



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO**  
Curso de Engenharia Mecânica

**DANUEY PETMAN DA CRUZ SILVA**

**Aplicação da Metodologia PDCA para  
melhoria em um processo de uma oficina de  
vulcanização: Estudo de caso na Vale S.A**

SÃO LUIS/MA  
2018

DANUEY PETMAN DA CRUZ SILVA

# **Aplicação da Metodologia PDCA para melhoria em um processo de uma oficina de vulcanização: Estudo de caso na Vale S.A**

Monografia de graduação apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual do Maranhão como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Msc. Abraão Ramos da Silva

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA MONOGRAFIA DEFENDIDA PELO (A) ALUNO (A) DANUEY PETMAN DA CRUZ SILVA, E ORIENTADA PELO (A) PROF (A). MSC. ABRAÃO RAMOS DA SILVA.

.....  
ASSINATURA DO (A) ORIENTADOR (A)

SÃO LUIS/MA  
2018

Silva, Danuey Petman da Cruz.

Aplicação da metodologia PDCA para melhoria em um processo de uma oficina de vulcanização: estudo de caso na Vale S.A. / Danuey Petman da Cruz Silva. – São Luís, 2018.

103 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

Orientador: Prof. Me. Abraão Ramos da Silva.

1. Qualidade. 2. PDCA. 3. Círculo de controle da qualidade. 4. Oficina de vulcanização. I. Título.

CDU 621:658.56

**CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E PRODUÇÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

# **Aplicação da Metodologia PDCA para melhoria em um processo de uma oficina de vulcanização: Estudo de caso na Vale S.A**

Autor: Danuey Petman da Cruz Silva

Orientador: Prof. Msc. Abraão Ramos da Silva

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Monografia:

---

**Prof. Msc. Abraão Ramos da Silva.**  
**Universidade Estadual do Maranhão**

---

**Prof. Msc. Núbia Célia Bergê Cutrim**  
**Universidade Estadual do Maranhão**

---

**Msc. Priscila Maria Barbosa Gadelha**  
**Universidade Estadual do Maranhão**

A ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

São Luís/MA, 26 de JUNHO de 2018.



## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais Marcos Valentino e Maria de Nazaré, a minha irmã, aos meus amigos e a todos que me ajudaram direta ou indiretamente até esse momento.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por toda força espiritual que me foi concedida durante toda essa jornada de graduação, onde consegui ao longo desse tempo, realizar sonhos almejados ainda na infância. Sonhos esses que não foram só meus, mas também de pessoas próximas a mim. Ao longo desse período, também consegui expandir meu conhecimento sobre o mundo, me levando sempre a querer mais, criando assim, novos sonhos e novas expectativas na vida.

A minha família, que sempre demonstrou admiração e me proporcionou todo apoio para que essa graduação se tornasse possível. Principalmente, meu pai Marcos Valentino Cordeiro da Silva, minha mãe Maria de Nazaré da Cruz Silva e minha irmã Amanda Marly da Cruz Silva.

A meu orientador, o professor Msc. Abraão Ramos da Silva, por todo apoio para realização desse trabalho com extremo profissionalismo que foram fundamentais para que o mesmo fosse executado da melhor maneira, sempre me auxiliando quando foi preciso, demonstrando dessa forma sua grande capacidade de comprometimento.

Aos meus amigos formados na UEMA, que posso dizer que são uma família. Principalmente aos pertencentes do grupo “Pancadão” que desde o primeiro dia de aula se mostraram tão unidos a ponto de parecer que já nos conhecíamos a muitos anos. Agradeço a Deus por ter amigos como esses, essenciais para que esse tempo de graduação tivesse momentos inesquecíveis de entretenimento e diversão, claro sem esquecer do compromisso com os estudos, onde também tiveram grande importância. Em especial aos meus amigos que compõem comigo o “Trio Ternura”, Fábio Ramalho Leite Chaves e Pedro Luiz Diniz Dias, vulgos “Potiboy” e Eragon” que são praticamente meus irmãos filhos de outras mães. A Heloyane da Silva Bezerra, pela grande amiga que sempre foi e também por, em certos momentos, representar um dos membros do “Trio Ternura” quando não se faziam presentes.

Aos meus amigos pertencentes a outros cursos da UEMA, mas que não deixam de ser menos importantes. Em especial a Bruna Shirakubo, Carla Mayra, Lorena Campos e Ana Carolina.

A equipe Bumba Meu Baja pela oportunidade que me deram de poder participar desse projeto que acrescentou imensuráveis experiências profissionais, pessoais e sociais. Muito do que consegui, devo a esse projeto. Agradeço a todos os integrantes e ex-integrantes da equipe.



A meu melhor e mais antigo amigo, João Vitor Caldas Kagueyama, que sempre esteve comigo em todas as etapas da minha vida, me auxiliando inclusive na preparação do vestibular, a quem sempre serei grato por tudo e espero que nossa amizade seja eterna.

Aos meus amigos e colegas de trabalho da VALE S.A pela experiência e aprendizado repassados de forma recíproca. Principalmente aos integrantes do grupo *The Best In The Gaps* da Supervisão Execução Vulcanização da qual tive o imenso prazer de ter vivido experiências indescritíveis.

E agradeço a todos que fizeram parte de forma direta ou indiretamente para que eu chegasse até este momento em minha vida.

*“Os cientistas descobrem o mundo que existe;  
os engenheiros criam o mundo que nunca existiu.”*

(Theodore Von Karman)



## RESUMO

As organizações estão a todo momento tentando se manter no atual mercado que a cada dia se torna mais competitivo, exigindo que as mesmas estejam sempre apresentando melhorias. Essa melhoria contínua se torna essencial para que as empresas obtenham sucesso na busca pelos seus objetivos. Para isso, se faz necessário prezar pela qualidade e excelência na produção que podem ser conquistadas através da utilização de metodologias associadas a determinadas ferramentas. Diante disso, a metodologia PDCA (Sigla que significa as quatro etapas que compõem essa metodologia: *Plan, Do, Check e Action*) se torna referência por ser uma das mais utilizadas, juntamente com ferramentas de qualidade, na solução de problemas que geram intempéris nas atividades de qualquer organização. Com base nisso, este trabalho procura aplicar a metodologia PDCA com auxílio de ferramentas de qualidade, através de um engajamento em um grupo de CCQ (Círculo de Controle da Qualidade), para que seja implementada uma melhoria em um dos processos de uma oficina de vulcanização presente na mineradora Vale, classificando dessa forma em um estudo de caso. O intuito disso é identificar e compreender um problema que compõe um dos processos da oficina, conceber uma solução através de uma melhoria, implementar o planejado, verificar os resultados dessa implementação e padronizar a melhoria imposta no processo. No final, a implantação da melhoria superou a meta estabelecida através de ganhos na produtividade do executante, diminuição do tempo de execução e dos riscos da atividade, além de melhorar a qualidade de performance. O processo melhorado foi padronizado, evitando assim, recorrências do problema encontrado.

**Palavras-chave:** Qualidade, PDCA, Círculo de Controle da Qualidade, Oficina de Vulcanização.



## **ABSTRACT**

Organizations are always trying to stay in the current market that is becoming more competitive every day, requiring that they always show improvements. This continuous improvement becomes essential for companies to succeed in pursuit of their goals. For this, it is necessary to appreciate the quality and excellence in production that can be achieved through the use of methodologies associated with certain tools. Therefore, the PDCA methodology (Acronym for the four steps that make up this methodology: Plan, Do, Check and Action) becomes a reference because it is one of the most used, together with quality tools, in solving problems that generate inclemencies in the activities of any organization. Based on this, this work seeks to apply the PDCA methodology with the help of quality tools, through an engagement in a CCQ (Quality Control Circle) group, in order to implement an improvement in one of the processes of a vulcanization workshop present in the mining company Vale, classifying this way in a case study. The purpose of this is to identify and understand a problem that makes up one of the workshop processes, to design a solution through improvement, to implement the planned, to verify the results of that implementation and to standardize the improvement imposed in the process. In the end, the implementation of the improvement overcame the goal established through gains in the performance of the performer, decrease the execution time and the risks of the activity, and improve the quality of performance. The improved process was standardized, thus avoiding recurrences of the problem encountered.

Keywords: Quality, PDCA, Circle of Quality Control, Vulcanization Workshop.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4-1 Evolução do conceito de qualidade .....	6
Figura 4-2 Etapas da melhoria contínua .....	8
Figura 4-3 Ciclo de Shewhart de 1939 .....	13
Figura 4-4 Ciclo de Shewhart para desenvolvimento de produto .....	14
Figura 4-5 Ciclo PDCA .....	15
Figura 4-6 Rampa de Melhoria do Ciclo PDCA .....	17
Figura 4-7 Parâmetros para montagem da Matriz GUT .....	19
Figura 4-8 Diagrama de Causa e Efeito.....	20
Figura 4-9 Ciclo <i>KAIZEN</i> .....	23
Figura 5-1 Os 8 passos para solução de problemas .....	29
Figura 6-1 Vista interna de uma oficina de vulcanização .....	32
Figura 6-2 Componentes de transportador de correia .....	33
Figura 6-3 Bobinas de Correias Transportadoras .....	34
Figura 6-4 Componentes básicos de uma correia de cabo de aço .....	34
Figura 6-5 Componentes básicos de uma correia de lona .....	35
Figura 6-6 Preparação de uma correia de cabo de aço .....	35
Figura 6-7 Medição de espessura de correia antes da utilização.....	36
Figura 6-8 Teste de prensa antes de utilização na realização da vulcanização .....	37
Figura 6-9 Tambor sendo utilizado em um transportador de correia .....	37
Figura 6-10 Componentes de um tambor .....	38
Figura 6-11 - Aplicação de revestimento no tambor .....	38
Figura 6-12 Tambor recém revestido .....	42
Figura 6-13 Tambor com revestimento desgastado.....	42
Figura 6-14 Vulcanizadores necessários na atividade de lixamento .....	43
Figura 6-15 Vulcanizadores utilizando dispositivo para efetuar o giro do tambor .....	44
Figura 6-16 Parâmetros de medidas dos tambores .....	44
Figura 6-17 Gráfico do Histórico de Hh apropriados em 2016 na atividade de lixamento de tambor.....	45
Figura 6-18 Gráfico de Análise das atividades realizadas por 1 vulcanizador durante o tempo do lixamento de tambor .....	46





Figura 6-19 Análise de Hh na atividade de lixamento em 2016 .....	46
Figura 6-20 Captação da vibração da esmerilhadeira.....	47
Figura 6-21 Dados técnicos da Esmerilhadeira .....	47
Figura 6-22 Vibração captada da esmerilhadeira no domínio do tempo e da frequência .....	48
Figura 6-23 Fatores de correção .....	49
Figura 6-24 Limites de exposição a vibração .....	50
Figura 6-25 Modelo para montagem de Matriz de Risco.....	51
Figura 6-26 Cronograma de execução da metodologia PDCA .....	52
Figura 6-27 Quadro para compreensão do problema .....	52
Figura 6-28 Gráfico de Análise de Desperdícios.....	53
Figura 6-29 Método da Lacuna para definição de meta .....	54
Figura 6-30 Diagrama de Causa e Efeito – Improdutividade da mão de obra na atividade de lixamento de tambor .....	55
Figura 6-31 Plano de ação 5W1H.....	59
Figura 6-32 Desenho técnico padrão da engenharia contendo vistas do dispositivo. ....	60
Figura 6-33 Etapa de fabricação do dispositivo na caldeiraria da oficina de vulcanização ....	60
Figura 6-34 Etapa de montagem da automação do dispositivo .....	61
Figura 6-35 Dispositivo fabricado e pronto para uso .....	61
Figura 6-36 Funcionamento do dispositivo de lixar tambor.....	62
Figura 6-37 Análise de desperdício da atividade de lixamento antes e depois do projeto .....	63
Figura 6-38 Verificação da meta de produtividade .....	63
Figura 6-39 Comparação da qualidade do lixamento realizado manual (esquerda) e automaticamente (direita).....	64
Figura 6-40 Utilização do relógio comparador para medir irregularidades na superfície lixada .....	65
Figura 6-41 Utilização de cooler para resfriamento da esmerilhadeira.....	66
Figura 6-42 Comparação entre o antes e depois da utilização da bandeja de contenção de resíduos.....	67
Figura 6-43 Comparação entre as espessuras de contato do disco HP (esquerda) e FLEXCUT (direita) .....	68
Figura 6-44 Resultados da utilização dos discos HP e FLEXCUT .....	69
Figura 6-45 Comparação entre o tempo de lixamento manual e automático .....	69



Figura 6-46 Parte da instrução de uso do dispositivo .....	70
Figura 6-47 Treinamento teórico para utilização do dispositivo .....	71
Figura 6-48 Treinamento prático para utilização do dispositivo .....	71
Figura 7-1 Reconhecimento dado pela diretoria ao grupo <i>The Best In The Gaps</i> .....	74



## LISTA DE QUADRO

Quadro 5-1 Etapas da Metodologia .....	27
Quadro 6-1 Montagem da matriz GUT .....	41
Quadro 6-2 Matriz de Risco da atividade de lixamento .....	51
Quadro 6-3 Análise de Influência.....	56
Quadro 6-4 Técnica dos porquês – Parar o lixamento do tambor .....	56
Quadro 6-5 Técnica dos Porquês - Fadiga na atividade .....	56
Quadro 6-6 Causa Raiz do problema.....	57
Quadro 6-7 Análise de viabilidade .....	57
Quadro 6-8 Comprovação da viabilidade da solução .....	58
Quadro 6-9 Custo da fabricação do dispositivo.....	61
Quadro 6-10 Matriz de risco da atividade de lixamento antes e depois do projeto.....	64
Quadro 6-11 Dados técnicos dos discos de desgaste.....	67



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVO.....	2
2.1	Objetivo Geral.....	2
2.2	Objetivos Específicos.....	2
3	JUSTIFICATIVAS.....	3
4	REVISÃO DE LITERATURA.....	5
4.1	Conceito de qualidade.....	5
4.2	Conceitos de Melhoria Contínua.....	7
4.3	Desperdícios.....	8
4.3.1	Os 7 Desperdícios.....	9
4.3.2	Desperdício por Defeitos.....	9
4.3.3	Desperdício por Superprodução.....	9
4.3.4	Desperdício por Espera.....	10
4.3.5	Desperdício por Transporte.....	10
4.3.6	Desperdício por Movimentação.....	11
4.3.7	Desperdício por Processamento inapropriado.....	11
4.3.8	Desperdício por Estoque.....	11
4.4	Círculo de Controle de Qualidade (CCQ).....	12
4.5	O Método PDCA.....	13
4.5.1	Histórico.....	13
4.5.2	Ciclo PDCA.....	14
4.6	Ferramentas da qualidade.....	18
4.6.1	Brainstorming.....	18
4.6.2	Matriz de Priorização – GUT.....	19
4.6.3	Diagrama de Causa e efeito.....	19
4.6.4	Plano de Ação (5W2H).....	20
4.6.5	Técnica dos porquês.....	21
4.6.6	Círculo de Controle de Qualidade (CCQ).....	21
4.7	<i>Kaizen</i> .....	22
4.8	Manutenção.....	23
4.8.1	Tipos de manutenção.....	23
4.8.1.1	Manutenção Corretiva.....	24
4.8.1.2	Manutenção Preventiva.....	24
4.8.1.3	Manutenção Preditiva.....	24





<b>5</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>26</b>
<b>5.1</b>	<b>Método de pesquisa aplicado .....</b>	<b>26</b>
<b>5.2</b>	<b>Estruturação das atividades exercidas.....</b>	<b>27</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Acompanhamento das atividades na oficina .....</b>	<b>27</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Envolvimento com um grupo de CCQ .....</b>	<b>28</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Aplicação da metodologia PDCA .....</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>31</b>
<b>6.1.1</b>	<b>Descrição do local de aplicação da Metodologia .....</b>	<b>31</b>
<b>6.1.2</b>	<b>Acompanhamento das atividades da oficina de vulcanização .....</b>	<b>32</b>
<b>6.1.3</b>	<b>Envolvimento com um grupo de CCQ .....</b>	<b>39</b>
<b>6.1.3.1</b>	<b>Grupo de CCQ – Equipe <i>The Best In The Gaps</i> .....</b>	<b>39</b>
<b>6.1.4</b>	<b>Aplicação da metodologia PDCA .....</b>	<b>40</b>
<b>6.1.4.1</b>	<b>Seleção do Problema .....</b>	<b>40</b>
<b>6.1.4.2</b>	<b>Compreendendo a situação atual.....</b>	<b>41</b>
<b>6.1.4.3</b>	<b>Definição de meta .....</b>	<b>52</b>
<b>6.1.4.4</b>	<b>Comprovação das causas do problema .....</b>	<b>54</b>
<b>6.1.4.5</b>	<b>Desenvolvimento de contramedidas .....</b>	<b>57</b>
<b>6.1.4.6</b>	<b>Implementação do Plano de Ação.....</b>	<b>59</b>
<b>6.1.4.7</b>	<b>Verificação dos resultados e ganhos .....</b>	<b>62</b>
<b>6.1.4.8</b>	<b>Padronização e replicação .....</b>	<b>70</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>73</b>
	<b>Referências .....</b>	<b>75</b>
	<b>ANEXO – AUTORIZAÇÃO .....</b>	<b>79</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A qualidade não possui um conceito puro e definido devido ser algo muito complexo, abrangente e volátil ao surgimento de novas ideias. Onde o surgimento dessas novas ideias é dependente, principalmente, das condições socioeconômicas de diferentes períodos. A qualidade possui os seus conceitos e a ampliação dos mesmos não exclui os já existentes, desse modo, os novos conceitos são agrupados ao todo (BERSSANETI et al, 2013).

O ciclo PDCA foi criado por Walter A. Shewart na década de 20, mas foi William Edwards Deming que o propagou, sendo hoje conhecido como ciclo de Shewart ou Ciclo de Deming. Esse ciclo foi inicialmente introduzido no Japão, com o intuito de auxiliar na gestão de organizações, orientando o processo de tomada de decisão para determinação de metas assim como os meios e ações para cumpri-las (ALENCAR, 2008).

As organizações estão em uma constante busca pela melhoria da produtividade, focando na racionalização e no maior aproveitamento possível dos recursos disponíveis, principalmente recursos humanos. E como a globalização é um processo que está acontecendo a todo momento, as organizações estão investindo principalmente em técnicas e desenvolvimento de tecnologias, sempre em acordo com a saúde e segurança de seus colaboradores e com o meio ambiente (GARCIA et al. 2007).

A mineradora Vale faz a utilização da ferramenta CCQ – Círculo do Controle da Qualidade, que foi criado por Kauro Ishikawa objetivando aumentar a qualidade e processos dos produtos das organizações que utilizassem da mesma. Assim o CCQ é realizado com a formação de grupos compostos por funcionários onde esses têm como objetivo a aplicação da melhoria contínua e redução de desperdícios.

Os grupos de CCQ utilizam da metodologia do PDCA para elaboração dos seus projetos com o pressuposto de conseguir resultados que lhes proporcionem melhores condições de trabalho, ganhos em produtividade, redução de custos e estímulo para o crescimento individual dos colaboradores.

A partir disso, este trabalho apresentará os estudos gerados com a aplicação da metodologia PDCA para melhoria em um processo na oficina de vulcanização da mineradora Vale, que é um ambiente destinado a realizações de atividades voltadas para as manutenções de correias transportadoras e tambores na Supervisão Execução Vulcanização da Gerência de Manutenção Descarregamento no Terminal Marítimo Ponta da Madeira (TMPM) em São Luís -MA.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Geral**

Utilizar a metodologia PDCA na identificação e solução de um problema em uma oficina de vulcanização.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Entender a metodologia PDCA e sua aplicação na indústria;
- Identificar atividades realizadas em uma oficina de vulcanização;
- Integrar de forma voluntária um grupo de CCQ para aplicação prática da metodologia;
- Selecionar um problema presente em algum processo da oficina de vulcanização;
- Planejar melhoria para o problema encontrado;
- Implementar melhoria no processo;
- Verificar os ganhos obtidos com aplicação da melhoria na oficina;
- Padronizar a melhoria implementada.

### 3 JUSTIFICATIVAS

O mercado atual está cada vez mais competitivo e o surgimento de crises econômicas torna esse mercado cada vez mais seletivo na determinação de quais empresas devem continuar atuando no mesmo. Dessa forma, as empresas têm que buscar estarem sempre atualizadas na busca de métodos e processos que possam lhes proporcionar inovação, redução de desperdícios, sustentabilidade e qualidade (SOARES, 2016).

Devido esse fator, empresas de grande porte estão investindo cada vez mais na utilização de ferramentas de qualidade, incentivando a aplicação das mesmas pelos seus próprios funcionários, visto que, eles são os grandes conhecedores dos problemas enfrentados no dia-a-dia. Desse modo fica mais fácil o entendimento e o conhecimento dos problemas enfrentados permitindo a criação de soluções oriundas de grandes ideias formadas por aqueles que fazem parte da empresa.

A engenharia da qualidade aplicada em uma organização objetiva minimizar os erros nos serviços e produtos oferecidos pela mesma. Para isso são utilizados procedimentos e técnicas que auxiliem na identificação dos problemas e erros nos processos produtivos. Combinado a isso a engenharia da qualidade possui conceitos e práticas para o aumento da produtividade e conforto de quem realiza as atividades, não só pensando no produto, mas em quem o desenvolve, fazendo uso de técnicas de melhoria e métodos quantitativos que são campos ou vetores que compõem a engenharia de qualidade (SANTOS et al. 2011).

Na constante busca por métodos que venham atribuir características sustentáveis com mais dinamicidade para seus produtos, serviços e processos, as grandes empresas vêm utilizando a metodologia PDCA (COSTA, 2007).

Este trabalho, a partir disso, propõe a aplicação do PDCA buscando poder focalizar e trabalhar em cima de um problema que esteja afetando os colaboradores da empresa ou até mesmo a produtividade. A oficina de vulcanização, local de aplicação do estudo de caso, é responsável pela manutenção de um dos itens mais importantes e que geram maiores custos a empresa, a correia transportadora, realizando atividades que sejam diretamente ou indiretamente ligadas a esse item, como preparação de tambores que são partes fundamentais desse sistema. Desse modo o desenvolvimento de trabalhos que visam melhorar a produtividade e qualidade dos serviços realizados em toda e qualquer empresa, focado também na segurança de quem os faz, apresentam grande importância e são cada vez mais valorizados.

Neste cenário foi possível a observação da utilização da metodologia PDCA, algumas ferramentas de qualidade e alguns princípios mecânicos apresentados e estudados na sala de aula como parte da grade curricular do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual do Maranhão.

## **4 REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 Conceito de qualidade**

Os conceitos de qualidade mais utilizados atualmente são os que foram definidos pelos principais gurus da qualidade. Entre todos esses conceitos gerados durante em diferentes épocas pode-se citar alguns deles:

- Adequação ao uso - Joseph M. Juran;
- Conformidade com requisitos – Philip Crosby;
- Qualidade como função de perdas – Genichi Taguchi;
- Qualidade significa um grau previsível de uniformidade e confiabilidade a baixo custo, estando adequada ao mercado – W. Edwards Deming.

A qualidade pode ser observada como algo subjetivo, dependendo do ponto de vista de cada um, associados a fatores como cultura, modelos mentais, necessidades e expectativas. Assim, seguindo uma linha do tempo a qualidade foi ganhando seus conceitos (BERSSANETI et al. 2013).

A ampliação do conceito da qualidade ao longo dos anos vem graças a incorporação de novas ideias. Mas é importante ressaltar que o primeiro conceito que deve ser analisado é o da “adequação ao padrão”, conceito que surgiu após a Segunda Guerra Mundial, evento esse que deixou claro a necessidade de padronização de medidas, visto que o Estados Unidos utilizava polegadas e a França, sua aliada, milímetros. Isso gerou dificuldade no compartilhamento de munições (BERSSANETI et al. 2013).

Após o período de guerras, onde o mundo já se recuperava de algumas escassezes, a qualidade passou a ser vista por Juran como “adequação ao uso”, onde a atenção estava voltada para qual seria o melhor que o cliente buscava. Um bom exemplo disso, foram as grandes indústrias automobilísticas que passaram a ofertar diferentes tipos de veículos para diferentes gostos e usos (BERSSANETI et al. 2013).

Na década de 1970, o mundo passou a vivenciar crises devido o petróleo. A partir disso o conceito de qualidade ganhou mais uma evolução e passou a ser conhecido também como “adequação aos custos”. Esse conceito fez com que as organizações voltassem seus olhos para

a mais nova realidade de objetivo a ser alcançado: a produtividade. A partir disso, as grandes empresas japonesas se destacam no mercado visto que as mesmas foram as primeiras a ter suas tentações voltados a eliminação de desperdícios, perdas, retrabalho e falhas de produção (BERSSANETI et al. 2013).

Passada essas crises a qualidade evoluiu novamente nas décadas de 1980 e 1990, agora entendido como “adequação às necessidades latentes”. Essas necessidades são compreendidas como aquelas que o indivíduo possui, mas ainda não sabe disso ou não consegue explicar de forma clara o que deseja. Assim as empresas passaram a investir nas inovações, buscando justamente antecipar a necessidade do cliente final. Para isso foram necessários investimentos internos em pesquisa e desenvolvimento (BERSSANETI et al. 2013).

O conceito ainda obteve mais uma grande evolução devido ao fato do desenvolvimento da função marketing das organizações. Esse desenvolvimento no século XXI proporcionou um paradigma, onde qualidade também pode ser conceituada como uma fidelização dos clientes. Muito movido pela febre das redes sociais, onde qualquer opinião pode disseminada para outras pessoas em um curto espaço de tempo e sem proporções mensuráveis, ou seja, conquistar o cliente e evitar perde-lo para concorrência virou meta (BERSSANETI et al. 2013).

Na figura 4-1, é possível observar a evolução do conceito da qualidade. É importante ressaltar que os conceitos que foram surgindo ao longo dos anos não foram para substituir os antigos e sim para agregá-los em um conjunto (BERSSANETI et al. 2013).

Conceitos	Período	Foco	Princípios	Pontos Fracos	Ferramentas
Adequação ao padrão	Anos 1950	Controle do produto	Avaliar produto com padrão (gabarito). Corrigir eventuais desvios.	Inspeção não melhora qualidade. Retrabalho e rejeições	Inspeção 100%
Adequação ao uso	Anos 1960	Controle do produto	Evitar insatisfação dos clientes. Rejeitar produtos fora do padrão	Riscos para o cliente final. Conflitos entre áreas funcionais.	Inspeção por amostragem
Adequação ao custo	Anos 1970 e 1980	Controle do processo	Processos estáveis. Redução da variabilidade.	Pode ser copiado por empresas com custos mais baixos.	Controle estatístico de processo. Ferramentas básicas da qualidade.
Adequação às necessidades latentes	Anos 1980 e 1990	Qualidade no projeto do produto e do processo	Satisfação de todos os interessados. Ênfase no projeto do produto e do processo.	Exige muita rapidez e alta flexibilidade.	Desdobramento da função qualidade. Delineamento de experimentos. Método de Taguchi
Fidelização dos clientes	Anos 2000 aos dias atuais	Qualidade no projeto do produto e do processo	Satisfação do cliente final. Conquista da fidelidade. A expectativa criada deve ser igual à qualidade percebida.	Exige comunicação rápida, sistemática e eficiente. Necessita de disposição para planejar.	Ferramentas de análise de riscos. (Fmecc, APP, Hazop, Matriz de riscos).

**Figura 4-1 Evolução do conceito de qualidade (Adaptado de Berssaneti et al, 2013)**

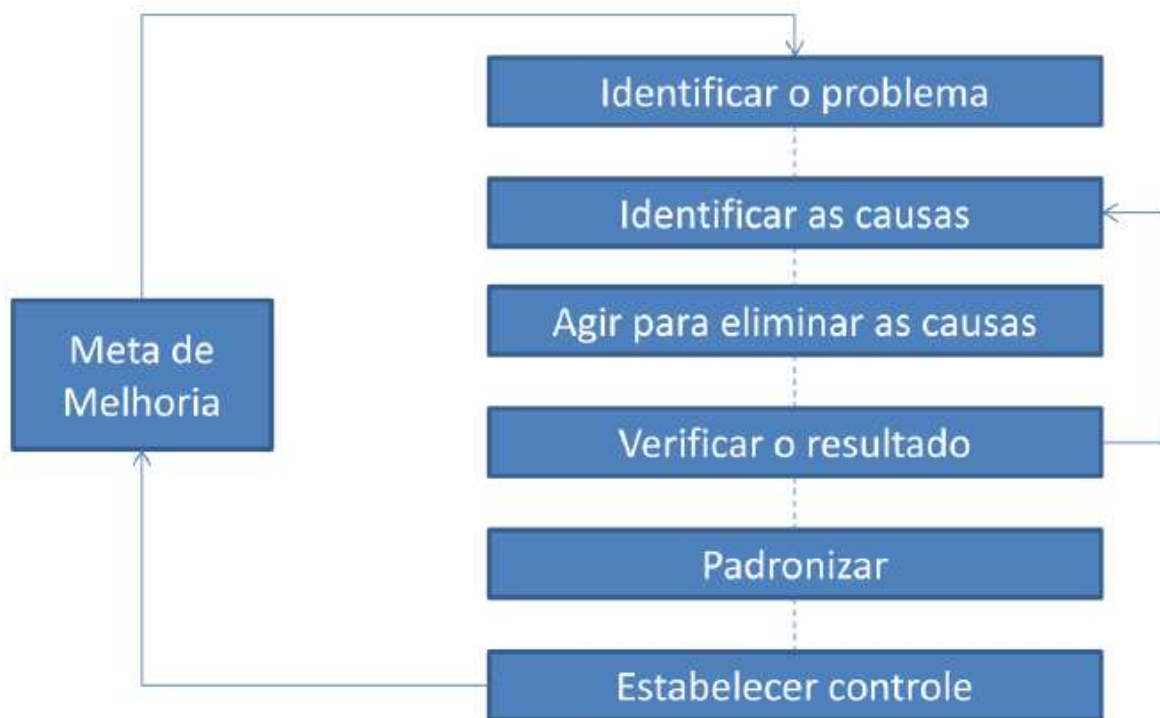


## 4.2 Conceitos de Melhoria Contínua

Buscando se manter ativo e concorrente no atual mercado, as organizações têm buscado alternativas para tornar suas atividades atraentes a clientes e empregados com o objetivo de sempre está melhorando continuamente, aumentar a produtividade e o bem-estar dos funcionários. Essa busca intensa pela melhoria contínua é uma das coisas mais valorizadas pelas organizações atualmente, visto que isso pode proporcionar perda de desperdício e valorização de seus produtos (NETO, 2017).

O empregado é o principal componente da indústria para que ela consiga atuar de modo coordenado e sistemático, mas para isso é importante agregar na cultura do funcionário a necessidade de sempre querer melhorar o seu local e modo de trabalho. Essa cultura baseada em melhoria contínua é apresentada por Trivelatto (2010) como uma forma de elevar a aprendizagem continuada, aproveitando ao máximo dos conhecimentos dos próprios funcionários.

Carpinetti (apud TRIVELLATO, 2010, p. 20), apresenta que a melhoria contínua não se trata em apenas em identificar um problema e corrigi-lo. É necessário ir mais além, ou seja, primeiramente tem que ser listado os problemas com maior prioridade, realizar um levantamento de dados, analisar e identificar as causas raízes, estudar e aplicar as ações necessárias para que então possa se observar os resultados obtidos, como mostra a figura 4-2. A partir disso, é possível observar necessidade de seguir uma metodologia que possua a sequência lógica da realização dessas atividades.



**Figura 4-2** Etapas da melhoria contínua (Adaptado de Carpinetti (apud Trivellato, 2010, p. 20))

### 4.3 Desperdícios

Os desperdícios estão relacionados principalmente ao que gera custo e ao que não agrega valor. Dessa forma, para se obter a redução de desperdícios em uma certa atividade deve-se analisar aonde estão os maiores custos e quais atividades não acrescentam valores aos objetivos finais (SOARES, 2016).

Os desperdícios, segundo Silveira (2018), podem ser classificados em visíveis e ocultos. Os desperdícios visíveis são aqueles que são facilmente notados por estarem mais aparentes: Retrabalho, inspeção, defeitos, sucatas e excesso. Podemos citar como exemplos dos desperdícios ocultos: procedimentos desnecessários, falhas de equipamentos, excesso de estoque, entre outros. Essas situações podem ser comparadas a um Iceberg, onde os desperdícios visíveis representam a ponta do iceberg que está sobre a água e os ocultos a parte submersa, que apesar de não estar aparente as pessoas é a maior parte. Assim podemos concluir que os desperdícios ocultos merecem atenção tanto quanto os visíveis já que esses podem tomar grandes dimensões e gerar grandes problemas para as organizações.

### **4.3.1 Os 7 Desperdícios**

Taiichi Ohno, engenheiro de produção e considerado Pai do TPS (Sistema Toyota de Produção), classificou os desperdícios em 7 categorias (SILVEIRA, 2018).

1. Defeitos;
2. Excesso de produção ou Superprodução;
3. Espera;
4. Transporte;
5. Movimentação;
6. Processamento inapropriado;
7. Estoque.

### **4.3.2 Desperdício por Defeitos**

Importante ressaltar que defeito é quando algum produto perde parcialmente a sua funcionalidade, já a falha é uma perda total dessa. Então tanto no processo de produção como no de aquisição das matérias primas, faz-se necessário uma grande atenção na realização dessas atividades afim de evitar que o produto final venha a possuir um defeito ou a falhar, gerando dessa forma a necessidade de retrabalho ou descarte do produto. Assim, esse desperdício afeta tanto na insatisfação do cliente como na imagem que a empresa terá a partir disso, além dos custos envolvidos tanto em retrabalho e na recomposição do produto (SOARES, 2016).

A utilização de melhorias contínuas e métodos preventivos podem evitar que esse desperdício ocorra e traga as consequências já citadas (SOARES, 2016).

### **4.3.3 Desperdício por Superprodução**

A superprodução ocorre quando o processo de produção supera a demanda, ou seja, a oferta é maior que demanda. Esse desperdício na maioria das vezes é camuflado pelo fato de

alguns acreditarem que excesso de estoque não prejudica a organização, mas na maioria das vezes o excesso de estoque se trata de um risco para organização pois esses produtos podem não ser vendidos, se tornarem ultrapassados e ainda gerar custos para mantê-los (NETO, 2017).

#### **4.3.4 Desperdício por Espera**

Esse desperdício está relacionado com a falta de recursos para a realização da atividade, atrasos e indisponibilidade de pessoas ou equipamentos. De acordo com Silveira (2017), as principais causas que geram desperdícios estão relacionadas com:

- Processos ou linhas desbalanceadas;
- Força de trabalho inflexível;
- Superdimensionamento da equipe;
- Não agendamento de máquinas para produção;
- Tempo de setup longo;
- Falta de material ou atraso;

#### **4.3.5 Desperdício por Transporte**

As perdas geradas pelo transporte, segundo Soares (2016), acontecem quando esse gera elevados custos e não agrega valor. É importante tentar sempre melhorar o processo de transporte, lembrando que existe uma diferença entre melhorar o transporte e o trabalho de transporte. Por exemplo, quando se troca o transporte manual por um mecanizado é uma melhoria no trabalho de transporte. Pois os custos envolvidos com transporte foram apenas convertidos e não eliminados. Dessa forma para que ocorra melhoria no transporte é necessário eliminar os custos, ou seja eliminar esse transporte.

Alguns meios para amenizar ou eliminar os desperdícios com transporte, segundo Soares (2016), podem ser utilizados, tais como:

- i. Promover melhorias no layout da fábrica objetivando eliminação de movimentação e transporte de material e pessoal.
- ii. Promover melhorias na implantação da automatização e mecanização de sistemas para transportes difíceis de material a curto e longo prazo.

#### **4.3.6 Desperdício por Movimentação**

Esse tipo de perda acontece quando alguns movimentos que não agregam valor são executados pelos funcionários durante a execução de alguma atividade. O produto para qual os funcionários estão trabalhando acabam levando um tempo maior para ficar pronto devido esse fato que pode ser ocasionado por ausência de conhecimento ou procedimentos padrões de operações (SOARES, 2016).

#### **4.3.7 Desperdício por Processamento inapropriado**

Quando os processamentos realizados tanto pelo homem quanto pela máquina não agregam valor ao produto, isso gera desperdício. Essas atividades de processamento que não agregam valor estão relacionadas principalmente quando aquilo que o cliente especifica não fica bem objetivado, quando ocorre muitas mudanças na engenharia do produto buscando alcançar uma qualidade excessiva do produto, além de a causa poder está relacionada com instruções de trabalho mal elaboradas, ou seja, problemas de gestão (SILVEIRA, 2017).

#### **4.3.8 Desperdício por Estoque**

Essa perda também está relacionada com a perda por superprodução, mas também é gerada pelo excesso de estoque de matérias-primas e insumos para a produção do produto. O tamanho excessivo dos lotes pode levar a um desequilíbrio a linha de produção. A falta de

planejamento pode levar demora entre o pedido e entrega do produto (*Lead Time*) e falta de requisição de materiais e padrões de compras. A manutenção do inventário estocado e o espaço ocupado pelo mesmo gera custos a empresa, por isso deve ser feito um melhor planejamento desde a etapa de compra de matéria prima até a de entrega.

#### **4.4 Círculo de Controle de Qualidade (CCQ)**

Buscando alavancar as organizações japonesas, Ishikawa criou o CCQ visando aumentar a qualidade dos produtos e processos para que desse modo que essas organizações pudessem se tornar referência mundial no que se refere a qualidade (PINTO, 2004).

O JUSE (*Union of Japanese Scientists and Engineers*) definiu o CCQ como sendo um grupo composto pelos próprios funcionários do chão de fábrica, a mão-de-obra formadora da base da empresa. Onde eles utilizam de conceitos e técnicas de qualidade para melhorar continuamente seu produto e como são produzidos.

No Brasil o CCQ começou a ser utilizado na década de 70, mas foi na década de 80 que realmente as empresas adotaram essa metodologia impulsionadas principalmente pela visita do próprio Ishikawa ao país (GARLET, 2015).

O desenvolvimento dessa estrutura acontece com a utilização de algumas ferramentas de qualidade auxiliando a resolução de problemas precisando principalmente de dados. Por isso a coleta dos dados é fundamental para se possa analisar o problema utilizando alguns instrumentos de estatística como gráficos de controle, fluxograma, diagrama de Pareto, diagrama de causa e efeito, gráfico de correlação e histograma. Para a resolução do problema são utilizados recursos como Matrizes, o conceito de 5W2H, os cinco sentidos conhecidos como 5S (Seiri: Senso de utilização; Seiton: senso de ordenação; Seiso: Senso de limpeza; Seiketsu: Senso de Normalização e Shitsuke: Senso de autodisciplina), 6M (Método, Meio ambiente, Medição, Mão de obra, Máquina e Matéria-prima) e 3M (Muda: desperdício; Muri: Excessivo; Mura: dispersão) (FUKUI et al, 2003).

Com base nesses preceitos os grupos de CCQ utilizam o PDCA como guia para realizar análises do processo produtivo, planejar suas ações, efetuar suas ações, observar os efeitos dessas ações e padronizar os métodos de processo, para que o problema analisado não venha acontecer novamente.

## 4.5 O Método PDCA

### 4.5.1 Histórico

De acordo com Oribe (2009), o conhecimento de especificação, produção e inspeção que são os três processos da produção em massa já era conhecido desde o início do século XX. Frederick Taylor, criador do modelo de administração conhecido como Taylorismo e considerado pai da administração científica em suas gestões recomendava o *plan-do-see* (planeje, execute e veja) como modo de planejar um processo produtivo. Mas esse método utilizado não era um ciclo e sim linear.

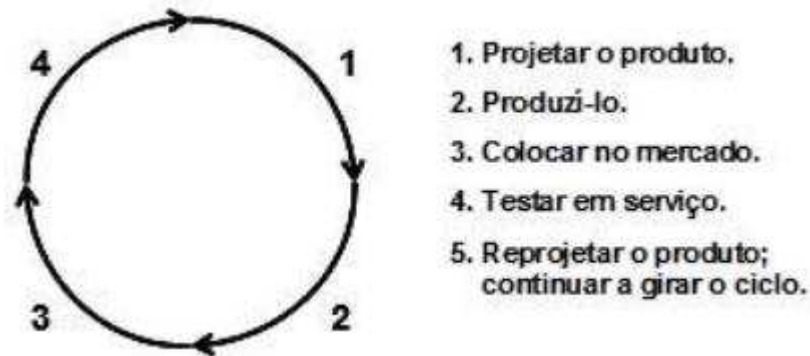
Ainda no século XX, Shewhart publicou em sua obra, *Statistical method from the view point oof quality control*, uma análise do mesmo modelo de produção, mas ele percebeu que esse método não deveria ser de modo linear devido ser um modo de se conseguir adquirir conhecimento, assim ele determinou que deveria ser uma metodologia cíclica (MATTOS, 2013).

Essa definição foi de grande importância, visto que por ser cíclico os dados observados e adquiridos poderiam ser utilizados no planejamento na próxima volta do ciclo. Com isso, tanto os pontos positivos como os pontos negativos já seriam considerados aprimorando ainda mais o processo no qual está sendo utilizado o método. Foi a partir daí que Deming disseminou esse ciclo levando-o para o Japão e lhe denominou de ciclo de Shewhart, ilustrado na figura 4-3.



Figura 4-3 Ciclo de Shewhart de 1939. (Moen et al, 2007)

“Em 1951, o ciclo de Shewhart ganhou mais dois passos passando a compreender: (a) o desenho do produto; (b) produzi-lo testando na linha de produção e no laboratório; (c) colocar no mercado; (d) testar no mercado por meio de pesquisas; (e) redesenhar o produto à luz da reação dos consumidores e continuar girando o ciclo” (ORIBE, 2009). A figura 4-4, apresenta essa proposta de metodologia.



**Figura 4-4 Ciclo de Shewhart para desenvolvimento de produto (Moen et al., 2007)**

Quando o primeiro ciclo de Shewart chegou no Japão, apresentou algumas controvérsias com a cultura local. O método *plan-do-see* foi analisado por Ishikawa, onde ele observou que a etapa *see*, para os japoneses apresentava-se como uma etapa de observação e aguardo, não apresentando assim uma ação. Foi então que Deming ensinou para os japoneses que na verdade a etapa *see* significava aplicar uma ação. Dessa forma o método utilizado no Japão passou a ter as etapas *plan-do-check-action* se tornando o modelo conhecido nos dias de hoje (MATTOS, 2013).

#### **4.5.2 Ciclo PDCA**

“O Ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização” (WERKEMA, 1995). Como já citado foi criado em meados da década de 30 por Shewart mas foi mais conhecido e divulgado por Deming.



O PDCA é conhecido nas empresas como método de solução de problema, visto que a cada meta estabelecida como melhoria acaba originando um problema, onde é nesse problema que a empresa deve atuar seguindo todos as etapas do ciclo (MACHADO, 2007).

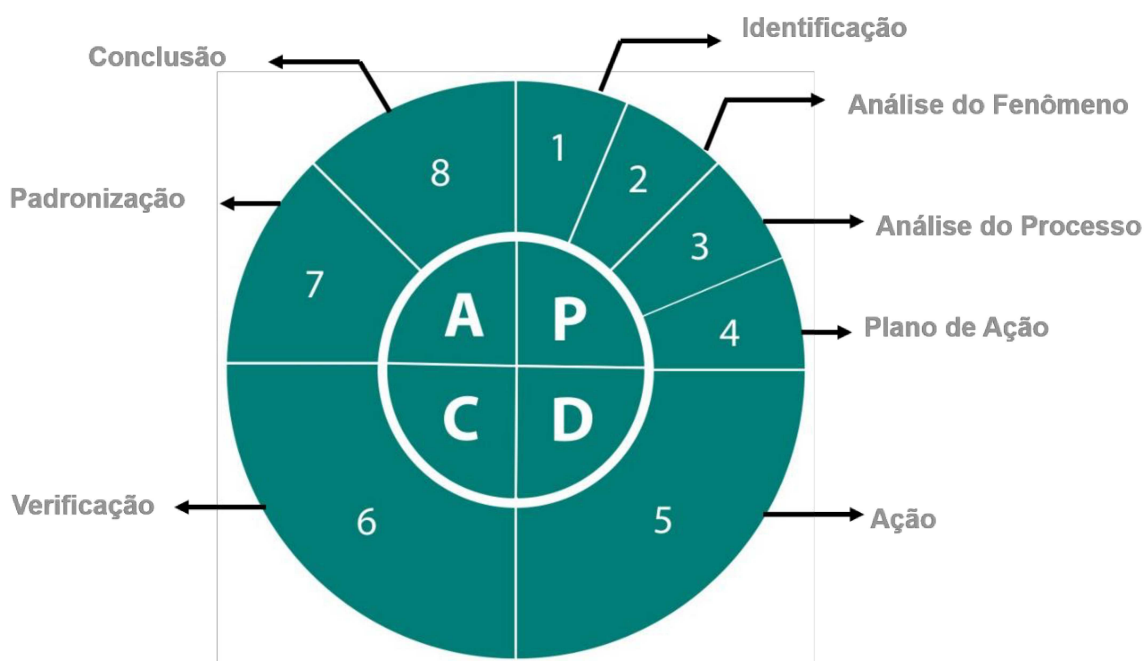
Essa metodologia tem como foco na elaboração de planos que visam o controle ou melhoria da qualidade, inovação e processos. É importante ressaltar que a sigla PDCA significa justamente as quatro etapas que compõem essa ferramenta. São elas, de acordo com Moinhos e Mattioda (2011) e Santos et al. 2011:

**P – Plan** – Significa planejar. É a parte que se inicia os trabalhos estabelecendo quais serão os objetivos assim como os processos necessários para alcançar os resultados baseando-se nas políticas e requisitos pré-determinados.

**D – Do** – Significa fazer, executar. A partir dos dados obtidos na etapa anterior, deverão ser executados os atos necessários para solução do problema estabelecido, realizando o arquivamento dos resultados.

**C – Check** – Significa verificar. Esta terceira etapa consiste na análise dos dados apanhados da segunda etapa, verificando se as metas estabelecidas foram alcançadas e se o planejamento inicial feito na primeira etapa deve ser reavaliado.

**A – Action** – Significa agir. A última etapa do PDCA contempla a padronização e conclusão do trabalho elaborado. O que foi planejado deve ser promovido continuamente, tornando assim o que foi planejado parte do processo normal da organização.



**Figura 4-5 Ciclo PDCA (Vale, 2017)**

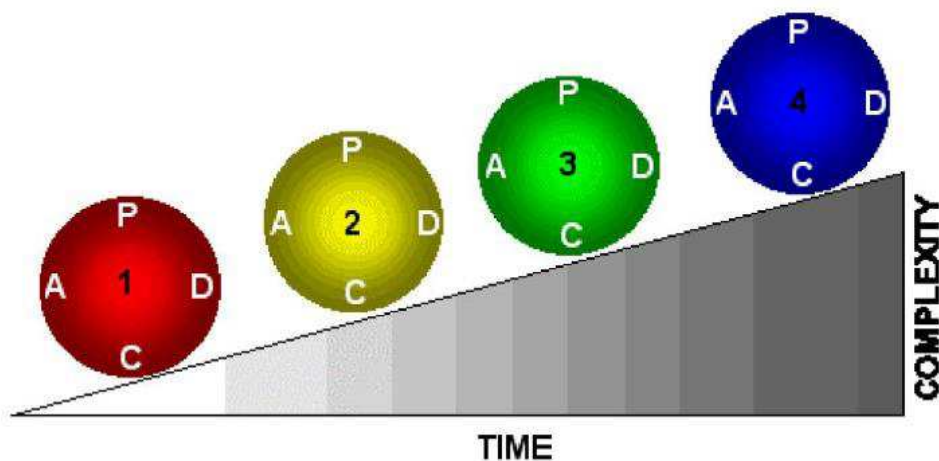
O ciclo PDCA, conforme Vale (2017), possui ainda 8 subdivisões presentes dentro das etapas 4 etapas principais, como mostra a figura 4-5.

- **Identificação do Problema:** Essa primeira etapa tem como objetivo identificar e definir o problema de maneira mais clara possível, de modo que esse seja priorizado. Uma correta identificação do problema permite que a solução seja encontrada e aplicada de forma mais efetiva. A partir do problema priorizado, define-se uma meta a partir do objetivo esperado. Essa meta é constituída de: Objetivo + Valor + Prazo (CAMPOS, 2014).
- **Análise do fenômeno:** Essa fase é composta por uma profunda análise do problema, para que seja possível entender como esse fenômeno ocorre. A compreensão da situação atual deve ser feita de modo que se saiba exatamente “o que é”, “onde”, “com quem”, “por que” e “quando” ocorre o problema. Para isso é preciso levantar as características do mesmo (VALE, 2017).
- **Análise do Processo:** O principal objetivo dessa etapa é encontrar as causas influentes do problema para que assim seja elaborado um tratamento. A participação de uma equipe composta por pessoas de diferentes áreas, mas que estejam comprometidas com a situação facilita o encontro de uma solução viável. Algumas ferramentas podem ser utilizadas, como o Brainstorming para o levantamento das causas e o Diagrama de Causa Efeito para exposição e análise das mesmas (VALE, 2017).
- **Plano de ação:** Desenvolver um plano para coibir as causas fundamentais é de grande importância quando já se conhece qual a causa raiz do problema. Todas as medidas devem ser idealizadas por uma equipe multidisciplinar, assim como as causas, onde serão definidos priorizações e testes (CAMPOS, 2014). Ferramentas como o 5W2H e suas adaptações podem auxiliar na estrutura de definições das ações e no gerenciamento de execução das mesmas.
- **Ação:** Essa etapa é realizada logo após a finalização do plano de ação. A eficácia das medidas exercidas vem com a fundamentação dessa etapa com o plano de ação. São colocadas em prática as ações estabelecidas nas etapas anteriores, sempre fazendo o acompanhamento do plano para que os resultados alcançados sejam satisfatórios (DUTRA, 2017).

- Verificação dos resultados: Os dados que foram coletados na etapa de ação, são analisados e comparados com as metas e objetivos estabelecidos. Caso as metas não tenham sido alcançadas, o plano deve ser reformulado, e executado novamente (DUTRA, 2017). Os ganhos obtidos podem ser classificados em quantitativos e qualitativos.
- Padronização: A proposta aqui é a realização de medidas que previnam o reaparecimento do problema. Para isso, se faz necessário tornar padrão as mudanças que foram elaboradas no processo, além de sempre monitorar os principais indicadores (DUTRA, 2017).
- Conclusão: A última etapa desse ciclo consiste em fazer uma recapitulação de todo o processo de solução, buscando possíveis melhorias incrementais.

A melhoria contínua é constituída de uma natureza cíclica e repetida podendo ser caracterizada de forma sucinta no ciclo do PDCA. As atividades são realizadas de forma cíclica, buscando melhorá-las em cada período tendo como consequência ganhos em produtividade e redução dos custos a partir do melhor aproveitamento dos processos realizados (MATTOS, 2013).

Na figura 4-6 é possível observar a apresentação do ciclo PDCA na rampa de melhoria contínua, representando o aumento de complexidade a cada etapa realizada, ficando claro assim que a parte de maior importância e complexidade se dá na última etapa, partindo daí para um novo início.



**Figura 4-6 Rampa de Melhoria do Ciclo PDCA (Andrade, 2003)**

## **4.6 Ferramentas da qualidade**

Toda e qualquer organização que busca alcançar excelência na realização e nos resultados de suas atividades, antes de tudo precisar coletar os dados sobre tudo aquilo que envolva e esteja direta ou indiretamente ligado com a atividade. A coleta e análise desses dados são fundamentais para a descoberta e soluções dos possíveis problemas (NETO, 2017).

As ferramentas básicas da qualidade permitem a análise dos dados, auxiliando o gerenciamento de uma organização. Essas ferramentas são peças fundamentais no desenvolvimento de trabalhos de PDCA, devido funcionarem como direcionadores na busca pela qualidade através de técnicas que catalisadoras desse processo.

Para a empresa que busca a melhoria contínua é necessário que todos os funcionários, não só os gestores, tenham como base o conhecimento dessas técnicas que devem estar presentes na cultura organizacional da companhia, fazer da busca pela melhor condição de trabalho uma tarefa cotidiana e costumeira.

### **4.6.1 Brainstorming**

O brainstorming também é conhecido como tempestade de ideias. Essa técnica é realizada em grupo onde os componentes definem um tempo para lançarem ideias sobre um determinado assunto. Geralmente é utilizado para encontrar problemas ou soluções. Toda ideia lançada é válida, nenhuma deve ser descartada, por mais absurda que possa parecer.

De acordo com Reyes (2000), essa metodologia pode ser conduzida de duas formas:

- **Brainstorming estruturado:** São realizadas rodadas, onde em cada ciclo cada membro do grupo dá uma ideia, caso não tenha nada em mente ainda pode esperar a próxima rodada. A vantagem é que nessa estrutura, todos possuem a chance de participar.
- **Brainstorming não estruturado:** Nessa estrutura as ideias são lançadas livremente, não havendo uma sequência, ou seja, quem tiver uma ideia pode falar logo, mas não no mesmo momento que outra pessoa estiver falando. O objetivo desse modo é tornar o brainstorming mais dinâmico e descontraído. O lado negativo disso é

que desse jeito a participação pode ficar limitada somente as pessoas mais desinibidas.

#### 4.6.2 Matriz de Priorização – GUT

A utilização de um diagrama em matriz tem o intuito de reduzir a quantidade de tabelas de modo que todos os dados estejam organizados de forma criativa fazendo proveito das relações presentes entre as variáveis (BERSSANETI et al. 2013).

Com uma matriz é possível uma rápida percepção e de modo mais claro a existência de relações entre as variáveis presentes em problemas, soluções ou planejamento de projetos (BERSSANETI et al. 2013). A figura 4-7 apresenta um modelo com os parâmetros para montagem de uma matriz GUT.

GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	PRIORIDADE
O prejuízo que poderá decorrer da situação será:	Sinto que deverei tomar uma decisão:	Se eu não fizer nada a situação irá:	G x U x T
Muito, Muito importante = 5	Já, já mesmo = 5	Piorar = 5	125
Mais ou menos importante = 3	Posso aguardar = 3	Permanecer como está = 3	27
Nada importante = 1	Não há pressa = 1	Melhorar = 1	1

**Figura 4-7 Parâmetros para montagem da Matriz GUT (Vale, 2017)**

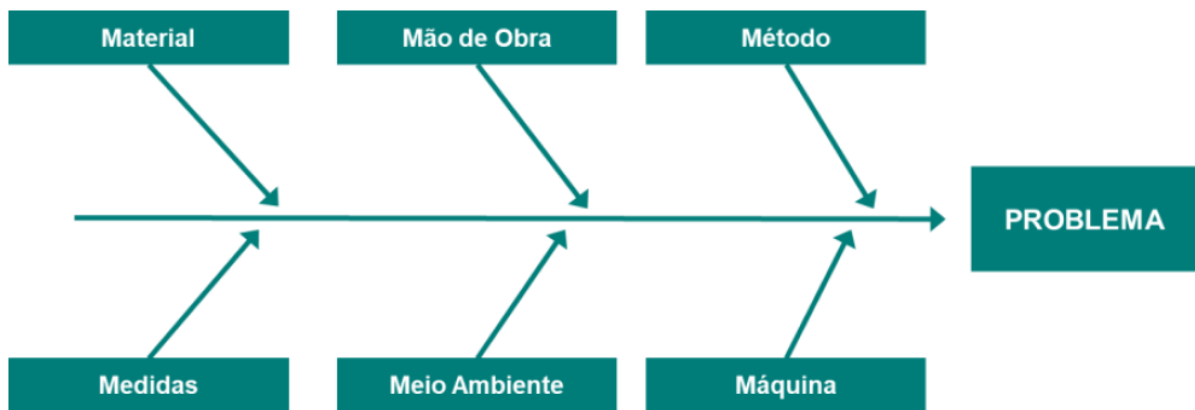
#### 4.6.3 Diagrama de Causa e efeito

De acordo com Trivelatto (2010), o diagrama de Causa e efeito foi elaborado por Kaoru Ishikawa, com o objetivo de possibilitar organizar as informações sobre determinado problema ou efeito de modo que fosse possível identificar, por meio de uma sumarização, das possíveis causas.

Esse diagrama, popularmente conhecido como Diagrama Espinha de Peixe, é muito utilizado por empresas na área de manufatura na busca das causas de seus problemas, mas hoje

em dia sua utilização se expandiu de forma que pode ser utilizado em qualquer situação de todas as áreas de uma empresa. É sem dúvida nenhuma uma ferramenta indispensável na gestão (BERSSANETI et al. 2013).

Conforme Berssaneti et al. (2013), na composição dessa ferramenta, pode ser utilizado as conhecidas “famílias de causas”. São agrupamentos importantes que sugerem a natureza das causas de problemas que podem ser Máquinas, Método, Mão de Obra, Materiais, Método, Medidas e Meio Ambiente, denominadas assim como 6Ms, conforme figura 4-8.



**Figura 4-8 Diagrama de Causa e Efeito (Vale, 2017)**

#### **4.6.4 Plano de Ação (5W2H)**

Quando se deseja realizar um planejamento de uma determinada ação o plano de ação ou 5W2H, é utilizado. É uma ferramenta com características de orientação para as ações que serão executadas, permitindo até mesmo um maior aprofundamento de u problema para que se chegue a sua causa raiz (SANTOS et al. 2011).

A estrutura de um plano de ação se faz necessária para que desse modo seja possível a identificação de forma clara e rápida dos elementos responsáveis para a implementação de um projeto. Esses elementos são localizados com a utilização de sete perguntas: O que (What)? Onde(Where)? Quem (Who)? Quando (When)? Por que(Why)? Como (How)? Quanto (How much)? (SANTOS et al. 2011).

#### 4.6.5 Técnica dos porquês

Conforme Santos et al. (2011), esta técnica resume-se na repetição da pergunta “porquê” por pelo menos cinco vezes. Com o objetivo de resolver algum problema encontrado na organização, utiliza-se a técnica dos 5 “porquês” a fim de encontrar a causa principal do problema em questão. Frequentemente, a primeira resposta ao problema não é a causa principal, e ao fazer a pergunta “porque” por várias vezes, vão sendo reveladas as diversas causas para o problema.

#### 4.6.6 Círculo de Controle de Qualidade (CCQ)

Buscando alavancar as organizações japonesas, Ishikawa criou o CCQ visando aumentar a qualidade dos produtos e processos para que desse modo que essas organizações pudessem se tornar referência mundial no que se refere a qualidade (PINTO, 2004).

O JUSE (*Union of Japanese Scientists and Engineers*) definiu o CCQ como sendo um grupo composto pelos próprios funcionários do chão de fábrica, a mão-de-obra formadora da base da empresa. Onde eles utilizam de conceitos e técnicas de qualidade para melhorar continuamente seu produto e como são produzidos.

No Brasil o CCQ começou a ser utilizado na década de 70, mas foi na década de 80 que realmente as empresas adotaram essa metodologia impulsionadas principalmente pela visita do próprio Ishikawa ao país (GARLET, 2015).

O desenvolvimento dessa estrutura acontece com a utilização de algumas ferramentas de qualidade auxiliando a resolução de problemas precisando principalmente de dados. Por isso a coleta dos dados é fundamental para se possa analisar o problema utilizando alguns instrumentos de estatística como gráficos de controle, fluxograma, diagrama de Pareto, diagrama de causa e efeito, gráfico de correlação e histograma. Para a resolução do problema são utilizados recursos como Matrizes, o conceito de 5W1H, os cinco sentidos conhecidos como 5S (*Seiri*: Senso de utilização; *Seiton*: senso de ordenação; *Seiso*: Senso de limpeza; *Seiketsu*: Senso de Normalização e *Shitsuke*: Senso de autodisciplina), 6M (Método, Meio ambiente,

Medição, Mão de obra, Máquina e Matéria-prima) e 3M (*Muda*: desperdício; *Muri*: Excessivo; *Mura*: dispersão) (FUKUI et al, 2003).

Com base nesses preceitos os grupos de CCQ utilizam o PDCA como guia para realizar análises do processo produtivo, planejar suas ações, efetuar suas ações, observar os efeitos dessas ações e padronizar os métodos de processo, para que o problema analisado não venha acontecer novamente.

#### **4.7 Kaizen**

A palavra *Kaizen* vem do japonês, onde “*Kai*” significa mudança e “*Zen*” melhor. Foi utilizada pela primeira vez por Masaaki Imai no Japão. Consiste em uma metodologia, como o próprio significado da palavra a diz, em que se busca sempre mudar para melhor. É uma das metodologias mais utilizadas atualmente no ramo da qualidade, principalmente por organizações que prezam pela melhoria contínua.

Existem dez mandamentos que devem ser seguidos na metodologia. Os dez mandamentos são: todas as pessoas devem estar envolvidas; o desperdício deve ser eliminação; melhorias contínuas devem ser feitas; as estratégias baratas são as melhores, porque o aumento da produtividade pode ser obtido sem grandes investimentos; a metodologia aplica-se em qualquer cultura; a atenção está virada para o “chão da fábrica”, onde é criado valor; adota uma gestão visual para tornar os desperdícios e os problemas visíveis para todos; lema de aprendizagem é só se aprende fazendo; as pessoas são a prioridade, porque o esforço principal de melhoria vem delas; orientada para os processos (DUARTE, 2013, p. 7).

Conforme Soares (2016), o kaizen deve funcionar como um ciclo e ser praticado por todas as áreas da organização para que sua funcionalidade seja garantida, tendo como resultados principais a redução de custos e aumento de produtividade, como mostra a figura 4-9.





Figura 4-9 Ciclo KAIZEN (Soares, 2016)

## 4.8 Manutenção

A manutenção tem evoluído bastante com o passar dos anos, passando de uma ação que tornasse possível a continuação da produção para ações que visam prevenir justamente que essas ações emergenciais sejam realizadas. Esse princípio vem seguindo os padrões do TPM (*Total Productive Maintenance* – Manutenção Produtiva Total) que justamente visa o aproveitamento máximo da vida útil dos equipamentos de modo que esse possa contribuir para a produtividade da empresa, evitando perdas por paradas não programadas (SOUZA, 2010).

A manutenção passou uma das áreas mais importantes da engenharia e também uma das áreas com maiores investimentos. A busca pela alta produtividade está levando a evolução dos métodos de manutenção, não estando limitado somente pela ação em si no equipamento, mas também em toda estratégia de preparação, monitoramento e confiabilidade.

### 4.8.1 Tipos de manutenção

Como já foi citado, a evolução da manutenção levou a mesma a possuir diferentes tipos. Esses tipos de manutenção são classificados com relação ao controle de acompanhamento do equipamento. Para Neto (2017), o tipo de manutenção está relacionado com a necessidade e

importância do equipamento além de como isso vai representar nos custos da organização. A manutenção pode ser classificada seguindo três abordagens básicas:

1. Manutenção Corretiva;
2. Manutenção Preventiva;
3. Manutenção Preditiva;

#### **4.8.1.1 Manutenção Corretiva**

Conforme Slack et al. (2002, p.645), “significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a quebra de o equipamento ter ocorrido [...]”.

Esse tipo de manutenção entra em ação com o objetivo de retomar a funcionalidade da máquina em casos onde o modo de falha ocorre de modo que os sintomas não puderam ser detectados, ocorrendo assim uma parada não programada.

#### **4.8.1.2 Manutenção Preventiva**

É a manutenção planejada, buscando prevenir os modos de falhas ou defeitos. São exemplos de atividades realizadas na manutenção preventiva: Lubrificação, limpeza, inspeção e substituição.

Essas atividades são pré-planejadas de modo que sejam executadas periodicamente com o objetivo de estender a vida útil do equipamento. A preventiva quando comparada com a corretiva e termos de custos é bem mais em conta.

#### **4.8.1.3 Manutenção Preditiva**

Diferente da manutenção preventiva que busca evitar que aconteça os modos de falhas e defeitos a preditiva tem como foco justamente detectar os defeitos ainda no começo, ou seja detectar os sintomas das falhas e atuar antes que elas venham a acontecer. Desse modo as ações de manutenção são efetuadas no momento certo, entretanto não garantem que as falhas venham acontecer, mas evitam a consequência dos defeitos.

## **5 METODOLOGIA**

Será apresentado nesse capítulo como o trabalho foi estruturado metodologicamente, apontando a natureza, objetivo e o tipo de abordagem, além de explicar o modo de aplicação do estudo de caso.

### **5.1 Método de pesquisa aplicado**

A pesquisa aqui em questão se trata de um estudo de caso, pois conforme Freitas e Jabbour (2011), esse método compreende em uma pesquisa centrada em contextos reais, buscando compreender a dinâmica de um ou mais objetos alvos do estudo, favorecendo a ampliação do conhecimento sobre os mesmos. O estudo de caso tem como objetivo buscar de um fato atual ou passado informações detalhadas que podem ser adquiridas através de fontes de provas que podem ser desde um acompanhamento direto da situação até busca em arquivos públicos e privados.

A metodologia de pesquisa centrada em estudo de caso, possibilita uma estratégia que permite conhecer e entender a praticidade de teorias já existentes em eventos reais, assim como, o desenvolvimento de uma nova teoria. O estudo de caso necessita de dedicação e acompanhamento intenso do pesquisador, onde mesmo assim, alguns estudiosos questionam esse método devido à falta de rigor metodológico e de planejamento da pesquisa que alguns trabalhos podem apresentar, tendo como consequência, resultados apenas subjetivos. Mas apesar dessas intempéries, o estudo de caso é uma ótima estratégia para se realizar uma análise mais profunda dos fenômenos de uma organização (YIN, 2005).

Em relação aos objetivos, essa pesquisa se classifica como descritiva, visto que, o propósito desse trabalho requer a necessidade de analisar, observar e assinalar características de determinadas situações dentro de uma oficina de vulcanização, para que desse modo seja possível encontrar os pontos de oportunidade de melhoria.

A abordagem dessa pesquisa se categoriza tanto em qualitativa como quantitativa, pois busca resultados que sejam expressados no bem-estar dos colaboradores e na qualidade, assim como, na produtividade, mas tendo como maior foco o quantitativo. Desse modo, os métodos

estatísticos não serão enfatizados. Conforme Garlet (2015), os impactos representados de forma numericamente classificam a pesquisa em quantitativa.

A busca pelo desenvolvimento de conhecimentos na teoria e na principalmente na prática para soluções de problemas enfrentados em uma organização, classifica essa pesquisa como aplicada (NETO, 2017).

## 5.2 Estruturação das atividades exercidas

Os procedimentos para elaboração deste trabalho estão fundamentados em um estudo de caso divididos em 3 etapas, conforme quadro 5-1.

**Quadro 5-1 Etapas da Metodologia**

ETAPA 1	ACOMPANHAMENTO DAS ATIVIDADES NA OFICINA DE VULCANIZAÇÃO
ETAPA 2	ENVOLVIMENTO COM UM GRUPO DE CCQ
ETAPA 3	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA

O embasamento dessa pesquisa é sustentado através de um levantamento bibliográfico que objetiva servir como um guia para o desenvolvimento do estudo de caso, integrando dessa forma conhecimento em PDCA, Qualidade Total e Ferramentas da Qualidade.

A utilização da metodologia PDCA será o objeto de estudo aplicado para que seja possível alcançar uma melhoria em um processo de uma oficina de vulcanização. Através das etapas do PDCA serão necessárias algumas ferramentas de qualidade, almejando resultados que venham melhorar a condição de trabalho e a produtividade.

Importante ressaltar que o estudo de caso foi desenvolvido durante o período de janeiro até outubro de 2017, contando com a participação principalmente dos funcionários que atuam diretamente na oficina de vulcanização através de pesquisas *in loco* e reuniões. Esse envolvimento com os funcionários se dará através da integração em um grupo de CCQ da própria oficina, a partir disso, se iniciará a aplicação da metodologia PDCA concluindo o trabalho na etapa de verificação e padronização dos resultados.

### 5.2.1 Acompanhamento das atividades na oficina

A primeira etapa consistiu em adquirir conhecimento das atividades realizadas em uma oficina de vulcanização na empresa de mineração Vale S.A. Esse conhecimento foi realizado através de acompanhamentos dentro da própria organização através de observação direta juntamente com levantamentos bibliográficos para aquisição de conhecimentos sobre as atividades e também sobre a metodologia na qual se deseja utilizar na busca de melhoria.

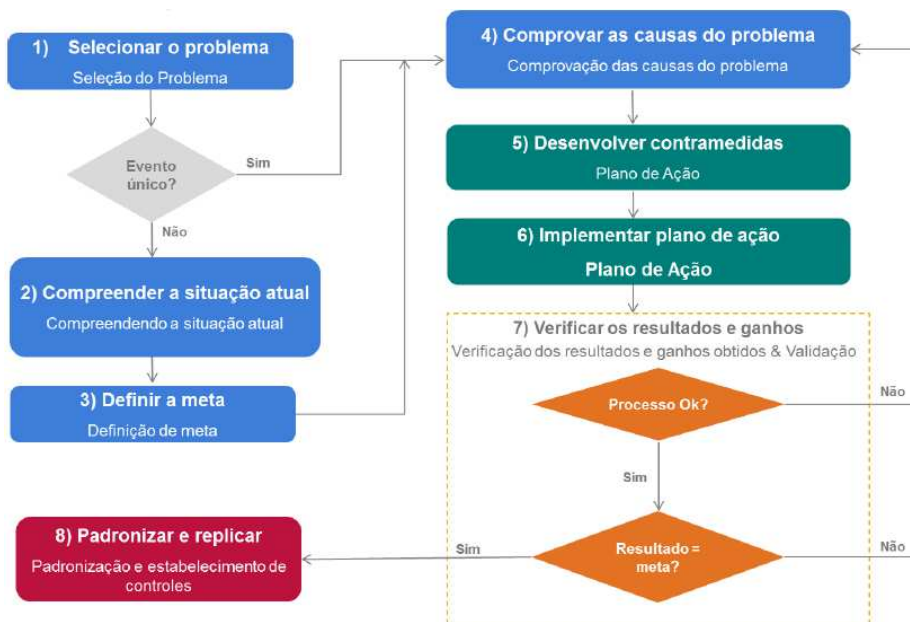
### **5.2.2 Envolvimento com um grupo de CCQ**

A segunda etapa compreendeu no envolvimento com um grupo de CCQ para elaboração de estudos através de pesquisas sobre a metodologia PDCA, suas ferramentas de qualidade e planejamento que conseqüentemente foram aplicados na prática.

O trabalho foi montado e adequado juntamente com o grupo baseado nas atividades que precisam exercidas pelo mesmo dentro da organização e nas necessidades do pesquisador para realizar esse projeto.

### **5.2.3 Aplicação da metodologia PDCA**

Este trabalho foi desenvolvido com base na execução de 8 passos que permitem solucionar um problema, representados no fluxograma da figura 5-1. Nesses 8 passos é possível localizar as 4 etapas do PDCA, onde os passos de 1 a 5 representam o “*Plan*”, 6 o “*Do*”, 7 o “*Check*” e 8 o “*Action*”.



**Figura 5-1 Os 8 passos para solução de problemas (Vale, 2017)**

A seleção do problema, devido ainda não se ter um problema priorizado, foi feita inicialmente com a listagem de todos os problemas conhecidos, que pôde ser feito através de um Brainstorming. Com isso, a priorização de qual problema precisou ser resolvido, seguiu critérios de preferências, por exemplo: produtividade, saúde e segurança.

Com o problema selecionado, já verificado que não se tratou de um evento único, foi feita uma melhor compreensão da situação abordada, para que fossem extraídos dados que puderam ser quantificados e utilizados na definição de uma meta. A elaboração do cronograma foi de fundamental importância, pois tornou possível estruturar e acompanhar a realização dos passos.

A definição da meta, permitiu que fosse iniciado o passo que comprovou quais seriam as causas do problema selecionado, desse modo, possibilitou encontrar uma causa raiz e trabalhar em cima da mesma para que o problema fosse solucionado.

A solução do problema se iniciou com o desenvolvimento de contramedidas, que pôde ser feito novamente com um brainstorming, onde essas contramedidas foram listadas e avaliadas com o objetivo de identificar a mais viável de ser aplicada. Diante disso, foi possível conceber um plano de ação feito através de ferramentas como o 5W2H e suas adaptações.

O próximo passo foi implementar o que foi planejado, comunicando os detalhes a quem estava envolvido, sempre mantendo o comprometimento das partes responsáveis para que fosse seguido o que se estabeleceu no cronograma e registrado os desvios ocorridos. É muito importante ter uma rotina de acompanhamento enquanto a execução do plano esteja sendo realizada.

O término da execução das ações permitiu que fosse iniciado as verificações dos resultados que foram obtidos. Esses foram comparados às metas estabelecidas classificando os ganhos em tangíveis e intangíveis. Em alguns casos podem ocorrer alguns efeitos colaterais, ou seja, um resultado diferente do esperado. Se for negativo tem que ser logo resolvido e se for positivo deve ser incorporado. Então, essa questão também foi analisada e todos os efeitos colaterais identificados foram tratados conforme sua classificação.

Com a verificação e comprovação do sucesso da solução do problema, deve-se padronizar essa solução para seja evitado recorrências e assim compartilhar com outras áreas com o intuito de poder solucionar o mesmo problema abordado que possa está acontecendo em áreas diferentes. Isso foi realizado no passo de padronização e replicação, garantindo dessa forma que o processo estivesse estável.



## **6 ESTUDO DE CASO**

### **6.1.1 Descrição do local de aplicação da Metodologia**

A Vale foi fundada em 1942 pelo então presidente da república brasileira Getúlio Vargas e é uma empresa que trabalha no ramo da mineração, com produção anual recorde de 366,5 mil toneladas métricas de minério de ferro em 2017. (VALE, 2018)

O minério de ferro é a matéria-prima essencial para a fabricação do aço, esse aço serve para a fabricação de automóveis, cadeiras, portões, entre outras coisas que nos cercam no ambiente onde vivemos

O minério da Vale é extraído através das minas e transportados até os portos para que assim seja encaminhado para o exterior. Na mina de Carajás, localizada no estado do Pará a 900 km de São Luís, o minério extraído segue através de vagões de trens até São Luís, onde a Vale está presente com a função de receber esse minério, estocá-lo, e encaminhá-lo para os navios que atracam no Porto Norte da Vale, para que assim seja escoado para os clientes que compram esse material, assim é formado o sistema Corredor Norte.

Dentro de todo esse processo de logística, existem máquinas que realizam o trabalho de transportar esse minério tanto para os pátios de estocagem da Vale, quanto para os navios onde será embarcado esse minério. A Vale utiliza, para transporte desse material, correias transportadoras e como esse transporte não pode parar são necessárias várias manutenções das mesmas e de seus componentes para garantir o descarregamento e embarque diário.

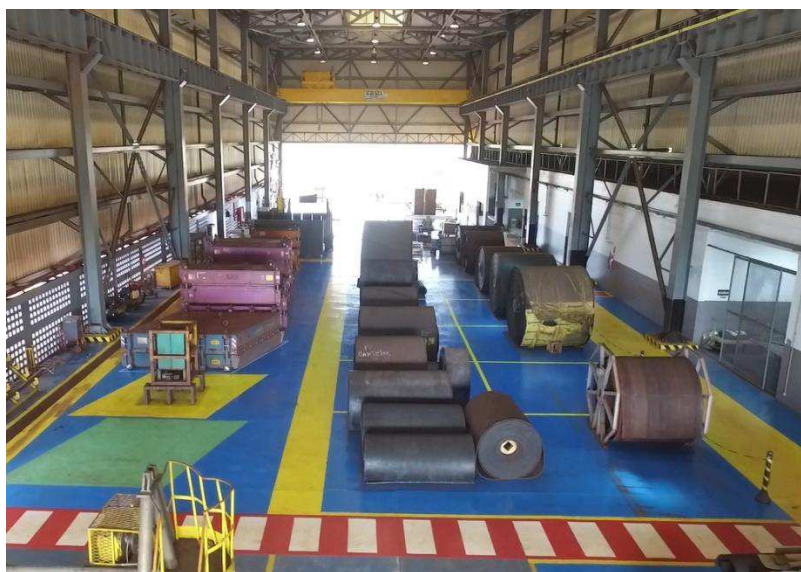
A Supervisão Execução Vulcanização da Gerência de Manutenção Descarregamento pertence a Diretoria do Porto Norte, localizada no Complexo Portuário Ponta da Madeira na cidade de São Luís -Maranhão e tem como finalidade executar todas as Ordens de Manutenção (OM) geradas pelo PCM – Plano de Controle de Manutenção para manter o funcionamento correto e coeso das correias transportadoras e tambores, sendo a equipe responsável pela execução de reparos e emendas das correias transportadoras, além da troca de revestimento dos tambores.

A Supervisão Execução Vulcanização da Gerência de Manutenção Descarregamento pertence a Diretoria do Porto Norte, localizada no Complexo Portuário Ponta da Madeira na cidade de São Luís -Maranhão que com outras diretorias compõem o Sistema Corredor Norte.

A responsabilidade dessa supervisão está em realizar as manutenções corretivas e preventivas das correias transportadoras e o revestimento de tambor em toda área da descarga. Atualmente possui um efetivo de 42 empregados e um estagiário, autor deste trabalho, que são responsáveis pela manutenção de aproximadamente 120km de correias transportadoras e 1324 tambores presentes em 186 ativos que compõem o Porto Norte. Os trabalhos realizados pela equipe de vulcanização são intensos e geralmente exaustivos. A maioria dos trabalhos realizados por essa equipe são efetuados em campo, mas alguns deles podem ser desenvolvidos dentro de uma oficina de vulcanização.

### **6.1.2 Acompanhamento das atividades da oficina de vulcanização**

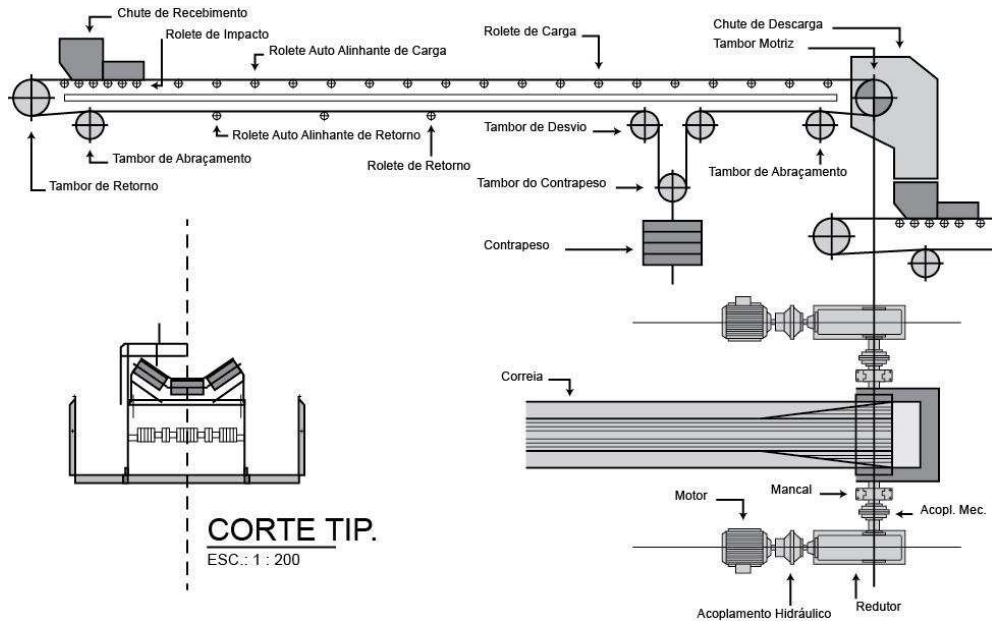
Na oficina de vulcanização (Figura 6-1), são executados trabalhos de preparação de correias transportadoras, preparação de materiais para reparos em correias, testes das prensas que são utilizadas na vulcanização, manutenção em tambores e também tem a função de estocar materiais sobressalentes para realização de manutenções das correias e dos tambores. Os vulcanizadores também realizam atividades fora da oficina, atuando em manutenção das correias nos seus próprios transportadores.



**Figura 6-1 Vista interna de uma oficina de vulcanização**

O transportador de correia é um conjunto de equipamentos mecânicos que possuem a função de transportar algum tipo de material através de um trecho fixo. Dependendo da necessidade e do material que esteja sendo transportado, o transportador de correia pode variar, tendo assim, trechos inclinados, na horizontal e vertical (PASSOS, 2011).

Esses transportadores estão dentro da classe de máquinas de elevação e transporte. A necessidade de transportar produtos em empresas de mineração, portos, ambientes industriais e comércio, fez com que esses equipamentos se difundissem para que assim as mesmas pudessem acompanhar a evolução da economia (PASSOS, 2011). A utilização desses transportadores apresenta consequências positivas na produtividade, na diminuição de esforços físicos e na qualidade de execução da atividade. A figura 6-2 apresenta os componentes mecânicos de um transportador de correia convencional.



**Figura 6-2 Componentes de transportador de correia (Senai, 2011)**

Importante ressaltar que a equipe de vulcanização só é responsável pela manutenção das correias transportadoras e das trocas de revestimento de tambor.

As correias transportadoras, figura 6-3, são uma solução utilizadas por muitas empresas para realização de transporte de materiais e produtos por uma longa distância. Esse tipo de transporte possibilita uma diminuição nos custos, além de diminuir as emissões de poluentes por substituir um grande número de caminhões que seriam necessários para realizar o transporte da mesma quantidade.



**Figura 6-3 Bobinas de Correias Transportadoras**

As correias são compostas por carcaça e cobertura, onde a carcaça é a parte de força e resistência que irá suportar as cargas, tensões e outros fatores envolvidos no transporte de materiais. A composição pode ser de cabo de aço ou de fibras têxteis (conhecidas como correias de lonas), como mostra a figura 6-4 e 6-5, respectivamente.

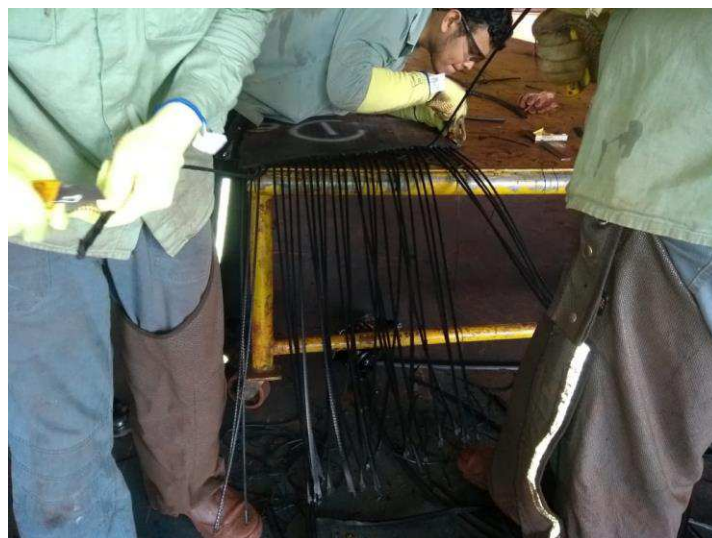


**Figura 6-4 Componentes básicos de uma correia de cabo de aço (Adaptado de Senai, 2011)**



**Figura 6-5 Componentes básicos de uma correia de lona (Adaptado de Senai, 2011)**

As correias de cabos de aço são mais utilizadas em situações onde a correia é submetida a alta tensão, aclives e longas distâncias. Sua preparação realizada na oficina para realização da vulcanização está apresentada na figura 6-6. As correias de lonas são mais utilizadas em sistemas de pequenas distâncias além de possuírem baixo custo em relação com a de cabo de aço.



**Figura 6-6 Preparação de uma correia de cabo de aço**

As correias são monitoradas antes e durante sua utilização, através de inspeções e realizações de medições da sua espessura, garantindo assim um melhor acompanhamento e planejamento de sua troca. Na figura 6-7, tem-se a realização da medição de espessura da correia na oficina antes da sua aplicação no transportador.



**Figura 6-7 Medição de espessura de correia antes da utilização**

A vulcanização é um processo de emenda que utiliza enxofre sobre aquecimento e catalisadores na borracha, aliados a ferramentas especiais, conhecimentos técnicos e ambiente limpo, tendo a umidade e temperatura controladas, objetivando adquirir resistência. O processo pode ser feito a quente ou a frio. Foi um processo descoberto acidentalmente por Charles Goodyear, que denominou assim esse processo em homenagem ao deus grego Vulcano (SELEME, 2015).

A emenda realizada a quente é feita por meio de prensas vulcanizadoras (Figura 6-8) já no processo a frio são utilizados produtos químicos para unir as partes das correias transportadoras. Nos dois casos, o tempo de reparo é maior que nas emendas mecânicas, sendo um tipo de emenda utilizado como solução de longo prazo em correias de cargas leves e que não exijam reparos constantes e ampliações. Na oficina as atividades relacionadas as prensas são apenas de testes para verificação de seu funcionamento antes de serem utilizadas na vulcanização das correias transportadoras, assim como também o seu armazenamento.



**Figura 6-8 Teste de prensa antes de utilização na realização da vulcanização**

Os tambores possuem grande importância na utilização das correias transportadoras pois são os elementos que irão garantir a potência, os desvios, as dobras e o retorno, como pode ser observado na figura 6-9, necessitando assim grande atenção em sua manutenção.

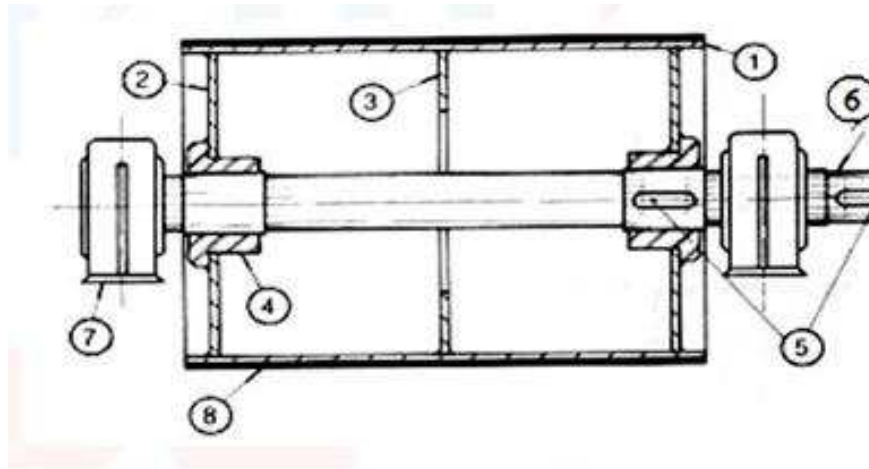


**Figura 6-9 Tambor sendo utilizado em um transportador de correia**

Os principais componentes do tambor, ilustrados na figura 6-10, são:

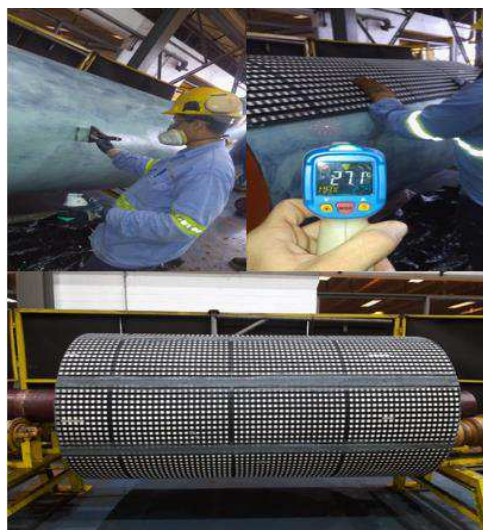
1. Corpo;
2. Discos laterais;
3. Discos centrais;
4. Cubos;

5. Elementos de transmissão de torque (chavetas);
6. Eixo;
7. Mancais;
8. Revestimento.



**Figura 6-10 Componentes de um tambor (Adaptado de Lima, Rafael, 1998)**

Na oficina são realizadas somente manutenções relacionadas com a troca dos seus revestimentos, efetuando a retirada do revestimento antigo e colocando um novo para que o mesmo possa voltar a ser utilizado sem prejudicar a correia. A figura 6-11, apresenta os vulcanizadores realizando a aplicação das placas do novo revestimento. Os vulcanizadores precisam arrancar as placas antigas, lixar e preparar a superfície para recebimento da cola, sempre fazendo acompanhamentos de temperatura e ambiente requisitados pelo fabricante para que assim possam ser coladas as novas placas de revestimento.



**Figura 6-11 - Aplicação de revestimento no tambor**



### 6.1.3 Envolvimento com um grupo de CCQ

#### 6.1.3.1 Grupo de CCQ – Equipe *The Best In The Gaps*

Conforme Neto (2017), um grupo de CCQ tem a função de identificar problemas nas atividades realizadas pelo mesmo dentro da organização, visto que os integrantes do grupo são os próprios colaboradores da supervisão. Após a identificação dos problemas o grupo visa eliminá-los para que seja alcançado uma maneira de trabalhar de modo mais produtivo, seguro e com menos desperdícios.

A oficina de vulcanização se localiza na Supervisão Execução Vulcanização da Gerência da Descarregamento e assim, como as demais supervisões tem seu grupo de melhoria contínua, onde tem como foco solucionar problemas recorrentes em sua área de atuação.

A Equipe *The Best In The Gaps* é formada por 7 integrantes, onde o autor deste trabalho foi convidado a acompanhar e auxiliar no trabalho desenvolvido ao longo do ano de 2017 para ser apresentado no VIII Simpósio de Melhoria Contínua da Manutenção Descarregamento. Esta equipe se baseia através da Gestão Estratégica de Resultados e com isso definiu sua missão e visão.

- Missão: Aumentar a produtividade das equipes de manutenção, reduzindo os desperdícios através da análise dos eventos que impactam na produção, segurança e meio ambiente do Porto Norte.
- Visão: Ser o grupo destaque em CCQ do Corredor Norte, reconhecido pelas melhorias implantadas e ter resultados alcançados refletidos na produção, segurança e meio ambiente.

O grupo desenvolve projetos a partir da metodologia PDCA que podem ser voltados para qualquer uma das categorias que o Simpósio oferece para a disputa, podendo ser em Saúde e Segurança ou Geral, como o próprio nome sugere, além da saúde segurança, efeitos em produtividade, custos e qualidade são levados em consideração na apresentação. Ou seja, dependendo da análise do problema escolhido e do projeto a ser realizado a equipe decide em qual categoria irá apresentar. A partir desse momento, quando o grupo for citado, também estará entendido que o autor deste trabalho está envolvido no mesmo.

## **6.1.4 Aplicação da metodologia PDCA**

### **6.1.4.1 Seleção do Problema**

A primeira etapa da metodologia PDCA esclarece que o problema precisa ser priorizado. Para isso, é necessário realizar a seleção do problema através daqueles que são conhecidos e listados pela equipe.

Os problemas foram listados através da realização de um Brainstorming que já havia sido realizado desde o trabalho de 2016 e por opção do grupo os problemas listados naquele ano deverão ser todos resolvidos pela equipe. Como foi citado anteriormente, o Brainstorming pode ser realizado de duas maneiras, caracterizando-o dessa forma em estruturado ou não estruturado. O grupo comunicou que foi optado a utilização do estruturado, onde realizou rodadas dentro de dez minutos para cada membro citar um problema, liderados pelo próprio Líder da equipe. Dos problemas levantados, a equipe fez uma revisão e descartou aqueles que eram duplicatas e pouco influentes, assim os selecionados foram:

- Dificuldade de Manutenção em Correia Transportadoras dos TR's na lança das EP's.
- Armazenar e transportar adequadamente resíduos de correias originadas nas trocas programadas
- Problema na retirada dos cavaletes
- Improdutividade da mão de obra na atividade de lixamento de tambor

Com os problemas selecionados, o grupo precisou decidir qual problema priorizar. Para isso, foi utilizado a Matriz GUT, onde esses problemas serão classificados em função da gravidade, urgência e tendência através das notas 1, 3 e 5 conforme explicado anteriormente. A quadro 6-1, apresenta resultado da aplicação dessa ferramenta que apresentou o “Problema na retirada dos cavaletes” como a complicação que deve ser priorizada, devido sua maior pontuação.

**Quadro 6-1 Montagem da matriz GUT**

Problemas	Gravidade	Urgência	Tendência	Total
Problema na retirada dos cavaletes.	5	5	5	125
Armazenar e transportar adequadamente resíduos de correias originadas nas trocas programadas.	5	1	1	5
Dificuldade de manutenção em correia transportadora dos transportadores das lanças das empilhadeiras.	3	3	3	27
Improdutividade da mão de obra na atividade de lixamento de tambor.	5	5	3	100

Esse problema já foi solucionado no trabalho realizado pela equipe no ano de 2016, assim foi selecionado através da segunda maior pontuação o próximo problema a ser resolvido. Por consequência, o problema priorizado se tornou a “Improdutividade da mão de obra na atividade de lixamento de tambor”.

Com o problema priorizado em mãos foi realizada uma pesquisa no portal de Boas Práticas da Vale, com o intuito de buscar se em algum lugar do Brasil ou do mundo onde a vale atua, já havia sido feito algum trabalho semelhante e que pudesse solucionar o problema. Mas a pesquisa feita constatou que não havia nada que pudesse atender às necessidades do grupo naquele momento. Então foi dado continuidade no trabalho, levando-se em consideração alguns valores da organização, como:

- A vida em primeiro lugar;
- Valorizar quem faz a nossa empresa;
- Crescer e evoluir juntos;
- Fazer acontecer.

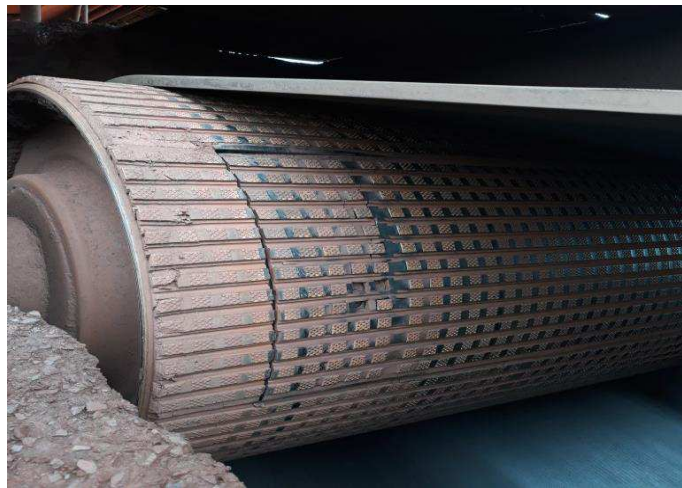
#### **6.1.4.2 Compreendendo a situação atual**

Importante ressaltar que os tambores, após o período de vida útil de seu revestimento ou devido avarias no mesmo que podem prejudicar a performance e consequentemente gerar danos na correia, faz-se necessário a troca do mesmo, que é dado pela retirada de suas placas de

borracha para dar início ao lixamento para receber uma nova camada de revestimento e durar mais um período. A figura 6-12 e 6-13, apresenta um tambor recém revestido e um com o revestimento desgastado, respectivamente.



**Figura 6-12 Tambor recém revestido**



**Figura 6-13 Tambor com revestimento desgastado**

A equipe de vulcanização é responsável pela troca do revestimento do tambor, garantindo desse modo que o mesmo possa está apto para a sua atividade. Para a realização dessa tarefa são necessárias as atividades listadas abaixo de preparação da superfície para o recebimento do novo revestimento.

1. Retirada do revestimento antigo;
2. Lixamento da superfície do tambor;
3. Aplicação de cola na superfície e nas placas de revestimento;

#### 4. Adesivagem das placas de revestimento;

A OM (Ordem de Manutenção) para troca de revestimento de tambor exige 4 funcionários para a realização da mesma. E foi observado que 3 das 4 atividades listadas anteriormente são grandes responsáveis pelo baixo aproveitamento dos H.h, principalmente a atividade de lixamento de tambor, afetando desse modo a produtividade. Além disso são atividades com riscos altos para os executantes.

O processo de lixamento é realizado manualmente pelos próprios funcionários. No caso de tambores grandes (>1000 mm de diâmetro) são utilizados 4 funcionários que revezavam entre si, ou seja, dois lixam e os outros dois ficam na espera (*stand by*) descansando, conforme figura 6-14, para que desse modo seja evitado uma sobrecarga nos vulcanizadores. Os dois que estão em *stand by*, a cada intervalo de tempo, precisam também realizar o giro do tambor, onde se faz necessário parar o lixamento para efetuar esse giro com uma espécie de alavanca, como pode ser visto na figura 6-15. A troca acontece a cada 15 minutos e o processo de lixamento possui diferentes tempos de duração que são proporcionais ao diâmetro do tambor, ou seja, quanto maior forem os tambores maior será o tempo para lixar.

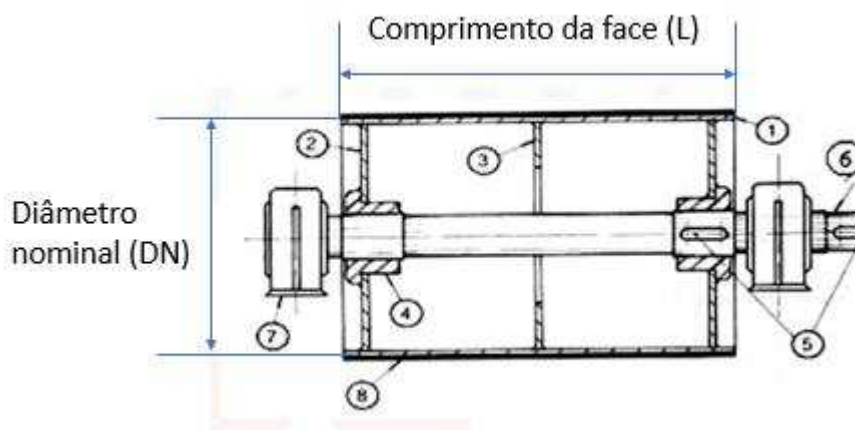


**Figura 6-14 Vulcanizadores necessários na atividade de lixamento**



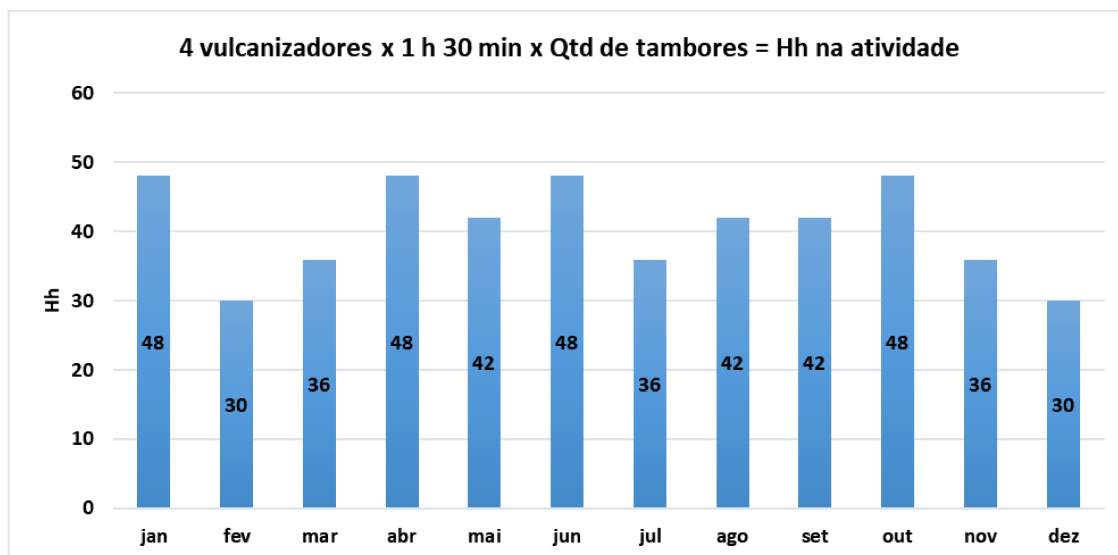
**Figura 6-15 Vulcanizadores utilizando dispositivo para efetuar o giro do tambor**

Os dados utilizados para a elaboração desse trabalho são referentes ao lixamento de um tambor de diâmetro nominal de 1000 mm e comprimento de face de 2100 mm, de acordo com a figura 6-16, visto que são os mais utilizados. A partir daqui esse tipo de tambor será nomeado apenas de tambor de 1000 mm. Todos os estudos realizados daqui para frente foram baseados em função da OM para esse tipo de tambor, onde a mesma estabelece um tempo máximo para os 4 executantes de 1 h 30 min para a realização do lixamento.



**Figura 6-16 Parâmetros de medidas dos tambores (Adaptado de Lima, Rafael, 1998)**

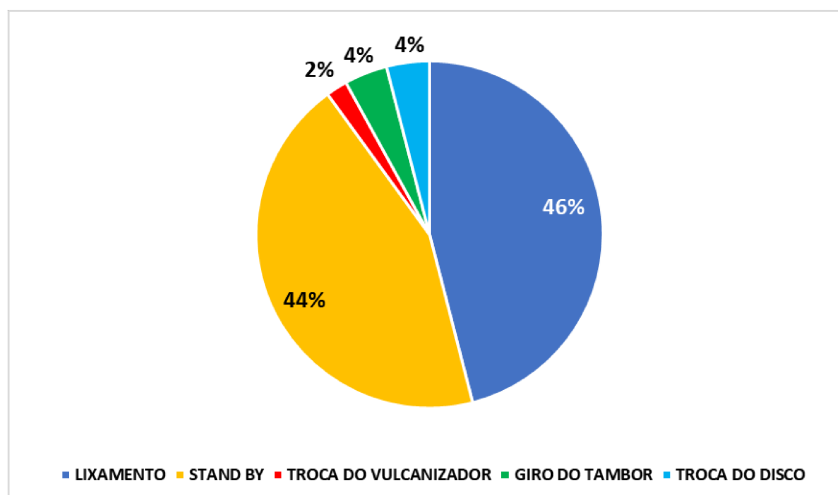
A partir disso, foi buscado os tambores de 1000 mm que foram mantidos em 2016 e elaborado um histórico de Hh (Homem-hora) de 2016 sobre lixamento de tambor, apresentado na figura 6-17.



**Figura 6-17 Gráfico do Histórico de Hh apropriados em 2016 na atividade de lixamento de tambor**

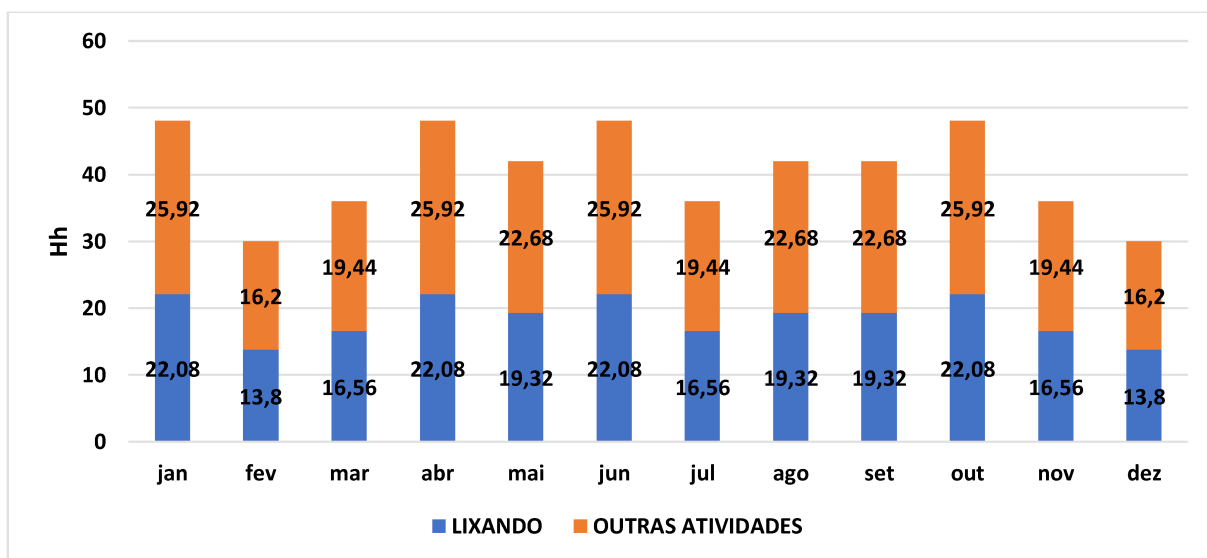
O histórico elaborado apresentou que, só para a atividade de lixamento, foram apropriados 486 Hh no ano de 2016. Então, o grupo realizou uma análise sobre a apropriação dessa mão obra e foi estudado as atividades realizadas pela mesma durante o lixamento de tambor para que fosse possível observar como estaria o aproveitamento desse Hh disponível.

Durante o lixamento, 1 vulcanizador realiza 4 atividades além do próprio lixamento que seriam: Stand by (Tempo de descanso), troca do vulcanizador que está lixando, giro do tambor (Feito manualmente com uma espécie de alavanca) e troca do disco da lixadeira devido seu desgaste. Foram analisados 5 lixamentos de tambor de 1000 mm, onde essas atividades foram cronometradas e partir das médias tiradas de cada atividade, foi realizada uma análise com o tempo total do lixamento, como pode ser observado no gráfico da figura 6-18.



**Figura 6-18 Gráfico de Análise das atividades realizadas por 1 vulcanizador durante o tempo do lixamento de tambor**

Essa análise demonstra que cada vulcanizador lixa em média 46% do tempo destinado a atividade, ou seja, em 1 h e 30 min ele só lixa 42 minutos. Com base nesse resultado o histórico de 2016 da figura 6-17 foi novamente analisado e foi possível observar que das 486 Hh, foram utilizadas no lixamento em si um total de apenas 223,5 Hh, como apresentado na figura 6-19.



**Figura 6-19 Análise de Hh na atividade de lixamento em 2016**

A atividade de lixamento de tambor, além desse desperdício mostrado, apresenta ainda grandes riscos aos executantes, sendo uma das atividades mais desgastantes executadas pelos vulcanizadores segundo relatos dos próprios. Buscando quantificar esse problema, inicialmente



foi realizado um estudo de vibração na esmerilhadeira com base na ISO 5349, conforme mostra a figura 6-20.



**Figura 6-20** Captação da vibração da esmerilhadeira

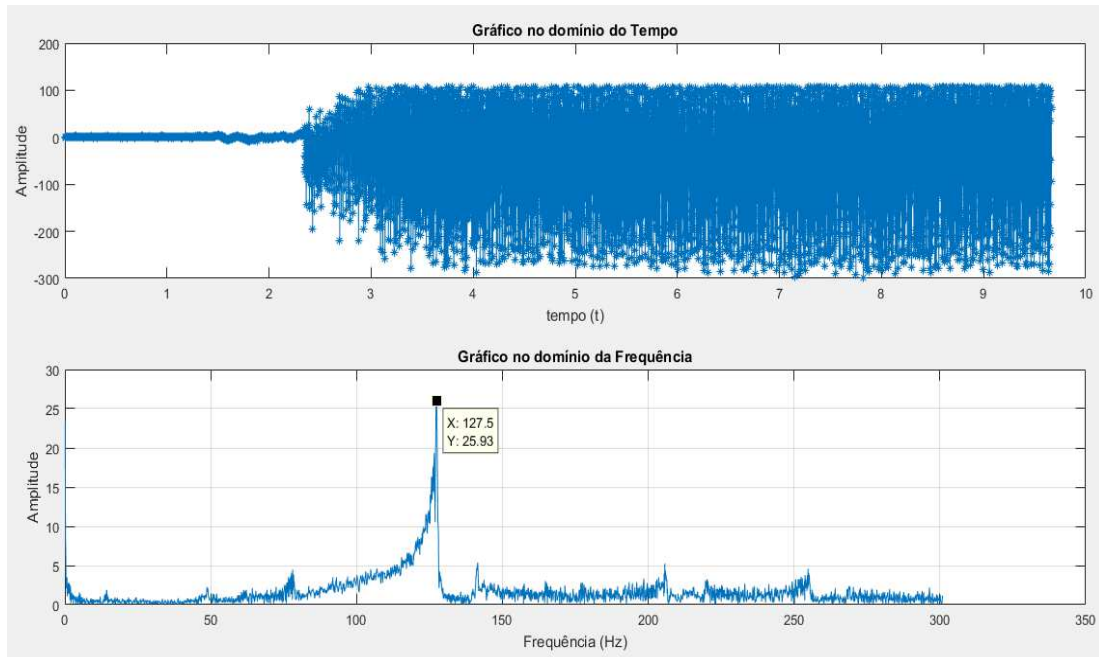
A esmerilhadeira utilizada é do tipo Angular Professional GWS 26-180 da Bosch. Os dados técnicos da mesma que foram retirados do seu manual estão na figura 6-21.

Esmerilhadeira Angular Professional	GWS ...	24-180	24-230	26-180	26-230	
Nº do produto	3 601...	HA3 0..	HA4 0..	HA5 0..	HA6 0..	
Potência nominal consumida	[W]	2400	2400	2600	2200	
Consumo	127 V	[A]	19,9	19,9	20	20
	220 V	[A]	11,5	11,5	11,9	11,9
Número de rotações nominal	[/min]	8500	6500	8500	6500	
máx. diâmetro do disco	Desbaste/corte	[mm]	180 (7")	230 (9")	180 (7")	230 (9")
	Escova de fios de aço	[mm]	-	125 (5")	-	125 (5")
Rosca do eixo de trabalho *	-	M 14 x 2	M 14 x 2	M 14 x 2	M 14 x 2	
máx. comprimento da rosca do eixo de trabalho	[mm]	25	25	25	25	
Interruptor sem travamento	-	Não	Não	Não	Não	
Peso conforme EPTA-Procedure 01/2003	[kg]	5,2	5,4	5,8	5,9	
Classe de proteção	-	□ /II	□ /II	□ /II	□ /II	

**Figura 6-21** Dados técnicos da Esmerilhadeira (Adaptado de Bosch, 2010)

Para esse estudo foi utilizado um sistema de captação de vibração composto por arduíno e acelerômetro, onde foi possível captar em qual seria a frequência e amplitude de aceleração que a esmerilhadeira transmite para as mãos de quem a utiliza. O resultado desse estudo está na

figura 6-22, onde é possível observar que a frequência da lixadeira em sua máxima rotação é de 127,5 Hz com uma amplitude de aceleração de 2,45 m/s<sup>2</sup>.



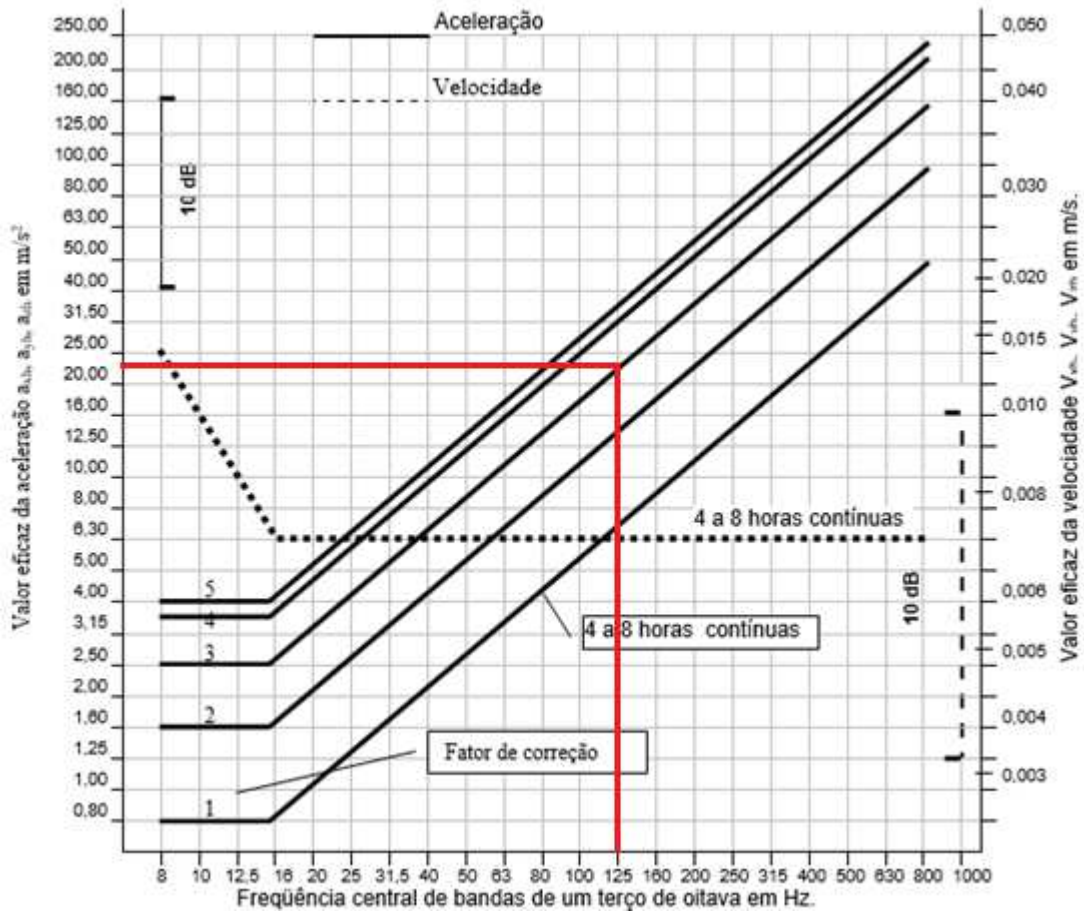
**Figura 6-22** Vibração captada da esmerilhadeira no domínio do tempo e da frequência

Segundo a ISO 5349, essa frequência com essa aceleração, está dentro do limite máximo permitido, considerando na pior das hipóteses que a preparação de tambores fosse uma atividade diária do vulcanizador, o que não é verídico. Pois, levando-se em consideração essa hipótese, o tempo de exposição a essa vibração seria de 1 a 2 horas diárias, com interrupções de 15 a 20 minutos. Essa situação, segundo a norma fornece um fator de correção 3, como mostra a figura 6-23.

Tempo de exposição durante o turno diário	Ininterrupta ou sem interrupções regulares	Regularmente interrompida				
		Duração do intervalo de tempo periódico sem exposição à vibração [minutos por horas de trabalho]				
		Até 10	Entre 10 e 20	Entre 20 e 30	Entre 30 e 40	Mais que 40
Até 30 min.	5	5	--	--	--	--
Mais que 30 min. até 1 h.	4	4	--	--	--	--
Mais que 1 h até 2 h.	3	3	3	4	5	5
Mais que 2 h até 4 h.	2	2	2	3	4	5
Mais que 4 h até 8 h.	1	1	1	2	3	4

**Figura 6-23 Fatores de correção (Adaptado de ISO 5349, 2001)**

Utilizando o fator de correção 3, a amplitude máxima permitida será alterada. A figura 6-24, demonstra o gráfico para os limites de exposição e com isso é possível concluir que a aceleração encontrada de  $2,45 \text{ m/s}^2$  para a frequência de 127,5 Hz, quando comparada com a frequência de 125 Hz, que é a mais próxima no gráfico, está bem abaixo da aceleração máxima permitida que está próxima de  $20 \text{ m/s}^2$ .



**Figura 6-24 Limites de exposição a vibração (Adaptado de ISO 5349, 2001)**

Apesar dos estudos comprovarem que a exposição a vibração da esmerilhadeira estava dentro dos limites estabelecida pela Norma, todos os vulcanizadores relataram que causava desconforto ainda mais quando essa vibração era atrelada ao peso da esmerilhadeira de 5,8 kg e a necessidade de se realizar movimentos repetidos para lixar toda a superfície do tambor. Além disso, existe o esforço físico necessário no uso de uma espécie de alavanca para realizar o giro do tambor. Diante disso, foi montado uma matriz de risco dessa atividade juntamente com a equipe de ergonomia e segurança da organização com base na ISO 31000 e na Norma de Planejamento, Desenvolvimento e Gestão NFN-0001 que fornece o modelo apresentado na figura 6-25, para a montagem da matriz de risco.

MATRIZ DE RISCOS		MATRIZ DE RISCOS					
		PESOS	2	3	5	9	13
SEVERIDADE	PESOS		RARO	POUCO PROVÁVEL	OCASIONAL	PROVÁVEL	FREQUENTE
	32	CATASTRÓFICA	64	96	160	288	416
	16	CRÍTICA	32	48	80	144	208
	8	GRAVE	16	24	40	72	104
	4	MODERADA	8	12	20	36	52
	2	LEVE	4	6	10	18	26

LEGENDA - RISCOS	
MUITO ALTO	Risco $\geq$ 144
ALTO	$104 \geq$ Risco $\geq$ 72
MÉDIO	$64 \geq$ Risco $\geq$ 26
BAIXO	Risco $\leq$ 24

Figura 6-25 Modelo para montagem de Matriz de Risco (Adaptado de NFN-0001, 2017)

A partir do modelo fornecido pela norma, a matriz de risco foi montada, e os risco das atividades ficaram classificados entre Médio e Muito alto, como mostra a quadro 6-2.

Quadro 6-2 Matriz de Risco da atividade de lixamento

SITUAÇÃO DE RISCO	RISCO	CLASSIFICAÇÃO
Durante o uso da lixadeira o executante está sujeito a alta vibração gerada pela mesma.	Fadiga muscular/Lesão osteomuscular e neural/Comprometimento do sistema circulatório dos membros superiores Frequente execução de movimentos repetitivos - Sobrecarga muscular dinâmica (risco Ergonômico)	36 - Médio
Devido a fadiga por peso, os funcionários podem realizar movimentos indesejáveis, colocando em risco sua saúde.	Corte de membros lesão em membros superiores	144 – Muito Alto
Ferramenta de giro não se acomoda adequadamente no tambor.	Exigência de esforço físico intenso - Sobrecarga muscular dinâmica e Exigência de posturas incômodas por longos períodos - Sobrecarga muscular estática (risco Ergonômico)	80 - Alto
Esforço físico ao exercer o giro do tambor.	Acidente com projeção da ferramenta	80 - Alto

Com esses dados em mãos o grupo montou seu cronograma para a solução do problema, como pode ser visto na figura 6-26, dando continuidade na metodologia do PDCA.

ETAPAS	ATIVIDADES	2017																																			
		FEV				MAR				ABR				MAI				JUN				JUL				AGO				SET				OUT			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	SELEÇÃO DO PROBLEMA	PROGRAMADO	█	█	█	█																															
		EXECUTADO	█	█	█	█																															
2	COMPREENDENDO A SITUAÇÃO	PROGRAMADO				█	█																														
		EXECUTADO				█	█																														
3	DEFINIÇÃO DE META	PROGRAMADO						█	█																												
		EXECUTADO						█	█																												
4	COMPROVAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA	PROGRAMADO						█	█																												
		EXECUTADO						█	█																												
5	PLANO DE AÇÃO	PROGRAMADO								█	█	█	█																								
		EXECUTADO								█	█	█	█																								
6	AÇÃO	PROGRAMADO								█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					
		EXECUTADO								█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					
7	VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS E GANHOS OBTIDOS	PROGRAMADO																		█	█	█	█														
		EXECUTADO																		█	█	█	█														
8	VALIDAÇÃO	PROGRAMADO																						█	█	█	█										
		EXECUTADO																		█	█	█	█														
9	PADRONIZAÇÃO E ESTABELECIMENTO DE CONTROLES	PROGRAMADO																														█	█				
		EXECUTADO																														█	█				

Figura 6-26 Cronograma de execução da metodologia PDCA

Para melhor compreensão do problema, o grupo montou o quadro da figura 6-27.



**O que é o problema?**  
Improdutividade da mão de obra na atividade de lixamento de tambor.



**Onde ocorre o problema?**  
Em todos os tambores programados para serem revestidos na oficina de vulcanização.



**Com quem ocorre?**  
Com todos os vulcanizadores.



**Por que ocorre?**  
Devido os 4 vulcanizadores não poderem lixar ao mesmo tempo.

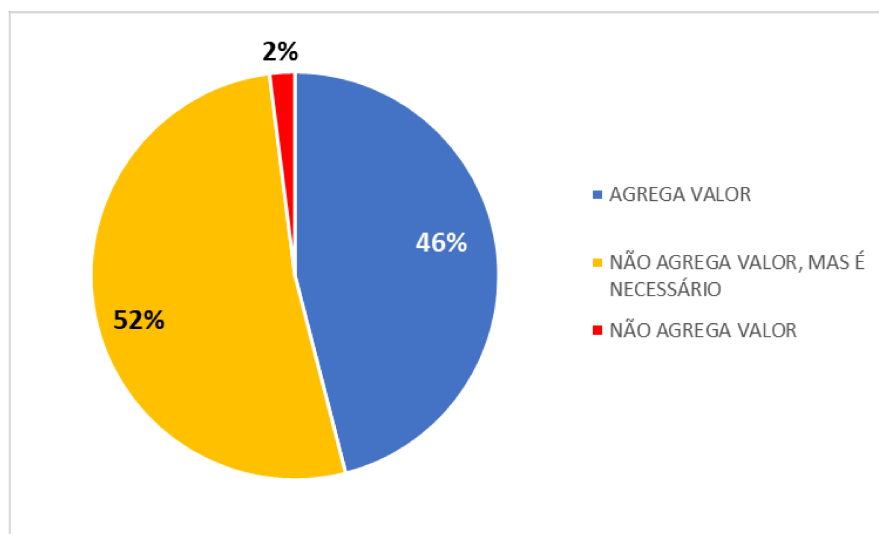
Figura 6-27 Quadro para compreensão do problema

### 6.1.4.3 Definição de meta

A meta do grupo foi definida em cima das análises sobre produtividade e de segurança apresentadas anteriormente. Foi utilizado o QCAMS para listar quais seriam os ganhos previstos com esse projeto, então o grupo definiu assim:

- Q (Qualidade): Aumento de produtividade e redução no Backlog nessa atividade;
- C (Custo): Otimização do Hh;
- A (Atendimento): Aumento de qualidade na atividade;
- M (Moral): Qualidade na coleta de resíduos;
- S (Segurança): Diminuição da exposição dos executantes no uso da lixadeira e do esforço físico.

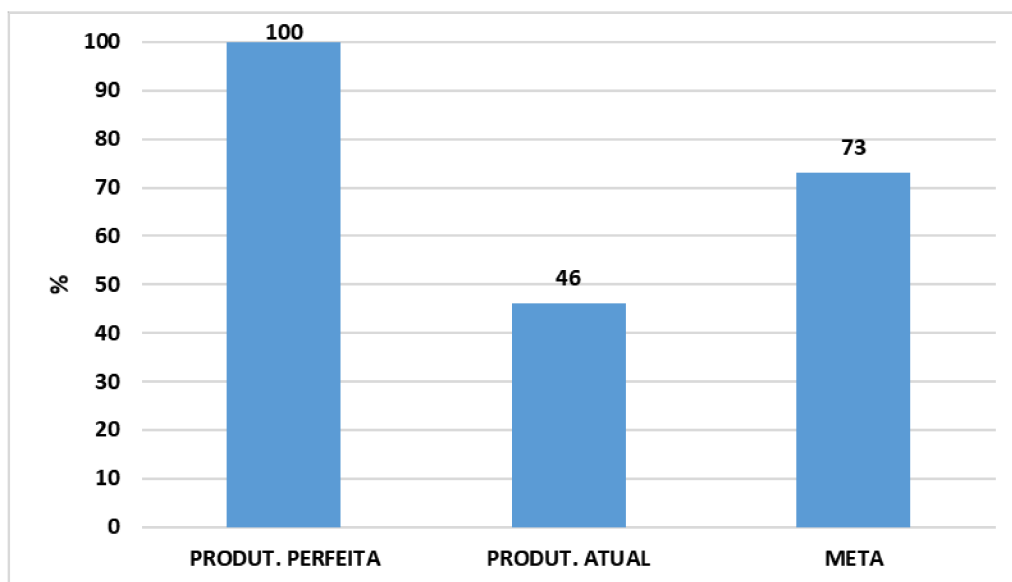
Com os ganhos previstos definidos, foi feita uma análise de desperdícios, juntamente com a equipe de qualidade da organização, em cima das atividades realizadas pelo vulcanizador durante o lixamento de tambor e foi observado que somente 46% do tempo o vulcanizador está executando atividade que realmente agrega valor (lixamento), 52% em atividades que não agregam valor, mas são necessárias (*Stand by*, Troca do disco da lixadeira e girar o tambor) e 2% em atividades que não agregam valores (Tempo para troca dos executantes), como pode ser observado no gráfico da figura 6-28.



**Figura 6-28 Gráfico de Análise de Desperdícios**

A partir desse resultado, foi utilizado o método da lacuna para se definir uma meta, onde esse método estabelece a meta a partir da metade do valor da diferença entre a situação atual e

o valor de referência, acrescida da situação atual. O grupo definiu como valor de referência o que seria uma produtividade perfeita, ou seja, possuir 100% do aproveitamento do Hh em atividades que agregam valores. O método da lacuna então foi realizado (Figura 6-29), onde, a metade da diferença entre a produtividade perfeita e a produtividade atual foi de 27, que acrescido ao 46 chegou-se a valor de 73. Desse modo, foi estabelecido a meta: Aumentar a produtividade do executante em que agrega valor no lixamento de tambor para 73% e reduzir a classificação de risco para baixo até 15/10/2017.



**Figura 6-29 Método da Lacuna para definição de meta**

#### **6.1.4.4 Comprovação das causas do problema**

Na fase de comprovação das causas o grupo se reuniu e realizou um novo Brainstorming, para que fosse possível juntar todas as possíveis causas e assim determinar qual seria a causa raiz do problema de baixa produtividade da mão de obra na atividade de lixamento. Os problemas foram listados e assim ficaram para a análise 5 possíveis causas:

1. Necessário Troca do disco da lixadeira;
2. Parar o lixamento do tambor;
3. Fadiga na atividade;
4. Espaço insuficiente;



5. Procedimento inadequado.

Em posse das possíveis causas, o grupo utilizou o Diagrama de Causa e Efeito, onde na classificação dessas causas, dos 6M, foram referenciados apenas 3M: Máquina, Método e Mão de obra, conforme a figura 6-30.



**Figura 6-30 Diagrama de Causa e Efeito – Improdutividade da mão de obra na atividade de lixamento de tambor**

A partir disso, para cada causa foi feita uma análise de influência, quadro 6-3, para que fossem eliminadas aquelas que não interferiam realmente no problema. Essa análise também permitirá que o Diagrama de Causa e Efeito seja “enxugado”, facilitando a busca pela causa raiz.

**Quadro 6-3 Análise de Influência**

CAUSA PROVÁVEL	INFLUENTE	JUSTIFICATIVA
Não tem espaço para todos lixarem ao mesmo tempo.	NÃO	Mesmo se houvesse espaço, não seria recomendado pela segurança 2 pessoas lixando próximas uma da outra.
Parar o lixamento para efetuar o giro.	SIM	É necessário parar o lixamento para que os outros 2 operadores em <i>stand by</i> se aproximem e façam o giro do tambor com uma espécie de alavanca.
Procedimento inadequado.	NÃO	Todos os procedimentos são cumpridos pelos operadores visto que eles são elaborados baseando-se nas técnicas de manutenção e objetivando saúde e segurança dos trabalhadores.
Fadiga na atividade.	SIM	O operador tem que carregar a lixadeira em funcionamento e realizar movimentos repetidos acelerando a fadiga muscular do mesmo levando-o a não ter condições de lixar o tambor por mais de 30 minutos.
Necessário a troca do disco.	NÃO	É uma atividade que não agrega valor, mas é necessária visto que são grandes superfícies e o desgaste do disco é inevitável.

Com a utilização da matriz foi possível justificar que somente duas causas seriam influentes: Parar o lixamento do tambor para efetuar o giro e Fadiga na atividade. Então, pelo Diagrama de Causa e Efeito da figura 6.30, foi possível observar que agora somente são considerados 2M: Máquina e Mão de obra. Com base nesse aspecto, essas duas causas serão analisadas com a utilização da ferramenta do Porquês, conforme quadro 6-4 e 6-5.

**Quadro 6-4 Técnica dos porquês – Parar o lixamento do tambor**

POR QUÊ?	MOTIVO
Parar o lixamento do tambor para efetuar o giro.	Para que os outros dois vulcanizadores possam realizar o giro em segurança.
Para que os outros dois vulcanizadores possam realizar o giro em segurança.	Por que utilizam um dispositivo em forma de alavanca que necessita se aproximar do tambor.
Por que utilizam um dispositivo em forma de alavanca que necessita se aproximar do tambor.	Por que não há um dispositivo que faça o giro automático.

**Quadro 6-5 Técnica dos Porquês - Fadiga na atividade**

POR QUÊ?	MOTIVO
Fadiga na atividade.	Porque a posição é inadequada para realizar a atividade.
Porque a posição é inadequada para realizar a atividade.	Por que necessita carregar a lixadeira e realizar movimentos repetidos.
Por que necessita carregar a lixadeira e realizar movimentos repetidos.	Por que não há um mecanismo que retire o vulcanizador da exposição do lixamento.

A técnica dos porquês forneceu o motivo de cada causa, assim o grupo conseguiu avaliar e verificar que a ligação entre os dois motivos encontrados seria a causa raiz do problema, como está apresentado no quadro 6-6.

**Quadro 6-6 Causa Raiz do problema**

MOTIVO	CAUSA RAIZ
Por que não há um dispositivo que faça o giro automático.	FALTA DE UM MECANISMO QUE FAÇA O LIXAMENTO E O GIRO DO TAMBOR DE FORMA SICROZINADA
Por que não há um mecanismo que retire o vulcanizador da exposição do lixamento.	

#### 6.1.4.5 Desenvolvimento de contramedidas

Com a descoberta da causa raiz, o grupo realizou novamente um Brainstorming para que fossem listadas possíveis soluções. Com isso, o grupo propôs somente 3 possíveis soluções:

1. Utilização do torno mecânico;
2. Comprar uma máquina que possa fazer esse tipo de atividade;
3. Desenvolver um dispositivo que automatize o lixamento e giro do tambor.

As possíveis soluções foram analisadas individualmente para verificação de viabilidade, exibida no quadro 6-7.

**Quadro 6-7 Análise de viabilidade**

POSSÍVEL SOLUÇÃO	VIÁVEL	JUSTIFICATIVA
Utilização do torno mecânico	NÃO	Utilizar torno mecânico não é viável devido o mesmo não produzir a rugosidade necessária de 60 micras estipulada pela norma DIN EN ISO 8503 2.
Comprar uma máquina que possa fazer esse tipo de atividade	NÃO	Não existe uma máquina no mercado que realize essa atividade.
Desenvolver um dispositivo que automatize o lixamento e giro do tambor	SIM	O dispositivo pode ser pensado e desenvolvido de modo que atenda a todas necessidades.

A solução analisada mais viável foi de desenvolver um dispositivo que automatize o lixamento e o giro do tambor. Logo, para a comprovação dessa viabilidade, essa solução foi analisada em 5 quesitos, apresentados no quadro 6-8.

**Quadro 6-8 Comprovação da viabilidade da solução**

TÉCNICA	O dispositivo será projetado para utilizar a mesma lixadeira utilizada pelos operadores, de modo que realize o desgaste de toda a superfície do tambor.
POLÍTICA	A melhoria segue os dois primeiros valores de nossa empresa: A vida em primeiro lugar e valorizar quem faz a nossa empresa.
AMBIENTAL	Será feito em sua maioria com materiais reaproveitados.
ECONOMIA	Como será fabricado de modo que utilize a maior quantidade de materiais reaproveitados possíveis terá um baixo custo de fabricação.
SEGURANÇA	Com a automação de Duas atividades o dispositivo pode eliminar a exposição aos riscos.
CONTINUIDADE	Essa melhoria poderá ser replicada para outros locais que realizem essas atividades.

Com a causa raiz e solução definidas o grupo iniciou a montagem de seu plano de ação, visando desenvolver o projeto de modo que cada integrante tivesse um papel definido de acordo com suas respectivas habilidades e funções, sempre dentro dos padrões e normas que a organização exige. Então, foi utilizado a ferramenta do 5W1H, onde foram definidas as ações, o modo como seriam executadas, os responsáveis, os prazos e o local, apresentado na figura 6-31. Permitindo ao grupo uma melhor gestão da proposta de projeto idealizada pelo grupo.

5W1H					
O que?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?	Por que?
Planejar o equipamento	Antonio, Arineia, Pedro, Marcio, Joao, Renato e Michael	03/02/2017	Oficina de Vulcanização	Reunião para acerto do projeto	Para que o dispositivo atenda a todas as necessidades
Planejar OM para fabricação do dispositivo	Arineia Jesus	10/03/2017	SAP	Usando sistema de manutenção	Para que se tenha uma OM só para fabricação
Preparar desenho técnico	Danuey Silva	10/03/2017	SOLIDWORKS	Elaborando desenho em CAD	Para que o dispositivo possa ser fabricado e o projeto documentado
Validar o desenho técnico pela equipe	Arineia Jesus	17/03/2017	POWER POINT	Através de DSS coletivo	Para que toda equipe conheça o dispositivo
Abri OM para fabricação	Abri OM para fabricação	18/03/2017	SAP	Usando sistema de manutenção	Para que a equipe possa fabricar o dispositivo
Programar atividade	Marcio Silva	20/03/2017	Oficina de Vulcanização	Disponibilizando mão de obra	Para que a mão de obra na fabricação não seja comprometida
Fabricar o dispositivo	Pedro Silva, Antonio Oliveira, Alexsandro Furtado e Renato Moraes	14/04/17 a 28/07/17	Oficina de Vulcanização	Utilizando materiais sobressalentes da oficina	Para que o dispositivo possa ser testado
Testar o dispositivo	Renato Moraes, João Silva e Antônio Oliveira	05/08/2017	Oficina de Vulcanização	Utilizando o tambor padrão para ser lixado	Para se obter dados do dispositivo.

**Figura 6-31 Plano de ação 5W1H**

#### 6.1.4.6 Implementação do Plano de Ação

Inicialmente o grupo elaborou a gestão de mudança, de acordo com as exigências da organização, explicando como era a situação atual da atividade e qual seria a proposta de mudança. Com a aprovação deu-se início a execução do projeto através da abertura de uma OM para o projeto e fabricação do dispositivo.

Importante ressaltar que o trabalho aqui apresentado se refere a aplicação da metodologia PDCA, então detalhes sobre o projeto do dispositivo serão bem superficiais, visto que o projeto é bastante complexo e demandaria um trabalho só para isso, além de ainda não poder ser divulgado.

Com a OM em mãos inicialmente o grupo idealizou como seria o dispositivo de modo que ele pudesse fazer o lixamento e o giro do tambor atender a todos os tamanhos e pesos dos tambores. Então, o dispositivo foi idealizado e desenhado em ferramenta de CAD de modo que fosse ajustável, visto que os tambores variam tanto no comprimento como no diâmetro. O autor





**Figura 6-34 Etapa de montagem da automação do dispositivo**



**Figura 6-35 Dispositivo fabricado e pronto para uso**

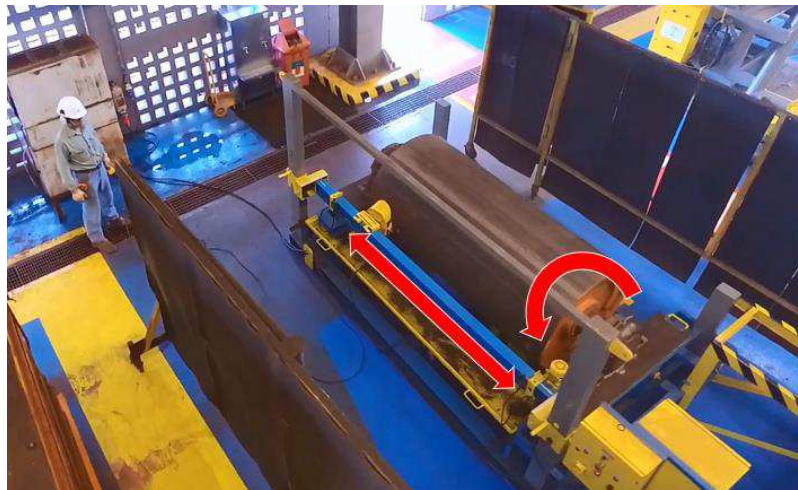
Após a fabricação foram feitos os primeiros testes para avaliação principalmente da automação, para que fossem feitos os últimos ajustes e a partir disso o dispositivo foi liberado para uso na oficina, possibilitando assim a coleta de dados para a próxima etapa da metodologia. Foi feito um levantamento do custo do dispositivo, conforme quadro 6-9. Finalizando desse modo a etapa da ação.

**Quadro 6-9 Custo da fabricação do dispositivo**

FUNÇÃO	CUSTO R\$/h	TEMPO	CUSTO TOTAL (R\$)
Soldador	8,33	44 horas	366,52
Caldeireiro	7,91	38 horas	300,58
Eletricista	8,59	19 horas	163,21
Pintura	-	-	1.468,71
Materiais	-	-	15.846,32
TOTAL			18.145,34

#### 6.1.4.7 Verificação dos resultados e ganhos

Com a implantação do projeto na oficina, a atividade de lixamento de tambor mudou radicalmente. É possível observar pela figura 6-36 que o vulcanizador, dependendo do tipo do tambor, após executar alguns ajustes no dispositivo e se posicionando a uma distância segura, dá início ao lixamento através de um simples comando em um controle ligado direto na caixa de comando. E para cada ciclo da esmerilhadeira na direção horizontal, o dispositivo dá um torque no tambor em sentido horário, para que assim a esmerilhadeira possa executar um novo ciclo em uma nova área da superfície do tambor, seguindo assim até o lixamento de toda área da superfície.



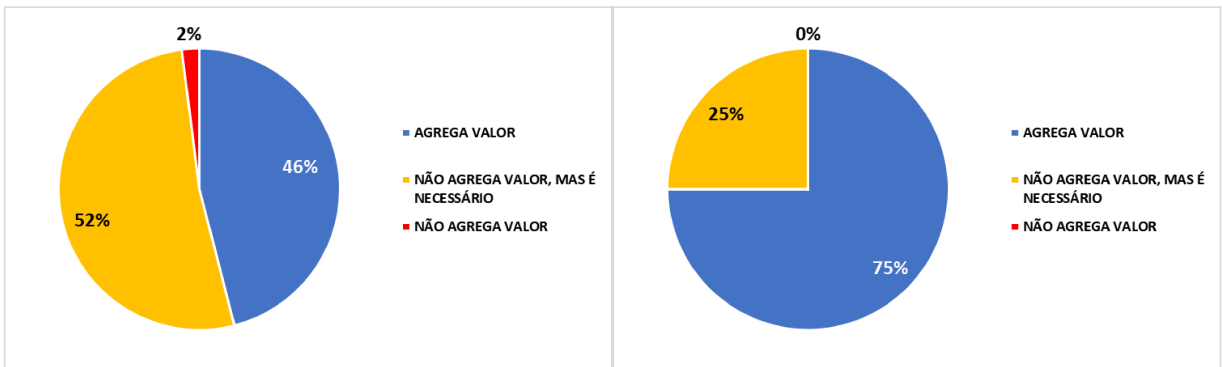
**Figura 6-36 Funcionamento do dispositivo de lixar tambor**

O acompanhamento de toda a execução da atividade é feito a distância sem ter contato com a esmerilhadeira precisando apenas, em determinado intervalo de tempo, parar o lixamento para efetuar a troca do disco da mesma.

Com essas mudanças, foi feito novamente uma análise de desperdício dessa atividade para que fosse comparada com a análise feita antes do projeto, dessa forma, seria possível avaliar se a meta foi alcançada. Na figura 6-37, tem-se a comparação das duas análises, onde fica evidente que com a aplicação do projeto houve um aumento do que agrega valor, diminuição do que agrega valor, mas é necessário e eliminação do que não agrega valor. Ou seja, o tempo dedicado para o lixamento em si aumentou, visto que o tempo gasto com a

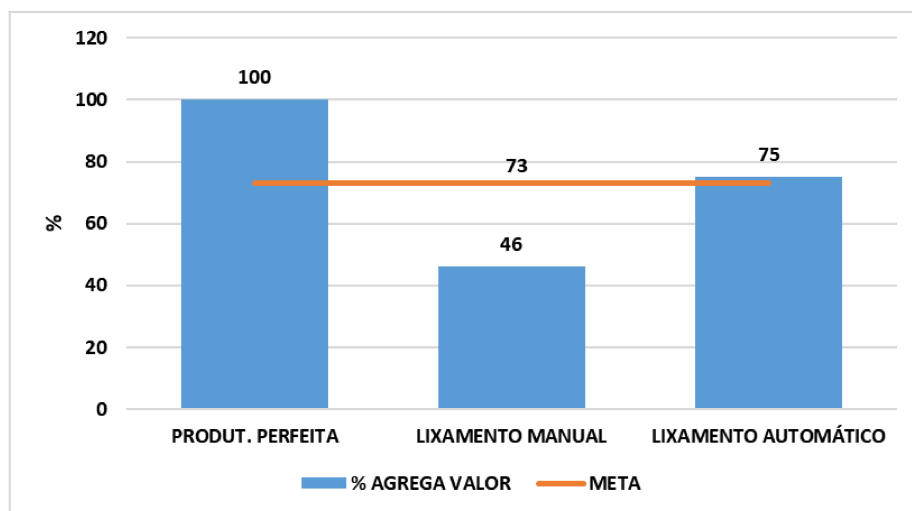


necessidade de intervenção para a realização do giro do tambor foi eliminado, assim como também houve eliminação na necessidade de *stand by* e do tempo para troca dos executantes.



**Figura 6-37 Análise de desperdício da atividade de lixamento antes e depois do projeto**

O executante ainda realiza o lixamento em 1 h 30 min, apesar de ser automatizado, agora é somente uma esmerilhadeira. Teria sido proposto colocar mais uma esmerilhadeira no dispositivo, mas não foi aprovado pela engenharia por motivo de segurança. Agora, o executante passa 75% do tempo dedicado ao lixamento e os 25% restantes são relacionados às trocas do disco. Com base nesse resultado, o grupo conseguiu ter um impacto positivo em sua meta, superando-a, visto que a meta seria aumentar a produtividade no que agrega valor para 73%, conforme figura 6-38. O desperdício por espera foi eliminado.



**Figura 6-38 Verificação da meta de produtividade**

Essa atividade, antes era realizada com 4 vulcanizadores, agora é necessário somente 1. Houve uma redução de 75% da mão de obra que foram destinadas a realização de outras

atividades na oficina, reduzindo assim o *Backlog* (Tempo necessário para realizar uma atividade com a mão de obra disponível) da oficina.

A matriz de risco foi reavaliada juntamente com a equipe de ergonomia e segurança da organização, onde todos os riscos foram reclassificados para baixo, como mostra o quadro 6-10.

**Quadro 6-10 Matriz de risco da atividade de lixamento antes e depois do projeto**

SITUAÇÃO DE RISCO	CLASSIFICAÇÃO ANTES	CLASSIFICAÇÃO ATUAL
Durante o uso da lixadeira o executante está sujeito a alta vibração gerada pela mesma.	36 - Médio	18 - Baixo
Devido a fadiga por peso, os funcionários podem realizar movimentos indesejáveis, colocando em risco sua saúde.	144 - Alto	18 - Baixo
Ferramenta de giro não se acomoda adequadamente no tambor.	80 - Alto	18 - Baixo
Esforço físico ao exercer o giro do tambor.	80 - Alto	18 - Baixo

Com a automação, a qualidade da superfície lixada aumentou. Visto que quando era feito de maneira manual, era natural cada vulcanizador realizar força e movimentos diferentes, gerando falhas na superfície lixada. A partir do uso do dispositivo, o lixamento se tornou uniforme em toda superfície, como pode ser observado na figura 6-39.



**Figura 6-39 Comparação da qualidade do lixamento realizado manual (esquerda) e automaticamente (direita)**

Para quantificar esse resultado foi realizado uma análise com relógio comparador tanto na superfície lixada manualmente como na lixada no dispositivo, conforme Figura 6-40. Foi utilizado o relógio comparador da Mitutoyo que possui uma capacidade de medição de 0 a 10 mm com graduação de 0,01 mm. A partir desse aparelho foi observado que na superfície lixada manualmente houve variações de até 0,14 mm, enquanto que a superfície lixada no dispositivo variou apenas em 0,05 mm. Quanto menor essa variação melhor será a adesivação das placas de revestimento, pois, desse modo, evita-se possíveis espaços entre a superfície do tambor e a placa que podem ocasionar o desprendimento da mesma.



**Figura 6-40 Utilização do relógio comparador para medir irregularidades na superfície lixada**

A partir desses resultados é possível listar e classificar os ganhos que esse projeto proporcionou em:

- Ganhos tangíveis: Ganho de produtividade, Redução da mão de obra, Redução da exposição do executante e ganho na qualidade do lixamento;
- Ganhos Intangíveis: Satisfação pela solução do problema e Contribuição para saúde dos colaboradores.

Ao longo dos testes o projeto apresentou alguns efeitos colaterais que foram logo tratados. O primeiro deles foi o aquecimento excessivo da esmerilhadeira. O problema não estava na ferramenta, visto que os equipamentos utilizados estavam mantidos e aprovados para uso pela ferramentaria da organização, mas por garantia foi utilizado outra esmerilhadeira do mesmo modelo que apresentou o mesmo problema. Ao comunicar um representante do fabricante, o mesmo advertiu que o problema estaria sendo proveniente da alta carga de

trabalho, proveniente da utilização de uma só ferramenta em intervalos de tempo maior, já que agora não se teria as paradas para a troca dos executantes.

Com base nisso, foi elaborado um *Kaizen* em cima do projeto, desenvolvendo assim um sistema de resfriamento com utilização de *cooler* no suporte que carrega a esmerilhadeira, como pode ser visto na Figura 6-41, garantindo assim que a mesma não superaqueça.



**Figura 6-41 Utilização de cooler para resfriamento da esmerilhadeira**

O segundo efeito colateral foi relacionado com a dificuldade no recolhimento dos resíduos provenientes do lixamento, causando transtorno na garantia de realização da limpeza na atividade. Com base nisso, novamente foi realizado um *Kaizen* com o desenvolvimento de uma bandeja de contenção para que os resíduos pudessem se acumular na mesma, facilitando assim o seu correto descarte, contribuindo para a limpeza do local de trabalho e com o meio ambiente. A figura 6-42 apresenta o dispositivo antes e depois da implantação do *Kaizen*.



**Figura 6-42 Comparação entre o antes e depois da utilização da bandeja de contenção de resíduos**

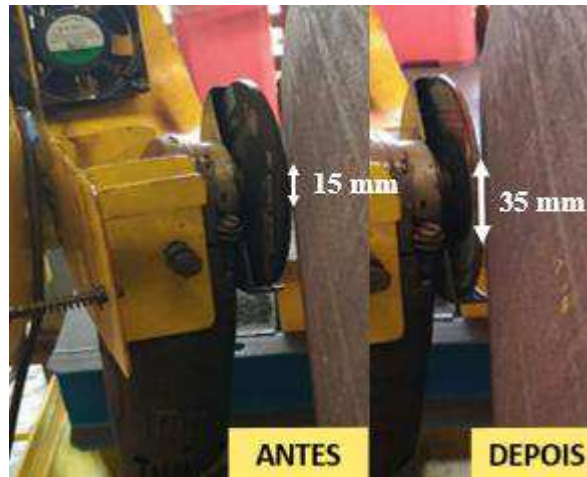
O último efeito colateral encontrado foi devido à pequena área de contato que o disco de desbaste comum possui na superfície. Essa pequena área estava implicando no tempo de lixamento, já que são gastos aproximadamente 20 segundos, no tambor padrão escolhido para esse trabalho, para a lixadeira completar seu ciclo, sendo que cada ciclo com o disco de desbaste normal lixa uma faixa com espessura de 15 milímetros, ou seja, eram necessárias aproximadamente 210 ciclos para que fosse feito o lixamento em toda superfície em um tempo total aproximado de 1 h e 10 min, sem contar o tempo para as trocas de discos.

Com isso, foi realizado uma pesquisa para encontrar um tipo de disco que pudesse fornecer uma faixa de lixamento com espessura maior, onde foi encontrado o disco FLEXCUT da fabricante Walter, fornecido pelo mesmo fabricante do disco de desbaste convencional que estava sendo utilizado, no caso o disco HP. Esse disco FLEXCUT tem a proposta de ser flexível, possuindo um ângulo de trabalho de 10°, enquanto o HP precisa de um ângulo de 20°. O FLEXCUT, por ser flexível garante também ser ideal para superfícies curvas.

A partir disso, foi solicitado uma visita de um representante do fabricante dos discos, onde na presença do mesmo foi fornecido ao grupo uma amostra do disco FLEXCUT para teste. Segundo o representante, o FLEXCUT e o HP, com as especificações apresentadas no quadro 6-11, possuem características semelhantes de desbaste.

**Quadro 6-11 Dados técnicos dos discos de desbaste (Adaptado de Walter, 2018)**

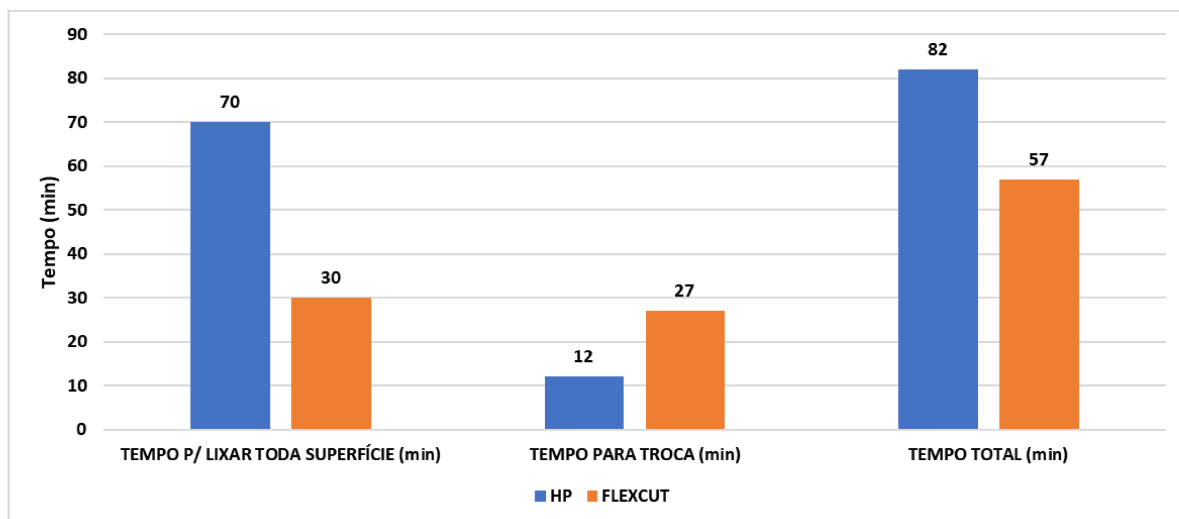
TIPO	DIÂMETRO	TIPO	RPM MÁX.
HP	7"	A-24-HPS	8600
FLEXCUT	7"	GRANA 24	8600



**Figura 6-43 Comparação entre as espessuras de contato do disco HP (esquerda) e FLEXCUT (direita)**

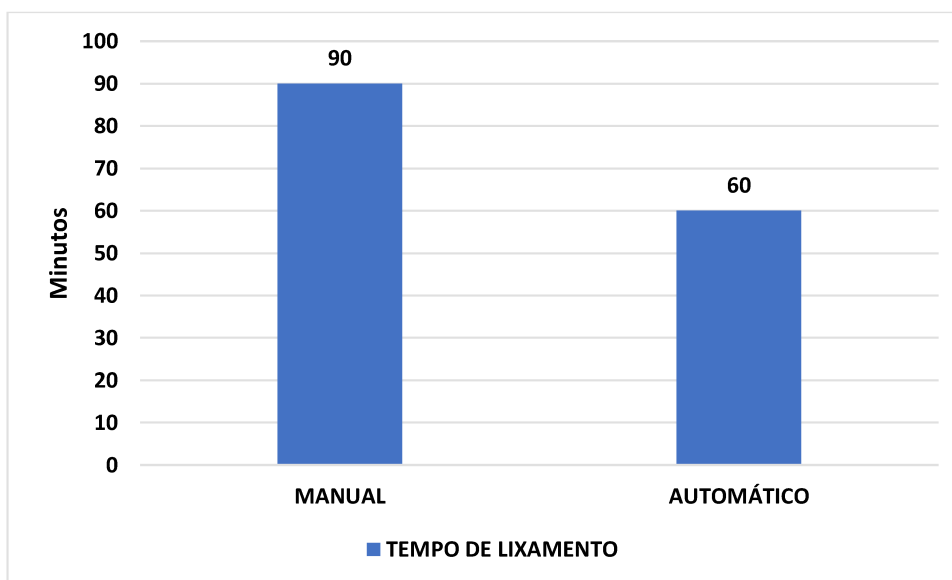
Nos testes feitos com o disco flexível, foi verificado que a faixa de espessura no tambor foi de aproximadamente 35 mm, figura 6-43. Com essa faixa de espessura seriam necessários aproximadamente 90 ciclos que durariam cerca de 30 minutos para lixar toda a superfície do tambor padrão desse trabalho. Foram realizados 5 testes com cada disco para que assim fosse possível retirar um média do tempo de troca do disco da lixadeira que foi de 2,7 minutos, sendo que, para cada teste realizado, o FLEXCUT necessitou ser trocado 9 vezes e o HP somente 4. O tempo médio para cada troca foi arredondado para 3 minutos, visando melhorar o entendimento dos resultados.

A partir disso, foi montado o gráfico da figura 6-44 com valores aproximados dos dados dos testes para cada disco, apesar do disco flexível se desgastar mais rápido e ser preciso trocar mais vezes, ainda assim o tempo para desbastar o tambor foi menor, com uma diferença de aproximadamente 28 minutos. Buscando aumentar a produtividade foi escolhido utilizar o FLEXCUT.



**Figura 6-44 Resultados da utilização dos discos HP e FLEXCUT**

Com base em que os tempos utilizados foram médias arredondadas sempre para cima, o tempo total estimado para o lixamento com a utilização do dispositivo foi arredondado em 60 minutos. Então, comparado com o tempo antes da utilização do mesmo, como mostra o gráfico da figura 6-45, revelando assim um ganho de 33,33% no tempo dessa atividade.



**Figura 6-45 Comparação entre o tempo de lixamento manual e automático**

Após todas as modificações realizadas, para finalizar a etapa de verificação o projeto recebeu as validações das áreas específicas da organização para que assim pudesse ser apresentada na Convenção de Melhoria Contínua. São elas:

- Validado pela Saúde e Segurança;
- Validado pela Ergonomia;
- Validado pela Qualidade;
- Validado pela Engenharia;
- Validado pelo Meio Ambiente;

#### 6.1.4.8 Padronização e replicação

O projeto foi padronizado inicialmente com o cadastro dos desenhos técnicos padrão da engenharia no GED (Gerenciamento Eletrônico de Documentos) da organização. Com isso, o supervisor e o gerente deram seus reconhecimentos ao grupo pelo projeto e resultados alcançados.

O grupo juntamente com a equipe de segurança elaborou uma instrução de uso do dispositivo, como pode ser visto uma parte dele na figura 6-46. A OM referente a troca de revestimento de tambor foi atualizada, incluindo o passo de utilização do dispositivo para lixar o tambor, assim como também o documento relacionado a segurança dessa atividade. Foi solicitado também o planejamento de uma OM para a manutenção do dispositivo.

VIA		Área de Aplicação	Posto	Referências			Tempo total	
		Manutenção Descarga	Vulcanização					
Responsável Técnico Elaboração				Responsável Técnico Aprovação		Campos Revisados		
Michael Arouche				Pablo Gomes				
Nº	Classif.	O que fazer	Riscos	Como fazer	Por que (o porquê)	Desvios da tarefa	Ação corretiva do desvio	Foto
1	+	Realizar o check list do dispositivo.	NA	Preencher documentos com condições normais e anormais do equipamento.	Para verificar se contem alguma anomalia que exponha a segurança do funcionário.	Anomalia encontrada	Acionar eletristas para analisarem o dispositivo	
2	+ ▲	Ajustar o carro móvel.	Esforço físico (empurrar/puxar)	Empurrar de forma ergonômica para transladar de forma a se adequar à dimensão do tambor.	Devida a variedade de tambores que esse dispositivo atende, há necessidade de estar se ajustando a cada um.	Dificuldade no traslado do carro.	Sempre antes de translada-lo verificar se não tem nenhuma sujeira no trilho e caso tenha efetuar a limpeza da mesma.	
3	+ ▲	Posicionar tambor na base.	Atingido por içamento de carga	Com uso de acessórios de içamento e cordas guia e se posicionando fora do raio de ação da carga. Guiá-lo até a base já ajustada do dispositivo de fixamento com auxílio de ponte rolante.	Para iniciar o posicionamento da fixadeira é necessário que o tambor esteja no local.	NA	NA	
4	+ ▲	Acoplar fixadeira em dispositivo.	Pressamento/corte de mãos e dedos	Utilizando luvas adequadas, parafuse a fixadeira no dispositivo de forma a ficar bem fixada.	O dispositivo de fixamento tem um encaixe que recebe o dispositivo com a fixadeira.	Dificuldade no encaixe.	Procurar melhor forma de encaixa-lo de forma segura.	
5	+ ▲	Encaixar dispositivo de fixadeira em dispositivo de fixamento.	Pressamento/corte de mãos e dedos	Posicione-o de forma vertical e desça de forma a encaixar no pino guia.	Para a fixadeira ficar conectada ao dispositivo de fixamento.	NA	NA	

Figura 6-46 Parte da instrução de uso do dispositivo



As equipes de Vulcanização dos três turnos da oficina foram treinadas na teoria e na prática para que as mesmas se tornassem aptas para utilização do dispositivo, conforme figura 6-47 e 6-48.



**Figura 6-47 Treinamento teórico para utilização do dispositivo**



**Figura 6-48 Treinamento prático para utilização do dispositivo**

O projeto foi cadastrado no portal de Boas Práticas da Vale para que outras unidades pudessem conhecer e assim despertar o interesse de replicação. O projeto em si não pôde ainda ser divulgado, somente a ideia, pois o grupo deu entrada no processo de patente.

Através de uma visita de representantes de outras unidades da Vale no Brasil ao porto, esses aproveitaram a oportunidade para visitar a oficina de vulcanização, onde se depararam com o dispositivo e ao conhecer seu funcionamento logo tiveram interesse de replicar em suas unidades, já que o dispositivo pode ser aplicado em todo local que realize esse tipo de atividade.

Diante disso, houve interesse de replicação nas unidades de Carajás - PA, S11D - PA, Tubarão-ES e também na unidade da Malásia.

Com isso, o plano de trabalho foi finalizado, sendo realizadas todas as etapas definidas de acordo com o cronograma sem nenhuma pendência.

## 7 CONCLUSÃO

O trabalho aqui apresentado mostrou que o uso da metodologia PDCA, se mostrou bastante eficiente na busca e desenvolvimento de solução de problemas. Foi possível observar que a metodologia e suas ferramentas destrincharam o problema, permitindo que a solução implementada trouxesse resultados acima do esperado.

Com a aplicação da melhoria, todos os riscos que a atividade de lixamento possuía, foram reclassificados de alto e médio para baixo, além de permitir um melhor ambiente de trabalho para o executante. Os ganhos quantitativos foram bem relevantes, ocorrendo redução no tempo de execução da atividade em 33,33%, aumento da produtividade do executante na atividade e redução na quantidade de mão de obra necessária de 4 para somente 1, disponibilizando essa mão de obra agora para realização de outras atividades. O projeto ainda possibilitou o resultado bastante visível na qualidade final do lixamento. Ou seja, a meta definida conseguiu ser superada.

O uso da metodologia PDCA, permitiu que o projeto possuísse uma fundamentação bastante estruturada, que juntamente com ferramentas de qualidade, permitiram que o projeto estivesse sempre norteado através das definições bem estabelecidas de cada etapa. A metodologia permitiu identificar qual problema deveria ser priorizado, qual era sua causa raiz, como deveria ser a solução e como colocá-la em prática. Além de serem colocadas em práticas ações que visam evitar que o problema ocorra novamente, alcançando assim, todos os objetivos.

Importante ressaltar que o Círculo de Controle de Qualidade através da utilização da metodologia PDCA desperta o senso criativo promovendo o envolvimento no trabalho e a melhoria contínua, gerando satisfação aos executantes e dando oportunidade para que novas ideias, além de conceitos e dispositivos sejam implementados e possam minimizar riscos e aumentar a produtividade na área de atuação, valorizando assim, quem faz a empresa e colocando as vidas dos executantes sempre em primeiro lugar.

O grupo *The Best In The Gap's* conseguiu atingir e superar a meta estabelecida, aumentando assim a produtividade na oficina, mais precisamente na atividade de troca de revestimento de tambor, eliminando desperdícios e esforços físicos que consequentemente geraram ganhos também na área de saúde e segurança.

Com a finalização do trabalho o grupo ficou apto para participar de convenções, onde pudesse apresentar tudo o que foi elaborado, assim como, os resultados obtidos nesse projeto.

O grupo participou pela categoria PDCA GERAL da III Convenção de Melhoria Contínua da Gerência de Manutenção Descarregamento, VIII Convenção de Melhoria Contínua do Porto Norte e X Convenção de Melhoria Contínua - etapa Nacional. Nessa última participaram 25 equipes de várias unidades da Vale no Brasil, encerrando assim a participação do grupo em convenções com este trabalho. Assim, os resultados foram:

- III Convenção de Melhoria Contínua da Gerência de Manutenção Descarregamento: 1º lugar;
- VIII Convenção de Melhoria Contínua do Porto Norte: 1º lugar;
- X Convenção de Melhoria Contínua - Etapa Nacional: 3º lugar.

O projeto elaborado pela equipe permitiu que fosse cumprido o que estabelece a missão do grupo, além de ter permitido que fosse dado um grande passo na busca da sua visão. A equipe recebeu o reconhecimento da diretoria do Porto Norte pelo trabalho e pelos resultados alcançados, como mostra a figura 7-1, onde cada membro recebeu sua carta com título de embaixador do valor ‘Fazer acontecer’.



**Figura 7-1 Reconhecimento dado pela diretoria ao grupo *The Best In The Gaps***

Como sugestão para futuros trabalhos em cima desse projeto, dando continuidade na busca pela melhoria contínua, segue:

- Verificar a viabilidade de projeto de melhoria para que o dispositivo, além de lixar possa também passar a cola de forma automatizada, que é outra atividade executada na troca do revestimento.
- Desenvolver estudos estatísticos para levantamentos dos possíveis ganhos relacionados aos custos;

## Referências

ALENCAR, J. F. **Utilização do ciclo PDCA para análise de não conformidades em um processo logístico.** 2008, 60 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 2008

ANDRADE, F. F. **O Método de Melhorias PDCA** – Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Engenharia, São Paulo, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 31000.** Gestão de Riscos – Princípios e diretrizes Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2009.

BERSSANETI, Fernando Tobal; BOUER, Gregório. **QUALIDADE:** Conceitos e aplicações em produtos e processos. São Paulo: Blucher, 2013. 189 p.

BOSCH. **Manual de instruções GWS Professional.** Campinas: Robert Bosch Ltda, 2010.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC - Controle da Qualidade Total no Estilo Japonês.** Nova Lima: Editora Falconi, 2014.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade:** conceitos e técnicas. São Paulo: Atlas, 2010.

COSTA, Eliezer Arantes da. **Gestão estratégica: da empresa que temos para a empresa que queremos.** 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

DUTRA, Daniele da Silva. **Aplicação da metodologia six sigma no aumento da taxa de recuperação de material crítico: estudo de caso em um terminal marítimo de são luís - ma.** 2017. 108 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Demecp, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2017.

DEUTSCHE INSTITUT FÜR NORMUNG. **DIN EN ISO 8503-2:** Preparação de substratos de aço antes da aplicação de tintas e produtos similares; Características de rugosidade de substratos de aço decapado; Parte 2: Método para a classificação do perfil de superfície do aço limpo por jateamento abrasivo - Procedimento comparador.; (ISO 8503-2:2012); versão alemã EN ISO 8503-2:2012.

DUARTE, I. C. V. **Melhoria contínua através do Kaizen: estudo de caso.** 2013, 51 p. Mestrado (Graduação em mestre em Engenharia e Gestão Industrial) – Universidade da Beira Interior, Covilhã. 2013

FUKUI, R. et al ; **Handbook of TQM and QCC** – Volume I: What are TQM and QCC? - A Guide for Managers; Inter-American Development Bank, 2003;

GARCIA, Pedro Luiz Corrêa; BARROS, José Glenio Medeiros de; PANHOCA, Luiz. Implantação de um programa de melhoria da produtividade. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 3, n. 3, p.87-112, 2007. Disponível em: <<http://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/90>><http://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/90>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

GARLET, E. **Proposta e implantação de uma sistemática de CCQ em uma empresa de pequeno porte.** 2015, 139 p. Mestrado (Graduação em Mestre em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 5349-1-** Mechanical vibration – measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration – Part 1: General requirements. Switzerland: ISO, 2001a.

MACHADO, Liliana Gonçalves. **Aplicação da metodologia pdca: etapa p (plan) com suporte das ferramentas da qualidade.** 2007. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Mg, 2007.

MATTOS, Frederico Bandeira de Mello. **A utilização do método pdca para a melhoria dos serviços de empreiteiras em obras de edificações.** 2013. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

MOEN, Ron; NORMAN, Cliff. **Evolution of the PDSA Cycle.** Disponível em:<<http://deming.ces.clemson.edu>> Acesso em: 9 Abr 2018.

MOINHOS, C.; MATTIODA, R. A. **Círculos de controle de qualidade (CCQ) na indústria de autopeças.** In Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 31, Belo Horizonte. Anais... Minas Gerais: ENEGEP 2011.

NETO, Periandro de Abreu Sampaio. **Aplicação do método ccq e suas ferramentas na manutenção dos alimentadores de sapatas: estudo de caso na Vale S.A.** 2017. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Demecp, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2017.

**NFN-0001:** Norma da Função Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. 11 ed. [s.l]: Vale, 2017.

ORIBE, Claudemir Y. **PDCA** – origem, conceitos e variantes dessa ideia de 70 anos. Revista Banas Qualidade, São Paulo: Editora EPSE, ano XVIII. n. 209, outubro 2009, p. 20-25.

PASSOS, L. C. **Apostila: Técnicas de instalação, operação, manutenção, testes e inspeção: pontes rolantes, guindastes giratórios e acessórios de movimentação de cargas.** Make Engenharia, Assessoria e Desenvolvimento. 2011.

PINTO, F. **Qualidade total em nossas vidas.** Revista Pretexto, v. 5, n. 2, p. 31-36, 2004.

REYES A. E. L. **Implantação de um sistema de qualidade.** São Paulo: USP, 2000. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/qualidade/pagexp1.htm>> Acesso em: 11 mar. 2018.

SANTOS, Diônatas Simões dos; CECCATO, Maicon Silvio; MICHELON, Maikel Handerson. **Eficiência da ferramenta 8d aplicada em uma indústria do setor metal-mecânico- estudo de caso.** 2011. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Fae Centro Universitário, Curitiba, 2011.

SELEME, Robson. **Manutenção Industrial: manutenção a fábrica em funcionamento.** Curitiba: InterSaberes, 2015.

SENAI. Departamento Regional do Espírito Santo. **Formação de Inspetores de vulcanização.** Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Departamento Regional do Espírito Santo –Vitória: SENAI, 2011.

SILVEIRA, C. B. **7 desperdícios na produção.** Disponível em <<https://www.citisystems.com.br/7-desperdicios-producao/>>. Acesso em 07 Abr 2018.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 2002.

SOARES, L. H. T. **Aplicação do evento kaizen no processo de troca de correia transportadora: um estudo de caso na mineradora Vale S.A.** 2016, 64 p. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís. 2016.

SOUZA, V. M. **Estudo de caso – engenharia de manutenção aplicada ao caso do carregador de navios 04 e análise de eficácia das ações utilizando confiabilidade.** 2010, 64

p. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2010.

TOYOTA Group; TQM Committee; QC Circle Subcommittee; QC Circle Leader's Guidebook for Level Identification – How to get out of Zone D or C, Tokyo: JUSE Press Ltd., 2008, 181p.

TRIVELLATO, A. A. **Aplicação das sete ferramentas básicas da qualidade no Ciclo PDCA para melhoria contínua: estudo de caso numa empresa de autopeças.** 2010, 73 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010.

VALE. **Desempenho da Vale 2017.** Disponível em: <[http://www.vale.com/PT/investors/information-market/quarterly-results/ResultadosTrimestrais/2017%204Q%20Production%20Report\\_p.pdf](http://www.vale.com/PT/investors/information-market/quarterly-results/ResultadosTrimestrais/2017%204Q%20Production%20Report_p.pdf)> Acesso: 25 Abr 2018.

VALE. **CCQ Círculo de Controle de Qualidade.** 2017, 42 p.

WALTER. Disponível em: <[https://www.walter.com/pt\\_BR/produtos/abrasivos/desbaste](https://www.walter.com/pt_BR/produtos/abrasivos/desbaste)> Acesso em: 5 mai. 2018.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** v. 2. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.



## ANEXO – AUTORIZAÇÃO



---

### AUTORIZAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que **DANUEY PETMAN DA CRUZ SILVA**, portadora do CPF **050.973.703-09** está autorizado a desenvolver seu TCC, Projeto e Monografia, bem como o livre acesso para desenvolver seu trabalho de campo no âmbito desta Gerência, visto que o mesmo reportará questões puramente didáticas para fins de análises e coletas de dados com a finalidade de realizar um estudo voltado para a liderança empresarial.

São Luís - MA, 07 de Dezembro de 2017.

---

Andre Luis Arouche

Supervisor de Processos de Correias Transportadoras – Porto Norte

TMPM - Vale S.A.

Vale S/A – Av. dos Portugueses, s/n Itaqui – São Luís/MA – CPNJ 33.592.510/0001-54

Fax: (098) 3218-4207 Telefone: (098) 3128 -5147