



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E PRODUÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

THIAGO FERNANDES OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DO CICLO PDCA COMO MÉTODO DE ANÁLISE E
SOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA REDUÇÃO DE FALHAS EM
CARREGADORES DE NAVIO – Estudo de Caso em uma Mineradora.**

São Luís – MA

2016

THIAGO FERNANDES OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DO CICLO PDCA COMO MÉTODO DE ANÁLISE E
SOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA REDUÇÃO DE FALHAS EM
CARREGADORES DE NAVIO – Estudo de Caso em uma Mineradora.**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso
de Engenharia Mecânica – Bacharelado da
Universidade Estadual do Maranhão, para
obtenção de título de graduação.

Orientador: Prof. MSc. Paulo Roberto Campos
Flexa Ribeiro Filho

São Luís – MA

2016

THIAGO FERNANDES OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DO CICLO PDCA COMO MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE
PROBLEMAS PARA REDUÇÃO DE FALHAS EM CARREGADORES DE NAVIO
– Estudo de Caso em uma mineradora.**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de
Engenharia Mecânica – Bacharelado da
Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção
de título de graduação.

Aprovada em: ____/____/____

BAIXA EXAMINADORA

Prof. MSc. Paulo Roberto Campos Flexa Ribeiro Filho (Orientador)
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

Prof.^a MSc. Maria Amália Trindade de Castro (Examinador)
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

Prof. MSc. Núbia Célia Bergê Cutrim (Examinador)
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha mãe, meu pai, minha tia e à minha futura esposa que tiveram paciência em minha ausência e por sempre me motivarem nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e da saúde e por todas as vitórias conseguidas até hoje, que me conduziram, me conduzem e conduzirão a um caminho de conquistas.

À minha mãe Anazilda Fernandes, pela formação ética e pessoal, que me educou e levou-me a desenvolver esse trabalho suportado pelo maior apoio e carinho.

À minha família que é o meu alicerce para continuar batalhando diariamente para realização dos meus sonhos.

Ao Prof. MSc. Paulo R. C. Flexa R. Filho pela orientação, ensino, correção, paciência e principalmente por ter depositado toda confiança em mim diante deste desafio.

Aos professores da Banca Examinadora, por disporem do seu tempo e privilegiar este trabalho dando as necessárias correções.

Aos colaboradores da Manutenção Embarque da empresa VALE que direta ou indiretamente contribuíram para este trabalho, em especial ao Eng. Fellipe Adriano Façanha e o gerente Sérgio Leão e os supervisores da Corretiva Embarque pela confiança em minha força de trabalho para o desenvolvimento do estágio curricular.

À todos meus amigos em especial à Tatnah Haissa que me acompanhou durante toda a minha vida e que contribuiu com a minha formação.

“Não há derrota que derrote quem nasceu para
vencer.”

Autor desconhecido

RESUMO

As empresas atuais buscam incessantemente por melhorias em sua produtividade, sendo assim, os problemas em área devem ser combatidos veementemente para que suas metas sejam concluídas, pois o mercado de trabalho está cada vez mais exigente. Com base nesse contexto, o trabalho apresenta a utilização do método PDCA para solução de problemas na área do embarque de uma mineradora que aqui tomamos como exemplo para estudo. Os conceitos utilizados abordam temas como, transportadores de correia que são equipamentos de grande porte dentro da mineradora, manutenção, pois o estudo baseia-se na melhoria para essas atividades assim como acompanhamento de seus indicadores. A utilização do método PDCA, também destaca-se devido ao foco deste trabalho que se volta a aplicação dessa metodologia junto à ferramentas da qualidade que auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho com o intuito de solucionar problemas na área. Um equipamento conhecido como CN3 foi tomado para análises devido sua prioridade e urgência no tratamento em uma falha crônica de desalinhamento na sua correia transportadora. Através da aplicação do método PDCA, foi possível reduzir as falhas por desalinhamento em 100% no CN3, os gastos com manutenção corretiva passaram para 0 (zero) horas de intervenções, não teve-se mais falhas devido à rasgo na borda de correia, acarretando em um aumento da disponibilidade do equipamento em 100%, ou seja, todo volume de minério previsto foi embarcado. Dessa maneira, o trabalho apresenta caráter descritivo, exploratório e explicativo.

Palavras-chave: Manutenção; PDCA; Melhoria contínua; Resolução de problemas.

ABSTRACT

Today's companies are constantly looking for improvements in their productivity, so problems in the area must be vigorously tackled in order to achieve their goals, as the labor market is increasingly demanding. Based on this context, this work presents the use of the PDCA method to solve problems in the area of shipment of a mining company that we have here as an example for study. The concepts used cover topics as, belt conveyors that are large equipment inside the mining company, maintenance, because the study is based on the improvement for these activities as well as monitoring of their indicators. The use of the PDCA method also stands out due to the focus of this work, which turns to application of this methodology together with the quality tools that helped in the development of this work in order to solve problems in the area. An equipment known as CN3 was taken for analysis because of its priority and urgency in treating a chronic misalignment fault on its conveyor belt. Through the application of the PDCA method, it was possible to reduce the failures due to misalignment by 100% in the CN3, corrective maintenance expenses were 0 (zero) hours of interventions, no more failures due to the rip at the belt edge, Resulting in an increase in the availability of the equipment in 100%, that is, the entire volume of ore planned was shipped. In this way, the work is descriptive, exploratory and explanatory.

Key words: Maintenance; PDCA; Continuous improvement; Troubleshooting.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	– Transportador de Correia.....	20
Figura 02	– Transportador de Correia.....	34
Figura 03	– Cronograma de um ciclo PDCA.....	36
Figura 04	– Diagrama de Causa e Efeito.....	37
Figura 05	– Gráfico de Pareto.....	39
Figura 06	– Modelo da análise dos 5 porquês	41
Figura 07	– Plano de ação 5W1H.....	41
Figura 08	– Uso da Matriz G.U.T	43
Figura 09	– Falha priorizada.	43
Figura 10	– Correia com rasgo	44
Figura 11	– Correia perdendo borda devido ao desalinhamento	44
Figura 12	– Estrutura do transportador comprometida	45
Figura 13	– Desalinhamento com carga (esquerda) e sem carga (direita)	47
Figura 14	– Diagrama de Causa e Efeito.....	48
Figura 15	– Ferramenta 5 porquês	50
Figura 16	– Alinhador Fewtec Engenharia	51
Figura 17	– Fabricação do dispositivo	52
Figura 18	– Montagem do dispositivo na área	52
Figura 19	– Instalação do dispositivo no CN3	53
Figura 20	– Ação do dispositivo no intermediário do CN3	53
Figura 21	– Operação do CN3 pós instalação	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Relação entre as Ferramentas e o Ciclo do PDCA	35
Tabela 2	– Matriz G.U.T	40
Tabela 3	– Diagnóstico de Falha.....	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Pareto dos desalinhamentos (2º semestre de 2015)	45
Gráfico 2	– Desalinhamentos no 2º semestre (2015)	46
Gráfico 3	– Horas Corretivas	46
Gráfico 4	– Valor em Horas Corretivas.....	47
Gráfico 5	– Comportamento das falhas.....	54
Gráfico 6	– Gastos com Horas corretivas no CN3.....	55
Gráfico 7	– CN5 antes e depois da instalação do alinhador.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Benchmarking – Consiste no processo de comparação do desempenho entre dois ou mais sistemas, ou seja, a busca das melhores práticas numa determinada indústria e que conduzem ao desempenho superior.

Benchmark – É uma análise comparativa de produtos ou de serviços da concorrência, para um produto existente, ou para um setor de uma determinada atividade no quadro da concepção de um novo produto.

CN – Carregador de Navios

DI – Disponibilidade Intrínseca

DF – Disponibilidade Física

GPV – Gestão Porto Vale

GAP – Espaço ou lacuna entre dois elementos

HMC – Horas de Manutenção Corretiva

HO – Tempo de Operação

MTBF/MTEF – Tempo Médio Entre Falhas

MTTR/TMR – Tempo Médio de Reparo

SDN – Chave de desalinhamento

TPMF – Tempo Médio Para Falha

TR's – Transportadores de Correia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivos	18
1.1.1 Objetivo geral.....	18
1.1.2 Objetivos específicos	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1 Correias transportadoras	19
2.2 Manutenção	21
2.2.1 Manutenção estratégica.....	22
2.2.2 Manutenção em transportadoras de correias	22
2.2.3 Tipos de manutenção	23
2.2.4 Melhorias em manutenção de Transportadoras	25
2.2.5 Confiabilidade dos equipamentos.....	26
2.2.6 Indicadores de Manutenção.....	27
2.2.7 Eficiência global dos equipamentos.....	29
3 METODOLOGIA	30
4 PDCA	33
4.1 O Ciclo PDCA para Manutenção e Melhoria de Resultados	35
4.2 Aplicação do ciclo PDCA para Manutenção e Melhoria de Resultados	35
4.2.1 Brainstorming.....	36
4.2.2 Causa e Efeito	37
4.2.3 Diagrama de Pareto.....	38
4.2.4 Matriz G.U.T. – Gravidade, Urgência, Tendência.	39
4.2.5 5- Porquês	40
4.2.6 5W1H.....	41
5 ESTUDO DE CASO	42
5.1 Resultados	42
5.1.1 Identificando o problema.....	42
5.1.2 Observação	44
5.1.3 Análise	48
5.1.4 Plano de Ação	51
5.1.5 Ação.....	52

5.1.6	Verificação	53
5.1.7	Padronização	55
5.1.8	Conclusão do Método	56
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
	REFERÊNCIAS.....	59
	APÊNDICES.....	61
	ANEXOS	64

1 INTRODUÇÃO

O mercado atual vem exigindo cada vez mais qualidade das empresas na entrega de produtos, a capacidade delas atenderem as necessidades de seus consumidores, promoverem mudanças e solucionar rapidamente os problemas de maneira eficaz, isso as leva à uma busca constante por melhorias em seus processos.

Um dos pilares para alcance de boa produtividade em uma empresa é a manutenção que antes era vista como uma vilã dentro da operação e um mal necessário por diversas pessoas em diferentes empresas. Porém essa concepção com o passar do tempo foi sendo modificada e hoje ela é reconhecida como uma função estratégica dentro da empresa (XENOS, 1998). Com isso, a manutenção tem se tornado uma importante aliada da operação e produção, pois a resolução de problemas crônicos tem sido de fundamental importância para que os resultados saiam conforme esperado.

Em mineradoras, como no caso de estudo deste trabalho, as manutenções em máquinas devem ser feitas de forma bem planejada para que a disponibilidade dessas ativos seja a maior possível. Nos transportadores de correias que, segundo a CNI (2009), são equipamentos capazes de transportar cargas de materiais de um lugar para outro com rapidez e eficiência, as falhas ocorrem com maior frequência devido à grande quantidade de elementos, complexidade e esforços exigidos desses equipamentos. Os desalinhamentos constantes, quebra de roletes, entupimentos nos chutes são algumas das falhas mais comuns em transportadores de correias.

Neste estudo iremos apresentar a utilização do PDCA que segundo Falconi (1992), *“baseia-se no planejamento, execução, controle e atuação corretivamente”*, como um método de análise para resolução de problemas dentro de uma mineradora. Ele é comumente utilizado em diversas empresas com o intuito de solucionar problemas que afetam diretamente na produtividade, qualidade, desempenho entre outros fatores cruciais para o crescimento no mercado. Segundo Oliveira (2013), com o auxílio do PDCA foi possível constatar a existência de falhas no transporte de entrada da lavadora de garrafas que originava problemas de garrafas caídas atrasando todo o processo de lavagem, e assim propôs medidas para diminuição desse problema.

Através de um acompanhamento dos indicadores de manutenção que permitem uma quantificação e acompanhamento dos processos, foi possível verificar que as Horas de Manutenção Corretivas segundo semestre de 2015 estavam acima do programado, isso significava o aumento de paradas operacionais e diminuição da disponibilidade dos equipamentos para operarem.

Diante do contexto apresentado, o presente trabalho tem fundamental importância na avaliação de cenário atual para melhorias na mineradora acompanhada nesse estudo, com base no GPV (Gerenciador de apontamentos de falha da mineradora) será feito um levantamento de defeitos nas máquinas e com auxílio da metodologia PDCA junto às ferramentas da qualidade, verificar e elaborar ações para redução de dessas falhas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar e apresentar soluções para redução de falhas em carregadores de navios com o auxílio da metodologia PDCA para solução de problemas, com o intuito de aumentar a disponibilidade desses equipamentos para produção e reduzir custos de manutenção.

1.1.2 Objetivos específicos

- Levantar histórico do tempo de manutenção corretiva em paradas operacionais;
- Identificar os principais modos de falhas nesses equipamentos;
- Acompanhar taxa de disponibilidade de equipamentos para operação através dos indicadores de manutenção;
- Utilizar ferramentas da qualidade para elaboração de ações.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Correias transportadoras

Na antiguidade todas as formas de transporte utilizavam a força humana ou de animais e logicamente o rendimento desses transportes não se mantinham constantes tendo em vista o cansaço que afetava os homens e animais. Com o passar dos tempos, o homem começou a aliviar seus próprios esforços utilizando de roletes e rodas montados em estruturas rudimentares, dessa forma, foi gerado um dos primeiros equipamentos de transportes de cargas como alimentos, ferramentas e utensílios e até mesmo animais (GARBIM, 2013).

Com a necessidade de transportar maior quantidade de carga em menor espaço de tempo e com menos exigência física, o homem foi desenvolvendo melhorias, dando origem a novas tecnologias e primeiros transportadores de materiais e cargas, entre eles as correias transportadoras e que hoje são de suma importância para transporte de materiais nas empresas.

Correias transportadoras são máquinas capazes de transportar sobre si, cargas de um ponto ao outro, ou seja, são máquinas para locomoção de materiais que junto a outros dispositivos conduzem materiais como alimentos para sua destinação de maneira mais eficiente sem a intervenção direta do ser humano. Para a CNI (2009), os transportadores atuais consistem em um conjunto composto por uma correia sem fim que se movimenta através de dois tambores (um no ponto de alimentação e outro no de descarga), e são sustentadas por roletes para movimentação e absorção do peso das cargas transportadas.

De acordo com o manual da FAÇO (1996), as correias transportadoras são constituídas de elementos altamente resistentes, como fibras em conjunto com materiais elastômeros, e possuem um conjunto de equipamentos que trabalham juntos para que o transporte do material seja eficiente e com qualidade, são estes, tambor, roletes, correia, esticador, motor, redutor e raspador.

Algumas de suas vantagens está na economia de transporte de material, pois este através das correias se torna muito mais rápido para entrega de produtos e acelera a produção, também diminui consideravelmente os acidentes no trabalho tendo em vista que o manuseio dessas máquinas é quase automatizado, o aumento da confiabilidade também é uma grande vantagem, pois é possível manter um fluxo de transporte estável, garantindo a entrega dos produtos em um tempo acordado.

Esse equipamento possui ainda uma grande versatilidade e uma enorme gama de aplicações, gerando lucro e menos esforços dos trabalhadores na empresa (CNI, 2009). Na figura 1 é possível ver como funciona o transporte de minério sobre a correia transportadora



Figura 1 – Transportador de Correia

Fonte: O autor

O transportador de correia é composto por componente que auxiliam no seu funcionamento, como a correia transportadora que faz o transporte de um material para pontos determinados, os rolos que são responsáveis por sustentar e auxiliar o deslocamento da correia sobre o transportadores e os cavaletes que mantêm os rolos fixados para que não haja um deslocamento indevido.

2.2 Manutenção

Para Xenos (1998), a atividade de manutenção já faz parte da humanidade há anos, desde que começamos a manusear instrumentos para produzir algo, porém ela sempre era vista como um mal necessário dentre os trabalhadores, tendo em vista que, por falta de uma estratégia e planejamento, geralmente a manutenção era sinal de prejuízo, quebras e constantes preocupações aos donos de empresas e indústrias.

A NBR-5462, define manutenção como uma combinação de todas as ações técnicas e administrativas, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida, ou seja, tomar medidas para a conservação ou a permanência de algo sendo este um dos maiores objetivos da manutenção.

Manutenção significa manter tudo o que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, ou seja, é um conjunto de ações técnicas e administrativas para manter um item disponível para realizar sua função requerida (XENOS, 1998).

Para Viana (2002), manutenção significa manter o que já tem, ou seja, preservar características originais e melhorar para que minimize falhas recorrentes. A sua essência está em colaborar para qualidade, produtividade e confiabilidade de uma máquina e assim minimizar as perdas que resultam de paradas de equipamentos, para isso é necessário que se trace estratégias e planos de manutenções.

Ainda segundo Xenos (1998), a manutenção é indispensável para a produção e pode ser considerada o alicerce de toda atividade industrial, pois uma boa manutenção sempre traz resultados satisfatórios.

Em meio a todos aos conceitos, não se pode mais qualificar a manutenção como apenas reparar um erro ou falha, é necessário pensar e agir estrategicamente, e dessa forma a manutenção tenderá a interagir de maneira mais eficaz com o processo produtivo de uma empresa para que os resultados possam ser mais satisfatórios.

2.2.1 Manutenção estratégica

Kardec e Nascif (2012) descrevem que, para a manutenção ser estratégica, ela deve estar voltada às metas da empresa, neste caso, a não deve se preocupar em apenas reparar a falha e consertá-la o mais rápido possível, mas é necessário manter o equipamento disponível no momento de operação e produção, trabalhando para evitar que seja preciso alguma manutenção não planejada.

Ainda de acordo com Kardec e Nascif (2012), para definição dessas metas é necessário adoção, dentro do sistema de manutenção, do processo “Benchmarking”, que, para Chiavenato (2004), “é o processo de localizar “Benchmarks” que são as referências que se têm como padrão para um processo de negócio específico no mercado. É importante analisá-los, aprender com eles e, se possível, ultrapassá-los”, ou seja, estudar empresas do mesmo ramo de negócio, conhecer as possíveis diferenças e traçar metas de curto médio e longo prazo.

O cuidado para que falhas sejam pontuais é um trabalho de toda equipe tanto de operação e manutenção, por isso um bom planejamento de parada em equipamentos acarreta em uma diminuição da ação corretiva. Traçar metas e métodos de combate a panes e defeitos levam à um desenvolvimento da equipe e ganhos de produtividade, observar, relacionar as causas e propor soluções são pontos estratégicos para que a manutenção possa atuar de forma mais acentuada nos combates às falhas em busca da qualidade nas entregas dos equipamentos para produção (KARDEC E NASCIF 2012).

2.2.2 Manutenção em transportadoras de correias

Para CNI (2009), os conceitos de formas para manutenções em máquinas são muito abrangentes quando generalizado. Em transportadores de correias as manutenções são feitas para que os sistemas possam estar disponíveis para operação durante todo tempo que ela estiver de serviço, para assim a manutenção alcançar seus objetivos que são conservar em condições operacionais satisfatórias o patrimônio da empresa, prédios, máquinas, utilidades, etc.

Segundo Viana (2002), esses serviços de rotinas constam de inspeção e verificação das condições técnicas dos ativos (máquinas, equipamentos). Nos transportadores de correias essa inspeção é feita pelos inspetores que tem o foco

de analisar e detectar pequenos defeitos. As identificações de falhas são geralmente planejadas para a parada da máquina e dessa forma, realizada a manutenção preventiva.

2.2.3 Tipos de manutenção

2.2.3.1 Manutenção preditiva

Para Xenos (1998), a manutenção preditiva permite prorrogar o tempo de manutenção preventiva em uma máquina, pois dá a oportunidade do mantenedor prever quando a peça estará próxima ao seu fim de vida útil. Uma manutenção preditiva realizada dentro dos padrões de excelência acarreta na diminuição de custos e mais produtividade para o equipamento.

Viana (2002) descreve que, a manutenção preditiva evita desmontagens para inspeção dos ativos, e determina o tempo certo de intervenção mantenedora. A realidade da manutenção preditiva é a capacidade de prever as condições de uma determinada peça, máquina ou componente. Ela tem como objetivo prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamentos de alguns parâmetros. Algumas técnicas são utilizadas nas indústrias como, ensaio por ultrassom, análise de vibrações mecânicas, análises de óleos lubrificantes e termográficas.

Uma manutenção preditiva requer condições básicas para serem utilizadas. O equipamento ou sistemas devem permitir algum tipo de monitoramento, além de terem a possibilidade de ter sua progressão acompanhada. Essa manutenção merece uma atenção especial por envolver grandes custos em seu processo, devido a isso, necessariamente haverá um programa para acompanhamento e análise sistematizado (KARDEC E NASCIF 2012).

Em um sistema de transportadoras de correias, a manutenção preditiva tem sua importância para determinar as condições dos componentes e assim, permitir uma maior disponibilidade do equipamento para a operação. Da mesma forma que ao detectar o fim de vida útil, intervir com um planejamento adequado a fim de proporcionar ganhos ao equipamento.

2.2.3.2 Manutenção preventiva

De acordo com Viana (2002), a manutenção preventiva é todo serviço de manutenção realizado em equipamentos que estejam em condições de operação ou livres de falhas. Ela está destinada a reduzir a probabilidade de falhas nos equipamentos e manter um clima favorável à operação proporcionando um bom andamento da produção.

O conceito de manutenção preventiva para Kardec e Nascif (2012), remete à atuação realizada a fim de reduzir ou evitar falhas e quedas de desempenho do equipamento, seguindo um plano previamente elaborado para através deste, atuar em equipamentos que estão inoperantes devido ao baixo desempenho na produção ou quando propicia desconforto à segurança pessoal.

São intervenções que, com a ajuda da manutenção preditiva, oferecem uma série de vantagens aos organismos fabris com relação à corretiva que ainda será falado nesse trabalho (VIANA, 2002).

Quando bem planejada e realizada, a manutenção preventiva diminui os riscos em aparições de falhas inesperadas que as vezes repercute de maneira negativa no meio das equipes de manutenção e operação.

Viana (2002), ainda afirma que a manutenção preventiva dar condições para melhorias no método, tendo em vista que, com constantes atuações em um mesmo equipamento, seus problemas se tornam mais visíveis fazendo com que novas práticas surjam.

Nas transportadoras de correias as manutenções previamente programadas têm o intuito de prorrogar a disponibilidade física do equipamento, haja vista que, essa manutenção tem um papel determinante para a confiabilidade do equipamento, pois quando uma atuação é malsucedida, pode ocasionar paradas inesperadas (corretivas) impactando diretamente na produtividade da empresa (CNI 2009).

De acordo com o manual da FAÇO (1996), é necessário implantar ações integradas para que se possa efetuar a manutenção preventiva em cada componente do transportador de correia seja tambores, raspadores, motor, redutor, roletes, correia, esticador e outros. Ela deve trabalhar como um programa traçado para que sejam feitas inspeções e trocas de peças baseado no trabalho de coleta de dados e engenharia de confiabilidade.

2.2.3.3 Manutenção corretiva

Em empresas que necessitam de um elevado percentual de disponibilidade dos equipamentos para a produção, a manutenção corretiva costuma ser associada a perda de produção e custos elevados. Para Kardec e Nascif (2012), ela “é a atuação para correção de falhas ou do desempenho menor que o esperado”, as manutenções em falhas inesperadas são caracterizadas como corretivas, porém nem sempre essas ações serão remetidas a emergência em atuação, podendo também ser uma conhecida por manutenção corretiva planejada que, ainda segundo Kardec e Nascif, estão ligadas a ações realizadas em oportunidades do equipamento, geralmente quando o mesmo não está operando.

De acordo com a NBR 5462, manutenção corretiva é a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a colocar o item em condições de executar uma função requerida.

Para Viana (2002), é aquela que se faz necessária quando o equipamento se mostra irregular ou quando ocorre falhas. Nessa manutenção não há tempo de preparação de serviço e acarreta elevados custos indiretos, além de impactar na produção.

Quando os transportadores de correias param por ação corretiva, geralmente a produção sofre um grande impacto, portanto, mais importante que reparar o erro, é achar formas para solução do problema afim de evitar que o mesmo possa se repetir (GARBIM, 2013).

2.2.4 Melhorias em manutenção de Transportadoras

As grandes empresas, de forma geral, têm se empenhado cada vez mais para evolução constante de seu desempenho no mercado. Para isso, buscam métodos, ferramentas e estudos que auxiliem na melhoria contínua, a fim de identificar possíveis desperdícios e falhas no processo com o intuito de eliminá-las e ter eficiência de seus equipamentos visando alta qualidade com custos competitivos, o retorno sobre os investimentos devido ao aumento da produtividade, redução das perdas e tempo de entrega agregado a maior satisfação dos clientes é o que as mantem vivas no mercado (LOUZADA, 2010).

A implantação de melhorias deve estar enraizada nos mantenedores para que sua atuação gere mais resultados, melhoria também recebe o nome de Kaizen que significa, mude para tornar-se bom.

De acordo com Briaes (2005) a filosofia do Kaizen se baseia na eliminação de desperdícios tendo bom senso, no uso de soluções que não gerem grandes custos e que sirvam para motivação e incentivem a criatividade dos colaboradores afim de melhorar a prática de seus processos, trazendo benefícios para todos, inclusive para quem executa a atividade.

Para a manutenção de equipamento esse contexto se traduz em melhorá-los continuamente e gradativamente além de suas especificações e procedimentos anteriores. Significa dizer que, é preciso melhorar os equipamentos sempre e sair do paradigma de apenas colocar o equipamento em condições iniciais para operação, pois normalmente a manutenção foca em tratar as falhas através de constantes investigações, entregando à produção até que o mesmo volte a falhar. A melhoria envolve mudanças, se necessário, de projetos, padrões e até mesmo da manutenção da máquina.

As melhorias não devem ser necessariamente realizadas a partir da quebra de um equipamento, mas é importante traçar metas objetivando a melhoria no processo dos equipamentos, visando baixar o custo da manutenção, redução no tempo de atuação preventiva entre outras. Um trabalho como esse exige um envolvimento de todos na organização, do chão de fábrica à alta administração (IMAI, 1994).

2.2.5 Confiabilidade dos equipamentos

A confiabilidade está presente a todo momento na manutenção, sendo que a mesma tem como uma de suas missões atender aos serviços de seus equipamentos de modo mais confiável possível. Segundo a NBR 5462, confiabilidade é o poder que um equipamento ou algum item em realizar sua função sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo.

O uso do termo confiabilidade em crescendo no meio das empresas ao passo que se torna uma característica de qualidade de serviço prestado, por isso é importante dentro da indústria que ela esteja bem conceituada e caracterizada, mesmo que muitas indústrias ainda costumam medir mais falhas que monitorar sua

confiabilidade de um equipamento, Kardec e Nascif (2012) acrescentam que a confiabilidade é a probabilidade estatística de um equipamento não ocorrer falhas em uma certa atividade com um dado nível de confiança.

Alguns fatores, dentre eles: as condições de ambiente, impurezas dos materiais transportados e até mesmo a má operação devem ser levados em consideração para que o equipamento possa proporcionar a confiabilidade requerida e para que suas manutenções sejam realizadas dentro de um cronograma previamente acertado.

Falha se resume a não satisfação de um padrão de desempenho previsto de uma máquina, sendo assim, a manutenção deve atuar para estabelecer esse desempenho sempre para que a confiabilidade possa estar sempre elevada (Kardec e Nascif, 2012).

2.2.6 Indicadores de Manutenção

Os indicadores de manutenção permitem quantificar e monitorar os processos, são medidas estabelecidas sobre os processos para que se possa obter um controle. Na manutenção, se escolhe os meios e começa a acompanhar a evolução da ação humana mantenedora, através de índices de manutenção. Os indicadores não são só utilizados no acompanhamento dos desafios da manutenção, mas também no que se refere à rotina diária (VIANA, 2002).

A disponibilidade segundo a NBR 5462, é a capacidade que um item tem de executar sua função em um determinado período. E esse termo é utilizado como medida de desempenho de um equipamento. Os indicadores ajudam no acompanhamento dessa disponibilidade e assim a manutenção atua quando é verificado algum desvio.

De um modo mais sucinto, o Manual Formando (2007), conceitua a disponibilidade como a probabilidade de assegurar a função requerida a um determinado equipamento.

Para Kardec e Nascif (2012), a disponibilidade pode ser classificada em disponibilidade intrínseca e física, que consistem no tempo que o equipamento estará disponível para operação e quando ele estará disponível para operar sem necessariamente ser utilizado, respectivamente.

Disponibilidade física de acordo com a NBR 5462, “é a capacidade de um item estar em condições de realizar uma certa função em um dado instante de tempo”. Ela representa o percentual de dedicação para operação de um equipamento, em relação às horas totais do período.

$$DF = \frac{HC-HM}{HC} \times 100\% \quad (1)$$

O cálculo do DF se faz pela relação entre o tempo de manutenção (HM) e as horas calendário (HC), que se refere às horas a serem avaliadas, por exemplo, para um ano de 365 dias existem 8760 horas calendário:

Disponibilidade intrínseca, é o tempo total em que um equipamento exerce sua função quando seu uso for solicitado. (MANUAL FORMANDO, 2007)

A relação entre o tempo total de operação (HO) e o tempo para manutenções corretivas (HMC) resulta no valor da disponibilidade intrínseca, temos:

$$DI = \frac{HO}{HO+HMC} \times 100\% \quad (2)$$

Outros indicadores são de suma importância no processo de manutenção, para fins de disponibilidade são:

- MTBF/MTEF (Tempo Médio Entre Falhas);
- MTTR/TMR: Tempo Médio de Reparo;
- TPMF: Tempo Médio Para Falha;
- HMC: Horas de Manutenção Corretiva

Segundo Kardec e Nascif (2012), o MTBF (Mean Time Between Failure) é o tempo médio entre falhas, esse indicador representa o tempo médio de funcionamento da máquina ou equipamento diante das necessidades de produção até a próxima falha. E o MTTR (Mean Time To Repair) é o tempo médio para reparo, ele aponta o tempo que a equipe de manutenção demanda para reparar e disponibilizar a máquina ou equipamento para o sistema produtivo.

O HMC, horas de manutenção corretiva, para Viana (2002), é um indicador de performance da mão de atuações corretiva, ele demanda o tempo em que o equipamento ficou em manutenção devido a falhas inesperadas ou planejadas.

2.2.7 Eficiência global dos equipamentos

O indicador da eficiência global dos equipamentos (OEE) é reconhecido como “uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para aumento dos lucros apresenta tanto aspectos técnicos como os sociais de uma manutenção e um processamento bem-sucedidos” (HANSEN, 2006, p.13).

Ele auxilia na eliminação de problemas, que impedem a busca continua de níveis superiores de eficácia dentro da fábrica, seu uso permite que a empresa alcance e mantenha um alto nível de produtividade com baixos custos de produção, pois consegue identificar os GAP's do processo e tratá-los.

Para a obtenção da eficiência dos equipamentos vários podem ser os cálculos a serem utilizados dependendo do método a ser abordado.

$$OEE = DF \times UF \times EP \quad (3)$$

Sendo:

OEE: Eficiência Global do Equipamento (%)

DF: Disponibilidade Física (%)

UF: Utilização Física (%)

EP: Eficiência Produtiva (%)

3 METODOLOGIA

Do ponto de vista dos objetivos, esse trabalho possui caráter:

Exploratório, pois visa ampliar o conhecimento sobre a utilização de métodos para solucionar problemas nos processos de manutenção acentuando a importância da aplicação de ferramentas da qualidade para alcance de maior eficiência e eficácia dos equipamentos;

Descritivo, porque descreve sobre observações e relatos das falhas ocorridas em equipamentos para embasamento e constatação da veracidade das informações apresentadas neste trabalho;

Explicativa, por proporcionar esclarecimento das causas de falhas descritas neste estudo, ou seja, os motivos pelas quais ocorreram e propor soluções para as mesmas.

A pesquisa foi iniciada através de uma revisão bibliográfica, utilizando-se de livros, artigos, documentos técnicos, apostilas e referências na internet como base na formação do conhecimento teórico necessário para a elaboração do trabalho, e pesquisa de campo que foi realizada mediante a dados coletados na própria empresa estudada.

A pesquisa de campo visou um estudo de caso que se concentra na área conhecida como Embarque em uma mineradora. Nela encontram-se máquinas do tipo carregadores de navio, responsável por embarcar o minério para comércio aos navios cargueiros.

O estudo foi elaborado no equipamento que apresentou o tempo de falha por desalinhamento mais representativo em relação aos demais ativos (equipamentos) do Embarque que foram analisados.

Analisar do processo de funcionamento dos equipamentos (manutenção, operação).

Inicialmente foi realizado um estudo teórico sobre a metodologia PDCA e utilização das ferramentas da qualidade, delimitando esse estudo aos transportadores e demais equipamentos.

O processo foi observado afim de identificar os problemas que mais afetavam nos indicadores de manutenção afim de levantar oportunidades de melhorias no processo aumentando a disponibilidade dos equipamentos.

Os indicadores de manutenção junto ao GPV (recurso utilizado pela operação e disponibilizado pela equipe de confiabilidade para apontar as classes de falhas nos equipamentos), auxiliaram na análise das falhas de correias e foram utilizados como base na tomada de medidas para eliminação desses problemas.

Utilizar o método PDCA para solução de problemas com auxílio das ferramentas da qualidade.

Para definição do equipamento a ser estudado, foi realizado uma análise das principais falhas que impactavam diretamente na produtividade do Embarque e através da utilização das ferramentas de qualidade, como Brainstorming e Matriz G.U.T, delimitou-se as falhas por desalinhamento nas máquinas. Para tanto, a partir dos dados coletados foram elaborados gráficos e tabelas, para expressar o comportamento dessa falha no ano, assim como o tempo de P0's (indisponibilidade do equipamento para operação), que foi o foco do estudo desenvolvido. Buscando assim, equipamentos que tiveram o maior tempo de manutenção corretiva no segundo semestre de 2015.

Por se tratar de um estudo mais complexo, foi utilizado o método PDCA para solução de problemas. Através dele foi possível planejar ações significantes com o intuito de solucionar o problema que havia se apresentado. O método PDCA é composto de várias etapas, como já exposto ao longo do trabalho, através do método foi possível diagnosticar vários problemas recorrente nas atividades de manutenção e que impactavam diretamente na produtividade da empresa assim como na disponibilidade do equipamento.

Dessa maneira, fundamentado nas informações coletadas - junto ao setor de confiabilidade da organização e acompanhamento dos indicadores de manutenção, pelo método PDCA, elaborou-se uma ação que foi a criação de um dispositivo para solucionar o problema de desalinhamentos no intermediário do carregador de navios 3, que nesse trabalho será descrito apenas como CN3, podendo ainda ser replicado para demais ativos com as mesmas especificações do equipamento abordado.

Propor a padronização e disseminação dos procedimentos de manutenção.

Finalizando o estudo, foi verificado os ganhos tangíveis e intangíveis alcançados pela equipe de manutenção em comparação com os resultados que vinham sendo obtidos antes dessa interferência. A partir de então, o dispositivo foi padronizado e disseminado para as demais áreas.

4 PDCA

Identificar um problema na empresa é algo comum a todos os colaboradores e pode ocorrer em qualquer setor de atividade. A percepção de erro não é algo específico de uma área ou pessoa. Para a obtenção de resultados, uma busca constante para eliminação de problemas deve ser feita por todos, porém para tais fins, é necessário a utilização de ferramentas para análise e solução desses problemas. Um método que vem sendo utilizado comumente pelas empresas é o PDCA que é utilizado para controlar o processo, com as funções básicas de planejar, executar, verificar e atuar corretamente (FALCONI 1992).

Falconi (1996, p.262) define o ciclo PDCA na citação abaixo:

“O PDCA é um método de gerenciamento de processos ou de sistemas”. É o caminho para se atingirem as metas atribuídas aos produtos dos sistemas empresariais. Levando em consideração essa afirmação de Falconi, pode-se dizer que o ciclo PDCA é composto por uma sequência de medidas tomadas para controle de um processo definido que visa o alcance de metas e propósitos auxiliando as implantações de melhorias no processo. O método dá um norte para a condução de projetos tendo participação no planejamento estratégico das empresas antes de uma implementação de uma melhoria. O PDCA que é um método para solução de problemas deve ser conhecido dominado por todos, para Falconi (1996), devemos ser exímios solucionadores de problemas, pois o domínio deste método é o que há de mais importante no TQC.

Segundo Falconi (1992) o ciclo do PDCA é utilizado no controle do processo e seus conceitos podem ser facilmente aplicados em uma empresa, preparando os gestores em busca de uma visão holística e uma administração focada em resultados e lucratividade. Baseia-se no planejamento, execução, controle e atuação corretivamente quando necessário. Essas funções são interligadas e possuem diversas atividades para prosseguimento de suas ações. Na figura a seguir, é possível identificar o passo a passo do método descrito por Falconi (1992) que implica no planejar, executar, checar e agir corretivamente quando necessário.

De acordo com Falconi (1992) o PDCA é um ciclo intermitente que se traduz da seguinte forma (Figura 2).

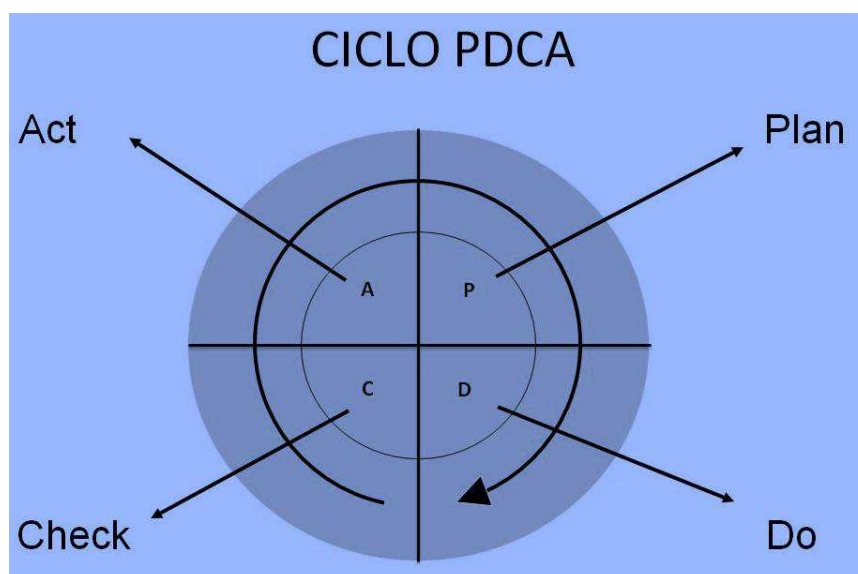


Figura 2 - Ciclo PDCA

Fonte: Falconi, 1992

P – PLAN (Planejar)

Refere-se ao planejamento e análise de atividades para projeto de melhoria, ou seja, definir quais são os objetivos que nada mais é do que a meta e a forma que será feito, ou seja, a metodologia.

D – DO (Executar)

É a condução do plano traçado no planejamento, guardando todos os dados que permitam a seu controle posterior. O treinamento é de fundamental importância nessa fase.

C – CHECK (Verificar)

Após o planejamento bem feito e os planos bem executados, se faz importante também o monitoramento do projeto e atividade, avaliações de resultados e comparação com o que foram planejados (metas e métodos) e registrados os desvios encontrados (problemas).

A – ACTION (Atuar Corretivamente)

Nesta fase, é definido as soluções para os problemas encontrados no decorrer do processo e mudanças tomadas para melhoria contínuas, e se necessário, refazer novamente o ciclo para sanar seus desvios.

4.1 O Ciclo PDCA para Manutenção e Melhoria de Resultados

Durante a utilização da Metodologia do PDCA para manutenção, são utilizadas ferramentas no auxílio de seu desenvolvimento, pois para cada uma das etapas apresentadas, existe uma série de tarefas que devem ser cumpridas. E de acordo com o presente estudo, será utilizado as seguintes ferramentas como mostra a tabela 1.

Tabela 1 – Relação entre as Ferramentas e o Ciclo do PDCA

ETAPAS DO CICLO PDCA FERRAMENTAS DE QUALIDADE	P	D	C	A
1. Fluxograma	X			X
2. Brainstorming	X			M
3. Causa-Efeito	X			X
4. Coleta de Dados	X	X	X	M
5. Gráficos	M		M	X
6. Análise de Pareto	X			X
7. Histograma		M	X	X
8. Gráfico de Dispersão	M			X

Legenda: X: Aplicação frequente
M: Aplicação eventual

Fonte: Falconi, 1992

4.2 Aplicação do ciclo PDCA para Manutenção e Melhoria de Resultados

Quando o processo apresenta problemas que precisam ser resolvidos, utilizamos o Ciclo PDCA para melhoria de resultados (Método para Análise e Solução de Problemas – MASP). O fluxo a ser seguido está ilustrado na Figura 3.

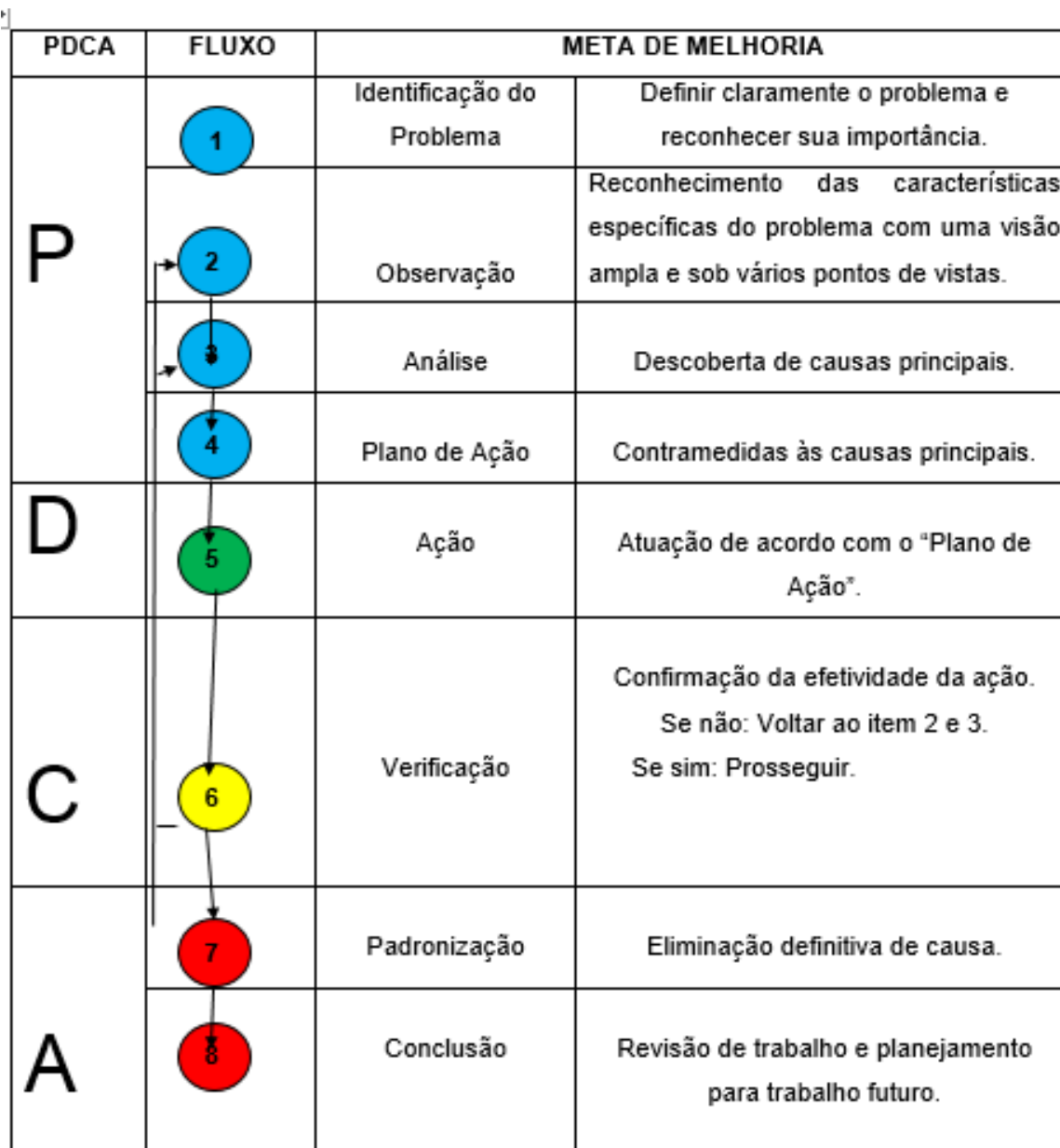


Figura 3 – Cronograma de um ciclo PDCA

Fonte: Falconi, 1992

4.2.1 Brainstorming

Segundo Maximiano (2000) é uma técnica utilizada para gerar novas ideias através de informações e opiniões para tomada de decisões. Ela pode ser usada por todos os colaboradores de uma corporação devido à sua facilidade, e assim, permite a contribuição espontânea das pessoas para exporem livremente suas sugestões, sem qualquer crítica afim de que através dessa exposição, novas ideias apareçam e o leque seja muito maior de informações.

O Brainstorming tem foco na explosão de informações sugestivas em um curto período de tempo, sendo fundamental na identificação e na seleção das questões a serem tratadas e na geração de possíveis soluções, pois as ideias são avaliadas, criticadas e a partir da análise, aproveitadas (AGUIAR, 2002).

Para a ferramenta ser bem mais aproveitada é necessário que toda quantidade de ideias origine qualidade para que se possa ter soluções viáveis para solução do problema. E quanto maior for esse número gerado, maior será também o número de associações que geram novas ideias e outras soluções, destaca-se o envolvimento de todos os funcionários e o surgimento de diversas sugestões pela busca em resolver os problemas, exercita o raciocínio para englobar vários ângulos de uma situação ou de sua melhoria.

4.2.2 Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito que segundo Maximiano (2000) é um diagrama que tem por função o raciocínio e discussão sobre possíveis causas de um problema. É uma ferramenta japonesa que também é conhecida por diagrama de Ishikawa devido ter sido inventada por Kaoru Ishikawa.

Segundo Werkema (1995, p. 01), o diagrama de causa e efeito é uma das ferramentas da qualidade que apresenta a relação entre o problema do processo e as causas que têm levado esse resultado inesperado.

A figura 4, apresenta um modelo de um diagrama de causa e efeito, relacionando as etapas que devem ser seguidas durante sua construção:

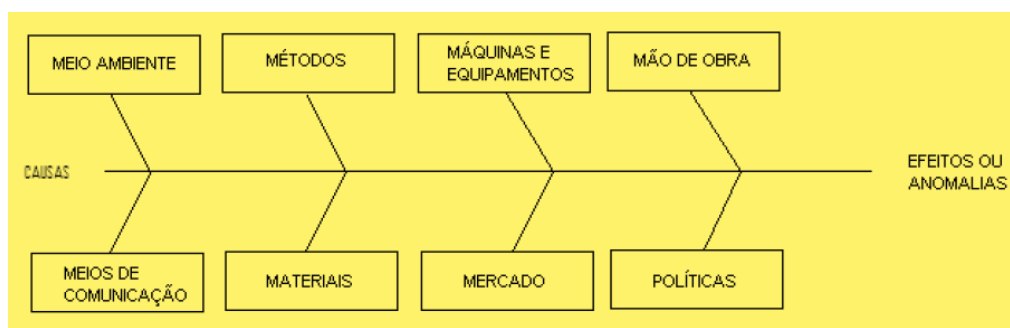


Figura 4 - Diagrama de Causa Efeito

Fonte: Ribeiro, 2005

Conforme Paladini (1997), para sugerir e listar causas, faz-se necessário formar uma equipe, observando alguns critérios:

1. Devem ser anotadas e mencionadas todas as ideias possíveis e até as menos prováveis que passarem na cabeça dos integrantes do grupo.
2. O foco dessa ferramenta é o número de ideias que possam conduzir para a causa do problema, é necessário que os integrantes não se restrinjam apenas a ideias que viáveis.
3. São aceitas ideias decorrentes de ideias já citadas.
4. Nenhuma causa proposta deve ser criticada, alterada, eliminada ou proibida.
5. O objetivo é eliminar as causas que geram o problema, não apenas identificá-los. Deseja-se, assim, identificar soluções para problemas e não apenas identificá-los (para isto a equipe se reuniu).

Com o uso do diagrama de Causa e Efeito é possível esmiuçar mais o problema a fim de que com a ajuda de todos da equipe, achar soluções mais eficazes para o efeito.

4.2.3 Diagrama de Pareto

Segundo Trivellato (2010), o gráfico de Pareto é um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências de uma determinada característica a ser medida em uma ordem decrescente, permitindo a priorização de problemas.

O diagrama de Pareto foi desenvolvido pelo economista italiano Vilfredo Pareto, que através de gráficos, mostrou que a maior renda estava concentrada nas mãos de uma minoria da população. Ele chegou à conclusão de que 20% da população ficavam com 80% da arrecadação, enquanto para os outros 80% da população restavam apenas 20%. Essa assertiva ficou conhecida como Princípio de Pareto (OLIVEIRA, 2013).

Para análise de problemas em uma empresa, o Gráfico de Pareto auxilia para acompanhamento de eventos dos quais mais impactam no processo (Figura 5). Ele sugere que se deve prestar bastante atenção nos elementos críticos. E para isso deve ser utilizado um modelo gráfico que os organiza em ordem decrescente de importância, sempre a partir da esquerda. O diagrama de Pareto mostra categorias, classes e grupos e elementos (PALADINI, 1997).

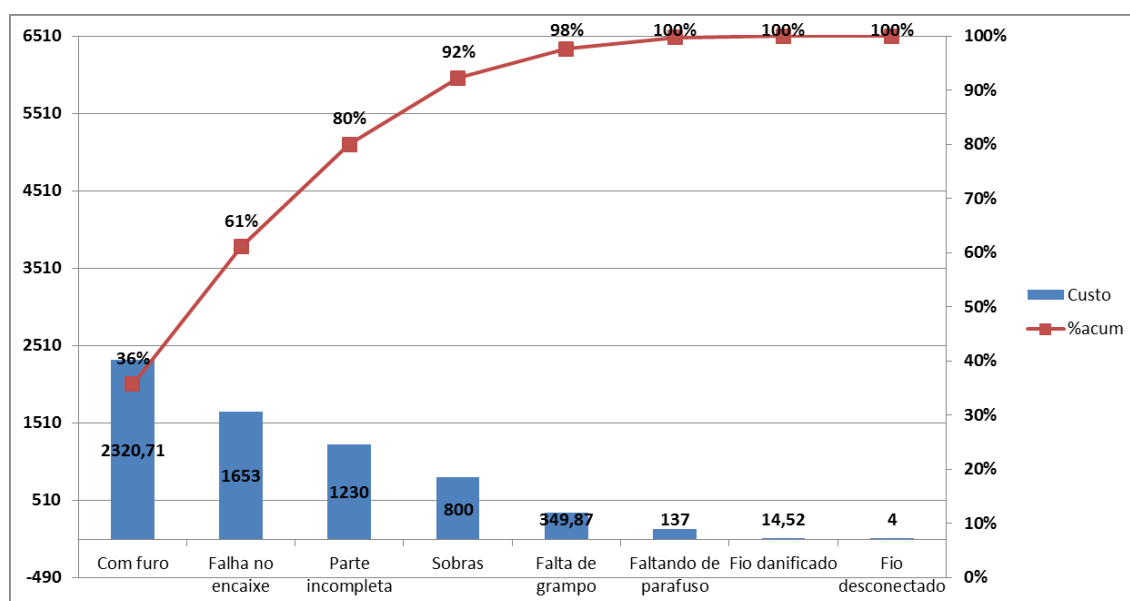


Figura 5 - Gráfico de Pareto.

Fonte: Oliveira, 2013

4.2.4 Matriz G.U.T. – Gravidade, Urgência, Tendência.

Segundo Sotille (2014) a matriz de priorização de GUT (Gravidade x Urgência x Tendência) foi proposta por Charles H. Kepner e Benjamin B. Tregoe, em 1981 como ferramentas utilizadas na solução de problemas.

Tendo o objetivo de priorizar as ações de forma racional, levando em consideração a gravidade, seguido da urgência e tendência do fenômeno. É um instrumento complementar das outras ferramentas da qualidade e está ligado ao ciclo PDCA na fase de planejar.

De acordo com Sotille (2014) a matriz possui diversas vantagens na sua aplicação tais como:

- Permite a alocação de recursos nos tópicos considerados mais importantes;
- Contribui para elaboração de um planejamento estratégico;
- É de simples implementação;
- Pode ser utilizada para classificar assuntos diversos;
- É útil para o planejamento de atividade que devem ser realizadas num determinado período de tempo.

Segundo Ribeiro (2005), é necessário que haja uma separação de cada problema que tenha causa própria. Depois disso, é hora de saber qual a prioridade na solução dos problemas detectados.

De acordo com Oliveira (2013), faz necessário saber qual a gravidade do desvio, ou seja, quais impactos desse problema, buscar compreender qual a urgência para eliminar o desvio (tempo disponível para resolvê-lo) e sua tendência junto ao seu percentual de crescimento, questionar se o problema se tornará progressivamente maior ou tenderá a diminuir e desaparecer por si só, como mostra na tabela 2.

Tabela 2 - Matriz G.U.T

G (Gravidade)	U (Urgência)	T (Tendência)
Dimensão de impacto do problema	Tempo de espera para tomada de ação	Como a situação se comportará, caso não seja tomada nenhuma ação
Alta Nota: 9	Imediato Nota: 9	Piorar Nota: 9
Moderada Nota: 6	Pode aguardar Nota: 6	Estável Nota: 9
Baixa: Nota: 3	Sem pressa Nota: 3	Melhorar Nota: 3

Fonte: Pessoa, 2008

4.2.5 5- Porquês

Os “5 Porquês” é uma ferramenta de análise que lhe permite identificar as primeiras causas de um problema. Foi desenvolvida por Sakichi Toyoda (fundador da Toyota), e aplicada no Sistema Toyota de Produção durante a evolução de suas metodologias de manufatura. Esse método leva esse nome, mas nem sempre é necessário chegar aos “5 porquês” ou somente até ele, (este número baseia-se no fato de que estatisticamente com cinco perguntas geralmente consegue-se chegar à

causa) o importante é achar uma resposta satisfatória àquele problema. (RIBEIRO, 2005). Tem-se um exemplo da aplicação da ferramenta na figura 6.

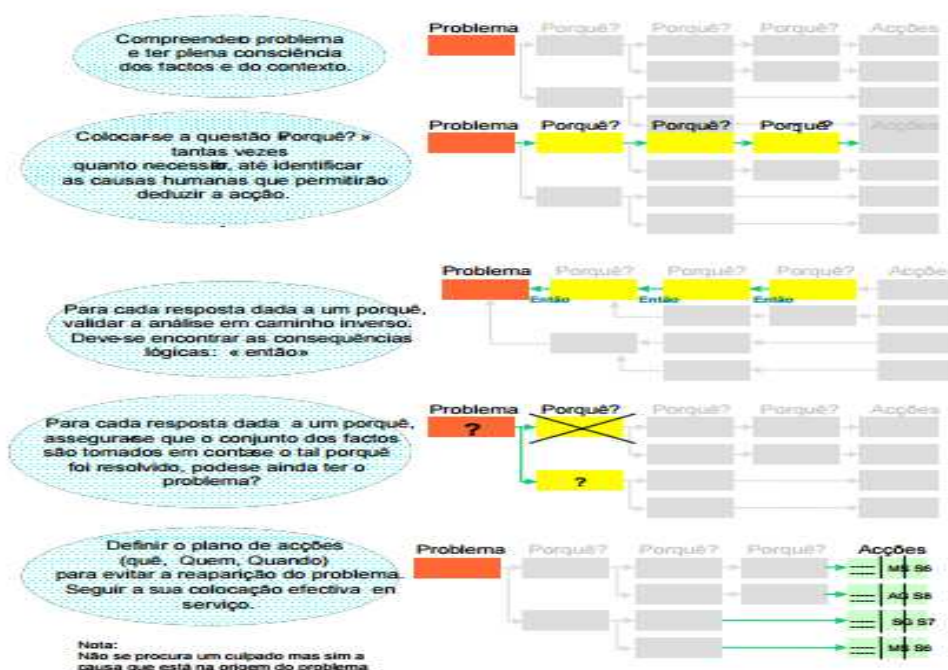


Figura 6 – Modelo da análise dos 5 porquês

Fonte: Manual do Formando

4.2.6 5W1H

A ferramenta utilizada para formação de plano de ação, que visa assegurar seu cumprimento, constatar problemas e realizar o planejamento de ações. É importante que o processo seja bem definido e bem esclarecido para que todos possam saber como será realizado a execução de atividade assim como tempo, quem fará, assim como o fundamento para se fazer.

Como expresso na figura 7, o 5W1H tem como objetivo promover um cronograma de planejamento da execução dos trabalhos para que os problemas constatados possam ser bloqueados o mais eficaz possível (PESSOA, 2008).

O QUE?	QUEM?	QUANDO?	COMO?	ONDE?	POR QUE?
O que deve ser feito	Quem é o responsável	Quando deve ser feito	Como fará.	Onde deve ser feito	Por que é necessário fazer

Figura 7 - Plano de ação 5W1H

Fonte: O autor

5 ESTUDO DE CASO

5.1 Resultados

Os Resultados obtidos através da aplicação do ciclo PDCA para solução de problemas, é apresentado a seguir através da descrição de cada etapa do ciclo e atividades realizadas, apresentando análises gráficas e ações tomadas nesse estudo.

5.1.1 Identificando o problema

Nesta primeira etapa foi estabelecido o objetivo para o desenvolvimento do trabalho. O objetivo era encontrar um indicador crítico da manutenção a fim de mantê-lo sob controle, buscando garantir a melhor entrega aos clientes.

Para identificar o indicador, foram analisados todos os índices de criticidade da manutenção durante o segundo semestre do ano de 2015 e escolhido aquele que apresentava maior variação em torno das metas.

O parâmetro escolhido foi o HMC (horas de manutenção corretiva), o HMC normalmente aponta se a manutenção corretiva tem sido assertiva ou não diante do que é planejado para o mês.

Para elaboração do plano de ação, através do Brainstorming foram levantadas as dificuldades encontradas pelos mantenedores na área afim de reduzir estes desvios. Foi realizada reunião que contou com a participação dos colaboradores que executam as atividades corretivas rotineiramente e inspetores de área. Principais problemas levantados:

- Dificuldade na troca de correias;
- 244 desalinhamentos nos TR's;
- Dificuldade na troca de rolos de impacto;
- Dificuldade na troca de rolos de carga.

Diante da análise acima, foram encontradas problemas bem distintos, então fez-se necessário a priorização a fim de termos uma maior eficiência nas ações imediatas para controle do indicador.

Com o auxílio da matriz de priorização foram analisadas as falhas que mais impactavam e quantificadas cada item para definir os prioritários. Para isso, essa análise foi realizada em consenso com os inspetores e supervisores de área, além da equipe de manutenção corretiva. Adotando-se os critérios de pesos encontrados Tabela 2, realizou-se a multiplicação dos mesmos para encontrar o resultado total e por ordem decrescente se definiu os itens que seriam prioritários.

Na Matriz G.U.T, o quesito Gravidade considera o impacto do problema sobre as pessoas, processos ou resultados e efeitos que surgirão em longo prazo caso não seja resolvido. O parâmetro urgência está relacionado ao tempo disponível para resolver o problema, e a tendência analisa o crescimento, redução ou desaparecimento do problema.

Problema	G (Gravidade)	U (Urgência)	T (Tendência)	Total
Dificuldade na troca de correias	9	9	3	486
Dificuldade na troca de rolos de impacto	9	9	6	486
244 desalinhamentos no TR's	9	9	9	729
Dificuldade na troca de rolos de carga.	9	9	6	486

Figura 8 – Uso da Matriz G.U.T.

Fonte: O autor

A matriz de priorização que tem a função auxiliar a priorização dos problemas, teve grande importância nessa etapa e, com isso, foi constatado que os desalinhamentos de correia precisavam de prioridade em seu tratamento.

Problema	G (Gravidade)	U (Urgência)	T (Tendência)	Total
Dificuldade na troca de correias	9	9	3	486
Dificuldade na troca de rolos de impacto	9	9	6	486
244 desalinhamentos no	PRIORIZADO			729
Dificuldade na troca de rolos de carga.	9	9	6	486

Figura 9 – Falha priorizada

Fonte: O autor

5.1.2 Observação

Em seguida foram realizadas observações do problema de desalinhamentos e analisadas suas características por uma visão ampla e sob vários pontos de vistas.

Os desalinhamentos nos transportadores podem causar diversos danos para produção numa empresa. Na mineradora desse estudo, foram constatados através de observações em campo as principais problemas que essa falha na pode gerar:

- Corte na correia transportadora



Figura 10 – Correia com rasgo

Fonte: O autor

- Perda de borda da correia



Figura 11 – Correia perdendo borda devido ao desalinhamento

Fonte: O autor

- Danos estruturais

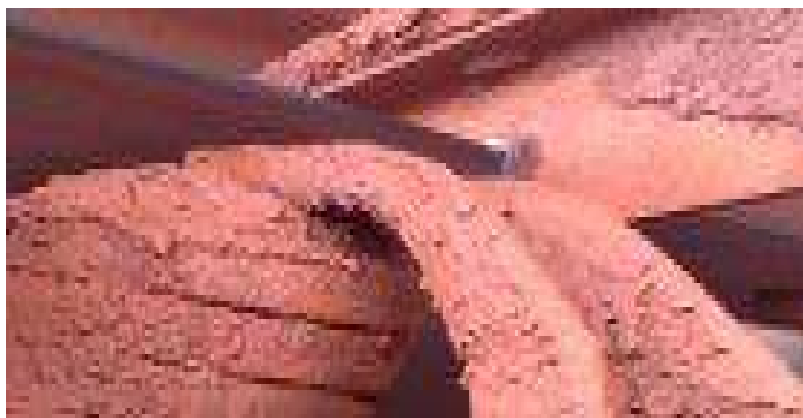


Figura 12 – Estrutura do transportador comprometida

Fonte: O autor

- Interrupção de carregamento gerando perda de produção e consequentemente, prejuízo a Mineradora.

Foi observado também através dos indicadores de manutenção que os desalinhamentos impactavam diretamente no HMC e identificou-se que ao longo do 2º Semestre de 2015, o intermediário do Carregador de Navios 315K-03 (nesse estudo será descrito apenas como CN3) foi o equipamento que mais desalinhou na área de Embarque, como mostrado no gráfico 1.

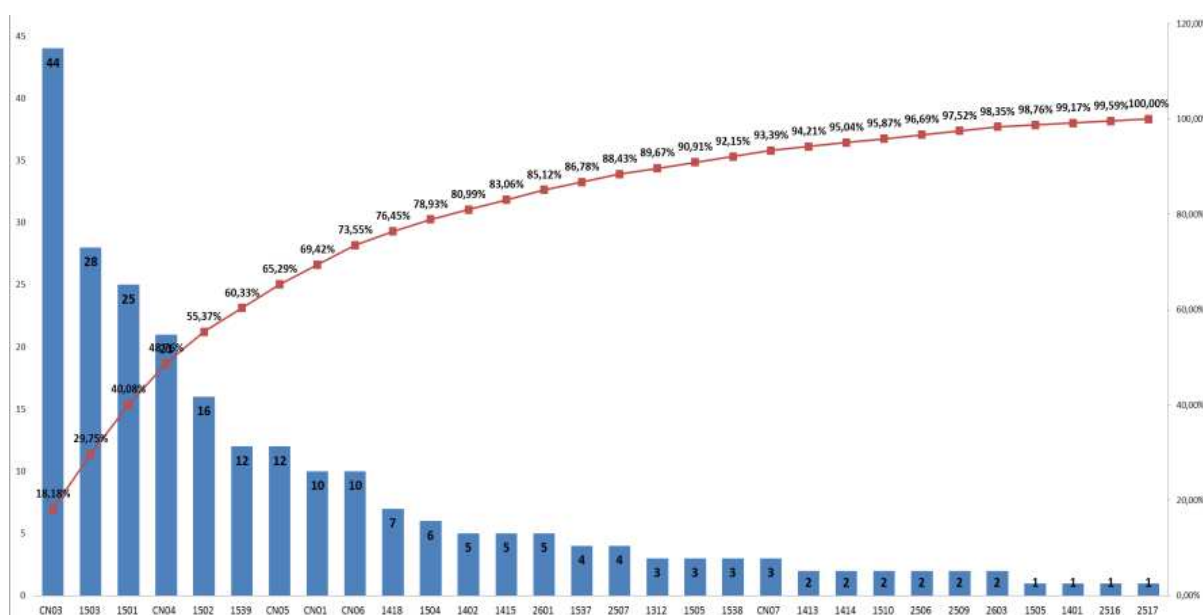


Gráfico 1 - Estratificação dos desalinhamentos (2º semestre de 2015)

Fonte: O autor

No gráfico 2, pode-se observar que, de todos os desalinhamentos do embarque, 44 ocorreram só no intermediário do CN3, ou seja, 18% do total. Isso significa que a cada 5 desalinhamentos ocorridos, 1 era no CN3.

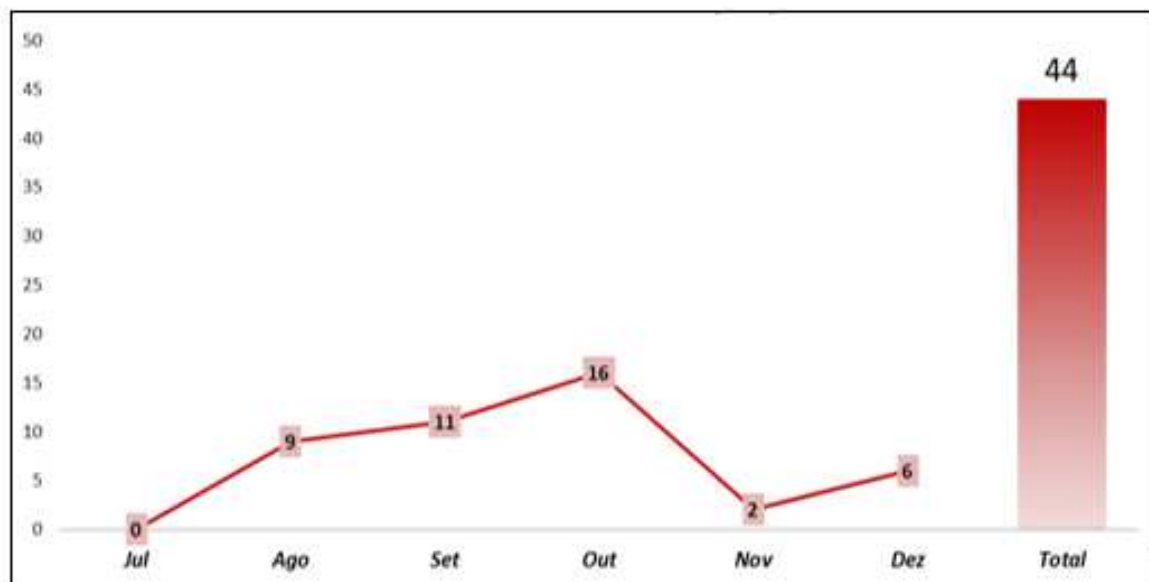


Gráfico 2 - Desalinhamentos no 2º semestre (2015)

Fonte: O autor

Foi verificado que os desalinhamentos no intermediário no CN3 ocasionaram 29,2h de paradas em corretiva culminando em uma perda de caixa

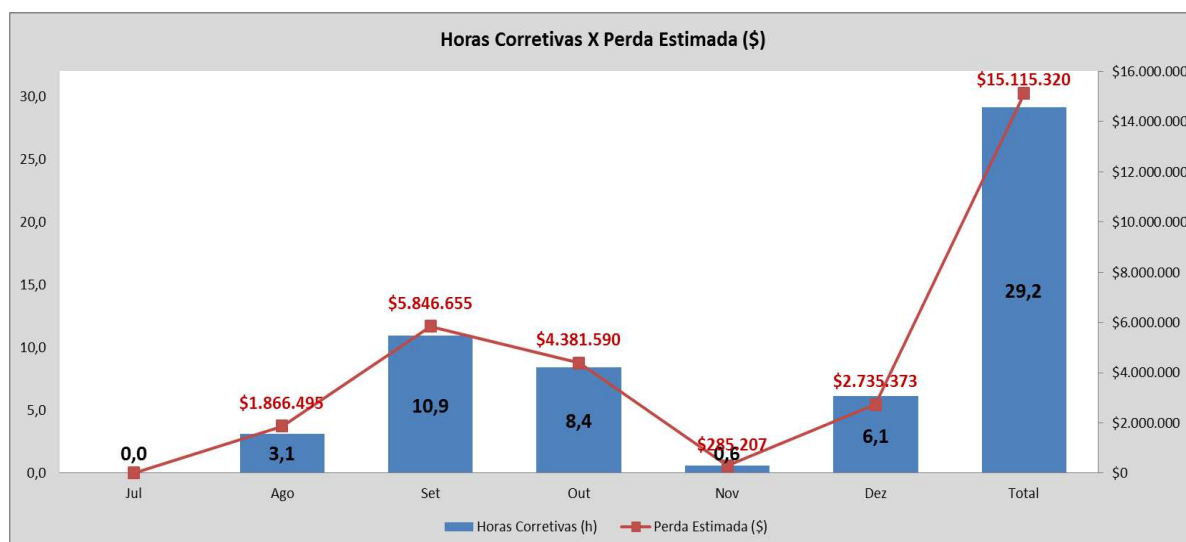


Gráfico 3 – Horas Corretivas

Fonte: O autor

Em decorrência disso, a mineradora identificou perda total de 15 milhões de dólares.

	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Horas Corretivas (h)	0,0	3,1	10,9	8,4	0,6	6,1	29,2
Média da Taxa real efetiva (t/h)	6500	6500	6500	6500	6500	6500	NA
Ton Minério de Ferro (\$)	95,97	92,63	82,27	80,09	73,13	68,8	NA
Perda Estimada (\$)	\$0	\$1.866.495	\$5.846.655	\$4.381.590	\$285.207	\$2.735.373	\$15.115.320

Gráfico 4 – Valor em Horas Corretivas

Fonte: O autor

Através dessas observações, o CN3 foi priorizado para esse estudo e com isso, observações foram feitas em área para que pudesse ter mais conhecimento sobre o problema que se apresentava.

Observou-se que os constantes desalinhamentos ocorriam quando o ativo operava com carga e sem carga, e isso gerava um alto tempo de monitoramento por parte do inspetor da área, manutenções fora de planejamento (corretiva) e preocupação dos gestores devido ao risco iminente de ocorrência portuária. (Figura 13).



Figura 13 – Desalinhamento com carga (esquerda) e sem carga (direita)

Fonte: O autor

A partir destas informações definiu-se uma meta: Reduzir a quantidade de desalinhamentos em 50%, CN3 até 30 de setembro de 2016.

Os ganhos previstos foram para o alcance dessa meta foram:

- Maior confiabilidade do equipamento;
- Eliminação do risco de rasgar a correia por perda de borda;
- Restabelecer o tempo nominal de vida útil da correia;
- Eliminar a queda de material no solo;
- Satisfação da equipe da corretiva e inspetor da área por eliminar um problema crônico.

5.1.3 Análise

Após observações do problema, foi possível compreender como ocorria o problema. O desalinhamento de correia pode ocorrer em qualquer transportador de correia, sabendo disso foi utilizado o diagrama de causa e efeito com o intuito de diagnosticar as possíveis causas dos desalinhamentos no CN3 como mostra a figura 14.

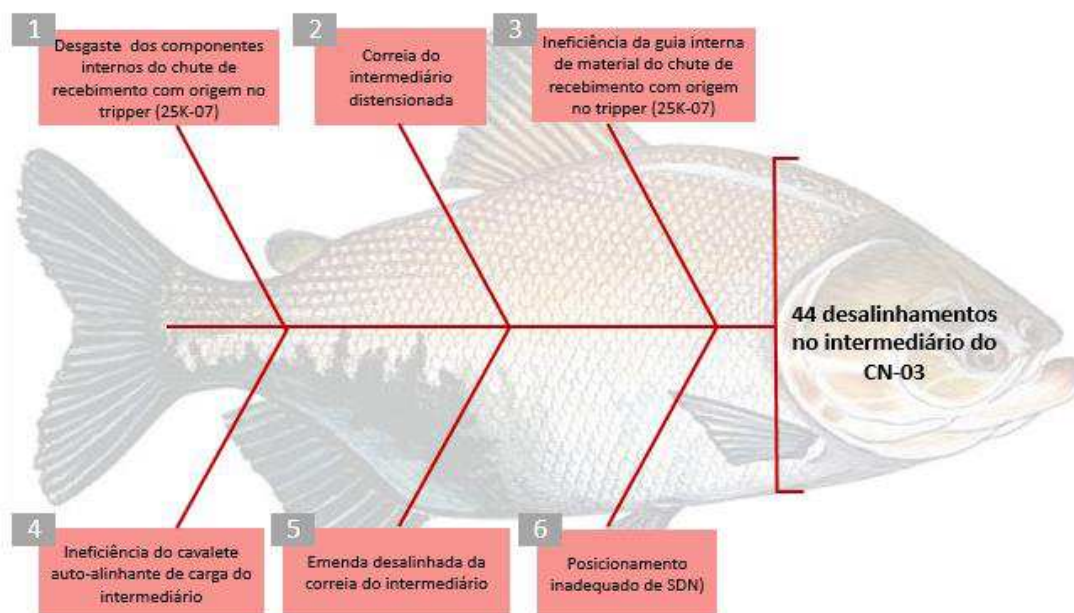


Figura 14 – Diagrama de Causa e Efeito

Fonte: O autor

Tabela 3 mostra que, com as possíveis causas detectadas para o problemas dos constantes desalinhamentos no CN3, foram analisadas cada uma e suas influências para que pudesse chegar a uma causa raiz.

Tabela 3 – Diagnóstico de Falha

Causa provável	Influente?	Justificativa
Desgaste dos componentes internos do chute de recebimento com origem no tripper (TR-325K-07)	Não	A inspeção é frequente e o desgaste dos componentes é identificado pelos inspetores antes que causem desalinhamentos;
Ineficiência da guia interna de material do chute de recebimento com origem no tripper (TR-325K-07)	Não	A guia interna está em perfeitas condições de funcionamento;
Ineficiência do cavalete auto alinhante de carga do intermediário	Sim	A correia do intermediário do CN-03 é curta (menor que 30m) e os auto alinhantes existentes não são aplicados com o distanciamento especificado na norma;
Emenda desalinhada da correia do intermediário	Não	A correia só possui uma emenda e encontra-se alinhada de acordo com especialista de vulcanização;
Posicionamento inadequado de SDN)	Não	A chave de desalinhamento (SDN) está instalada conforme norma.

Fonte: O autor

Verificou-se a ineficiência do cavalete auto alinhante para o CN3 fazendo com que o mesmo viesse a desalinhar com e sem carga.

Porém para análise mais aprofundada, foi necessário o uso da ferramenta dos 5 porquês para diagnóstico do possível motivo da ineficiência do cavalete auto alinhante, Porém não é necessário utilizar as 5 perguntas para obtenção da resposta que se almeja, o objetivo dessa ferramenta é achar uma resposta satisfatória ao problema (RIBEIRO, 2005). Nesse estudo de caso, foram utilizado apenas 3 perguntas para chegar a solução, como mostra a figura 15.

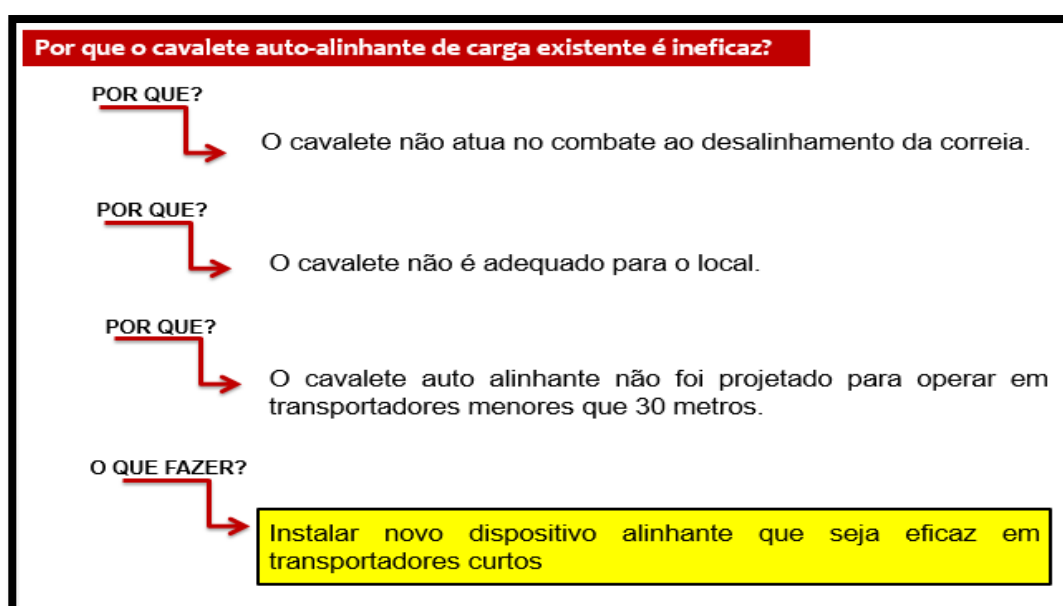


Figura 15 – Ferramenta 5 porquês

Fonte: O autor

Como possível solução levantou-se a ideia da utilização do dispositivo auto alinhante para transportadores, porém o mesmo tem um custo de aquisição alto (cerca de R\$ 12.342,00) e só tem aplicação para o retorno das correias, ou seja, não resolveria o problema, tornando-se inviável para esse estudo.

O dispositivo encontrado no mercado externo além de ter um alto valor também não supria a necessidade para solucionar o problema. Devido seu uso ser exclusivamente para correias de retorno.



Figura 16 – Alinhador Fewtec Engenharia

Fonte: Fewtec

Diante disso, seria necessário desenvolver dispositivo auto alinhante com um custo mais acessível e específico para transportadores curtos, menores que 30m (como no caso do CN3), com o intuito de reduzir os eventos de desalinhamentos e riscos de danos a correia de forma eficaz.

Dessa forma, foi realizado um estudo de viabilidade da criação do dispositivo com a mão de obra interna da empresa. Os custos após essa análise foram inferiores ao alinhador oferecido no mercado, chegando a um total de R\$ 4.346,77 (Verificar em Apêndice B).

5.1.4 Plano de Ação

Com base nas causas fundamentais encontradas com uso da ferramenta dos cinco (5) porquês e no estudo de viabilidade, foi estabelecido o planejamento de ações mediante a ferramenta 5W1H no Apêndice A, visando planejar soluções ajudando no cumprimento das ações além de estabelecer prazos, responsável, o que e como fazer cada ação.

Para isso foram distribuídas ações desde o desenvolvimento do dispositivo até sua padronização com datas específicas com a finalidade de que, as

ações fossem realizadas nos prazos estipulados, contribuindo para a consistência do plano de ação e na eficiência do dispositivo.

5.1.5 Ação



Figura 17– Fabricação do dispositivo

Fonte: O autor



Figura 18 – Montagem do dispositivo na área

Fonte: O autor



Figura 19 – Instalação do dispositivo no CN3

Fonte: O autor



Figura 20 – Ação do dispositivo no intermediário do CN3

Fonte: O autor

5.1.6 Verificação

Essa etapa é voltada para confirmação da efetividade da ação. Foi verificado que o dispositivo obteve eficiência em sua performance.



Figura 21 – Operação do CN3 pós instalação.

Fonte: O autor

O dispositivo teve sua instalação realizada no dia 27 de fevereiro de 2016, verificando seu comportamento até o mês de setembro deste mesmo ano, foi constatado que após a instalação do dispositivo, o CN3 não apresentou mais falhas de desalinhamento. Sendo assim, a meta proposta de reduzir em 50% os desalinhamentos no ativo foi superada, pois a redução se deu em 100% do número de falhas. No gráfico 5 pode-se analisar os desalinhamentos no CN3.

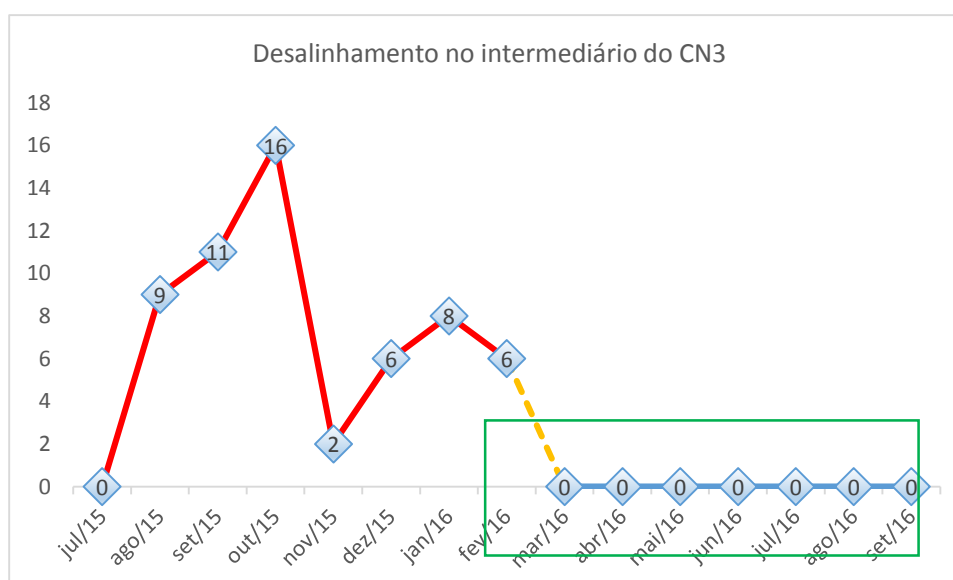


Gráfico 5 – Comportamento das falhas

Fonte: O autor

Com isso, as horas de manutenção corretivas (HMC) foram reduzidas a zero, nesse mesmo período, não impactando mais no embarque de minério.



Gráfico 6 – Gastos com Horas corretivas no CN3

Fonte: O autor

Dessa forma, os ganhos previstos foram alcançados, além dos já citados acima, o número de desalinhamentos diminuiu, e as falhas por perda de borda na correia não voltaram a aparecer, acarretando em menos gastos com corretiva e aumentando a disponibilidade do ativo. Com o fim dos desalinhamentos, o equipamento passou a ter uma maior confiabilidade, os riscos de rasgo na correia foram sanados evitando ocorrências portuárias, diminuição da incidência de queda de material no solo, evitando assim ocorrências ambientais e satisfação das equipes que estavam diretamente e indiretamente envolvidos nesse propósito. E um outro ponto a se destacar foi que não houve existência de efeitos colaterais.

5.1.7 Padronização

Segundo Falconi (1992), a importância dessa etapa está voltada para a eliminação definitiva de causa, com isso foi realizado a padronização e revisão do procedimento para o alinhador fixo instalado. Foi revisado o procedimento e inserido inspeção do novo componente do CN3, os colaboradores passaram por

treinamentos voltados ao inspeção do alinhador. O dispositivo também foi instalado em outro CN e obteve sucesso em sua ação. (Gráfico 7).

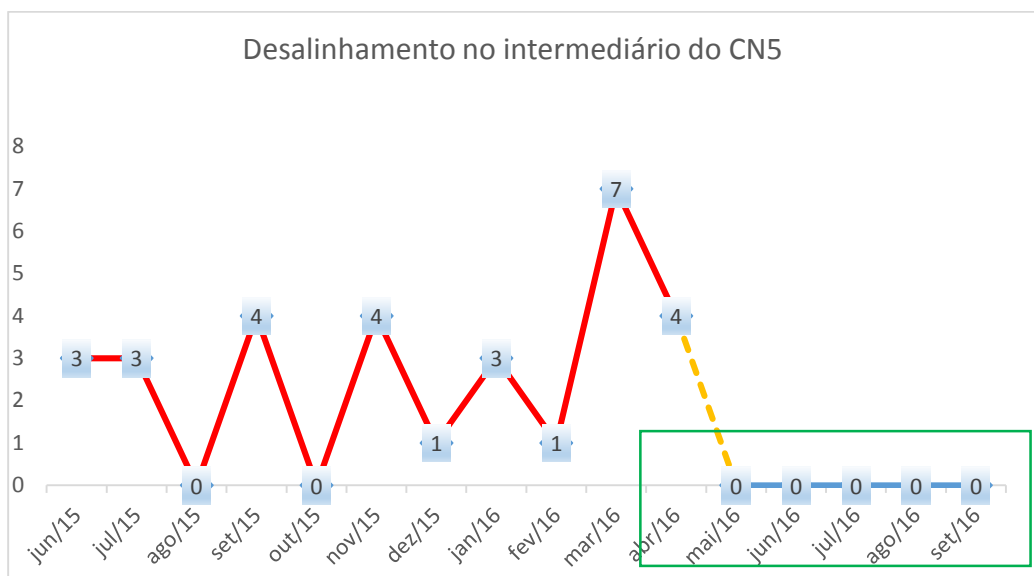


Gráfico 7 – CN5 antes e depois da instalação do alinhador

Fonte: O autor

O trabalho foi disseminado para outras áreas da Mineradora com o intuito que todos pudessem ter conhecimento de um novo componente que auxiliasse na redução de desalinhamentos em transportadores de correias curtos.

5.1.8 Conclusão do Método

É relevante citar que a meta proposta foi superada por meio da persistência de todos os envolvidos, os planos de ações foram todos concluídos em tempo hábil, em virtude do sucesso obtido, o planejamento adotado durante a fase de início do projeto foi padronizado, devido ao alcance das metas. Foi possível uma redução de 100% dos desalinhamentos que ocorriam no CN3, os gastos com manutenção corretiva foram reduzidos a zero no mesmo período, falhas por perdas de bordas de correia não surgiram mais e com isso houve um aumento na disponibilidade do equipamento em 100%. Caso os resultados obtidos não fossem satisfatórios, seria necessário buscar as causas fundamentais e tratar os desvios ocorridos dentro da utilização do método refazendo assim o planejamento, isto é, girar um novo ciclo PDCA, a fim de prevenir a repetição dos efeitos indesejados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo de caso realizado em uma empresa mineradora, verificou-se que o uso da metodologia PDCA para o tratamento de problema foi extremamente eficiente, pois os objetivos traçados foram alcançados com êxito, levando a redução de falhas por desalinhamento no intermediário do carregador de navios (equipamento aqui denominado de CN3). O estudo também pôde proporcionar ganhos de produtividade como redução de horas corretivas no intermediário do CN3 e completo embarque de carga programada, além de maior confiabilidade do equipamento, que a partir da implantação do dispositivo auto alinhante, reduziu em 100% as falhas recorrentes no CN3, gerando uma solução eficaz para o problema encontrado.

O trabalho teve grande contribuição ainda para a redução de manutenções no equipamento, o que levou a nenhuma manutenção corretiva no ativo. Com a divulgação para outras áreas da empresa junto à padronização do dispositivo, gerou bons resultados para mais ativos como a atividade corretivas elevadas no ativos e a disponibilidade do equipamentos que por vezes ficavam indisponíveis devido aos desalinhamentos, acarretando uma redução de custos e mão de obra dentro da mineradora.

Com a utilização de métodos da qualidade no estudo, foi possível constatar que à medida a qual investe-se em tempo e análises utilizando as ferramentas da qualidade para identificar os problemas, estabelece-se uma relação de confiança e credibilidade em seus equipamentos, além de ter uma equipe mais motivada para tratar possíveis eventualidades.

Reconhecer a necessidade e admitir que existe um problema, é o primeiro ponto para assegurar o sucesso de um projeto de melhoria contínua, é absolutamente necessário o comprometimento de todos, desde a alta direção da empresa. Devido à esse pensamento os resultados apareceram e as metas foram alcançadas. Sendo assim, a implementação de pequenas melhorias, por mais simples que pareçam, podem aumentar consideravelmente a produtividade de uma empresa, além de criar a cultura necessária para garantir a continuidade e a participação dos funcionários na busca de novas oportunidades de melhorias para os processos.

Por fim, para a realização do trabalho limitou-se o estudo a um equipamento específico apresentado aqui como CN3, devido à priorização do problema realizado através da Matriz G.U.T., porém a melhoria constante é o combustível para o crescimento de grandes empresas. Dessa forma, é necessário melhorar continuamente seja em qualquer equipamento, novos planos de ação devem ser estabelecidos e um novo ciclo PDCA para resolução de problemas deve ser girado toda vez que houver necessidade para analisar desvios crônicos na empresa.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, S.; **“Integração das Ferramentas de Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma”**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-5462**: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BRIALES, Julio Aragon. **Melhoria contínua através do kaizen: Estudo de caso Daimler Chrysler do Brasil**. 2005. 156p. Dissertação – Mestrado em Sistema de Gestão. Programa de Mestrado em Sistema de Gestão pela Qualidade Total. Universidade Federal Fluminense. Niterói. 2005.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 4. ed. São Paulo: Makron, 2004.

CNI. **Correias transportadoras: guia básico** / Eletrobrás [et al.]. Brasília: IEL/NC, 2009.

FALCONI, V. Campos. **Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês)**. Edição: várias. Belo Horizonte: DG Editors, 1992.

FALCONI, V. Campos. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Belo Horizonte: Editora Fundação Christiano Ottoni, 1996

GARBIM, V.J., **Correias Transportadoras I Introdução Características Composição**. Slide Share 2013 Disponível em: (<http://pt.slideshare.net/Borrachas/correias-transp-i>). Acesso em: 02/11/2016.

HANSEN, Robert C. **Eficiência Global dos equipamentos**: Uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros. Porto Alegre: Bookman, 2006.

IMAI, Masaaki. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. 51ªed. São Paulo: Instituto IMAM, 1994. 235p.

KARDEC, Alan e NASCIF, Júlio – **Manutenção. Função Estratégica**. Rio de Janeiro. Ed. Qualitymark, 2012.

LOUZADA, C. **Adios Muchachos**. Gazeta Mercantil, São Paulo, 2010. Caderno do Carro, p. 8.

Manual da FAÇO. **Transportadores Contínuos**. Fábrica de Aço Paulista Ltda, São Paulo. 4ª edição; 1996.

Manual do Formando. **Gestão de Manutenção e Disponibilidade dos Equipamentos**. 1ª edição; 2007

MAXIMIANO, A. C. Amaru. **Introdução à administração**. 5 ed. São Paulo. Atlas, 2000.p.173-203.

OLIVEIRA, R. W. **Otimização do processo de uma lavadora de garrafas através da aplicação do ciclo PDCA**. 2013. 59p. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Mecânica, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2013.

PALADINI, E. P. **Qualidade Total na Prática – Implantação e Avaliação de Sistemas de Qualidade Total**. 2 ed. São Paulo: Atlas S.A., 1997.

PESSOA, G. A.; **“Curso Ferramentas para Tratamento de Não Conformidades”**; Revisão 4, 2008.

RIBEIRO, L. F. M.; **“Fundamentos e bases da qualidade”**. Engenharia da Qualidade, Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Tecnologia Unijuí – RS, 2005.

SOTILLE, M. A. **A ferramenta GUT – Gravidade, Urgência e Tendência**. Disponível em: (<http://www.pmttech.com.br/PMP/Dicas%20PMP%20-%20Matriz%20GUT.pdf>). PM Tech Capacitação em Projetos, 2014. Acesso em 05/10/2016.

TRIVELLATO, A. A. **Aplicação das Sete Ferramentas Básicas da Qualidade no Ciclo PDCA para melhoria Contínua**: estudo de caso numa empresa de autopeças. 2010. 72p. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Planejamento e Controle da Manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

XENOS, G. D’P. Harilaus. **Gerenciando a Manutenção Produtiva”**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

WERKEMA, M. C. C. **As Ferramentas de Qualidade no Gerenciamento de Processos**. VI. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni. Escola de Engenharia, 1995.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Plano de ação

O QUE?	QUEM?	QUANDO?	COMO?	ONDE?	POR QUE?
Desenvolver projeto	Antonio Machado	16/01/16	Efetando análise em campo e elaborando o projeto por meio de desenho técnico.	CN-325K-01	Para montagem e instalação do dispositivo
Analisar estudo do projeto	Fellipe	21/01/16	Fazendo estudo das dimensões, cálculos e aprimorando desenhos	Embarque	Para Montagem e instalação do dispositivo
Fabricar dispositivo	Josiel	21/01/16	Programando OM de montagem	Embarque	Para instalação do dispositivo na área
Instalar o dispositivo	Josiel	14/02/16	Executando a atividade na parada de manutenção conforme programação	CN-325K-01	Para eliminar o desalinhamento
Testar o dispositivo	Igor	27/02/16	Acompanhando operação do dispositivo, assim como o seu desempenho	CN-325k-01	Para verificar se o dispositivo está funcionando conforme esperado
Verificar efeitos colaterais	Igor	27/02/16 ATÉ 15/09/16	Acompanhando operação do ativo com o dispositivo instalado	CN-325K-01	Para verificar os resultados e/ou necessidade de ajustes no projeto.
Padronizar projeto	Fellipe	21/09/16	Revisando o PRO de inspeção de rolos	Embarque	Para garantir o pleno funcionamento do dispositivo
	Hevanaldo	26/09/16	Treinando os inspetores envolvidos	Embarque	

APÊNDICE B – Custos do projeto

	Item	Valor unitário	Quantidade	Total
Materiais	Rolo guia	R\$ 139,99	4	R\$ 559,96
	Chapa lisa 1/2"	R\$ 526,73	1	R\$ 526,73

Custo Unitário	1 dispositivo	R\$ 1.086,69
Custo Total	4 dispositivos	R\$ 4.346,77

ANEXOS

