livre de condições inseguras e postura incorreta, mais rápida e eficaz; e

- obtivemos também aprovação do nosso comitê de ergonomia da vale que validou a manutenção do sensor do inclinômetro no novo local como uma atividade livre de postura inadequada.

4.5 Padronização

Padronizamos o nosso procedimento de manutenção do inclinômetro no novo local e, através de treinamento no local trabalho, capacitamos as equipes que fazem a manutenção do equipamento;

Fizemos uma ampla divulgação do projeto em todas as unidades da VALE onde ocorre manutenções em inclinômetros para que pudessem implantar o nosso projeto em seus caminhões.

Demos início ao processo de registro de patente do projeto junto ao INPI.

Obtivemos o laudo técnico emitido pelo setor de engenharia da VALE, aprovando o projeto sobre os aspectos técnicos.

5 CONCLUSÃO

Ficou o aprendizado e o sentimento de dever cumprido com relação aos nossos objetivos como grupo de CCQ, ou seja, nos desenvolvemos como pessoas e estamos mais atentos à toda oportunidade de melhoria que houver em nossa área, contribuindo assim, com idéias inovadoras e criativas.

Observamos também que todos os itens que avaliam o grau de satisfação e desempenho do grupo atingiram um valor adequado. Não obstante, registramos o grande entusiasmo do grupo ao longo de todo o trabalho.

Agradecimentos

Ao nosso supervisor: Laércio Oliveira Peixoto

Ao nosso gerente de área: Danilo Goldoni

Ao nosso apoio: Sady Pantuza, Eline Guimarães, Danielle Cavalcanti

Ao setor de engenharia local e a todos que de uma forma ou de outra nos ajudaram neste trabalho e, sobretudo, nossos maiores agradecimentos a DEUS.

BIBLIOGRAFIA

- 1 ABREU, Romeu Carlos Lopes de. **Circulo de Controle da Qualidade. Trabalho – Homem – Qualidade total**. Editora Apoio Cultural, 1987.
- 2 CHAVES, Neuza Maria Dias. **CCQ – Soluções em equipe**. EDG, 2000.
- 3 INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industria. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>
- 4 UBQ – União Brasileira para a qualidade. Disponível em: <http://www.ubq.org.br>
- 5 VALE - Disponível em: <http://www.vale.com>
- 6 XAVIER, Ernani Pereira. **Circulos de Controle da Qualidade**. s.d