



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO**

Curso de Engenharia Mecânica

**FELIPE FERREIRA PAULINO**

**ESTABILIZAÇÃO DE UM PROCESSO POR MEIO DA  
METODOLOGIA DO PENSAMENTO ENXUTO COM FOCO EM SAÚDE,  
SEGURANÇA E PRODUTIVIDADE NUMA OFICINA DE MANUTENÇÃO DE  
VAGÕES**

São Luís – MA  
2017

**FELIPE FERREIRA PAULINO**

**ESTABILIZAÇÃO DE UM PROCESSO POR MEIO DA  
METODOLOGIA DO PENSAMENTO ENXUTO COM FOCO EM SAÚDE,  
SEGURANÇA E PRODUTIVIDADE NUMA OFICINA DE MANUTENÇÃO DE  
VAGÕES**

Projeto de Trabalho de Conclusão de  
Curso apresentado ao Curso de Engenharia  
Mecânica da Universidade Estadual do  
Maranhão, como requisito para obtenção  
parcial do grau de bacharel em Engenharia  
Mecânica.

Orientador: Prof.Me. Abraão Ramos da Silva

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO  
FINAL DA MONOGRAFIA DEFENDIDA PELO  
ALUNO FELIPE FERREIRA PAULINO E  
ORIENTADA PELO PROF. ME. ABRAÃO  
RAMOS DA SILVA

São Luís – MA  
2017

Paulino, Felipe Ferreira.

Estabilização de um processo por meio da metodologia do pensamento enxuto com foco em saúde, segurança e produtividade numa oficina de manutenção de vagões / Felipe Ferreira Paulino. – São Luís, 2017.

81 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual do Maranhão, 2017.

Orientador: Prof. Me. Abraão Ramos da Silva.

1. Manutenção. 2. Produção enxuta. 3. Estabilização de processos.  
4. Saúde e segurança. I. Título.

CDU 621:656.2

## **Dedicatória**

Dedico esse trabalho à minha família, minha namorada e em especial meus pais que sempre me apoiaram nessa longa jornada.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente ao meu infinito bom Deus, por me proporcionar uma linda história de vida e por ser sempre o centro da minha vida.

Agradeço muito a minha família, meus irmãos e em especial meus pais João Boscolo Paulino e Nesimar Ferreira de Paiva Paulino por terem dedicado todo o tempo e esforços para que um dia eu estivesse realizando esse sonho tão importante em minha vida. Muitos os chamavam de doidos quando investiam na minha educação quando criança, mas hoje, quem os julgavam, observam o quanto valeu a pena. Amo muito meus queridos pais, são um exemplo de família e de dedicação.

Agradeço a minha namorada Liágena, por estar sempre comigo, desde o resultado do vestibular até hoje, e pra todo o sempre. Obrigado por ter aparecido em minha vida, você faz parte dessa conquista.

Agradeço a minha Comunidade Católica Ebenézer, em nome de todos os meus irmãos de consagração, que sempre me apoiaram.

Agradeço ao meu professor e orientador Abraão Ramos, por me ajudar no decorrer da graduação em Engenharia Mecânica e por me orientar neste trabalho.

Não poderia deixar de agradecer à empresa na qual fiz este trabalho e que me acolheu muito bem no período de estágio, juntamente com as lideranças Ricardo Schmitt, Kardilson Rodrigues, Giovanni, Diego e Heygon que sempre foram professores e exemplos de profissionais.

*“Até aqui nos socorreu o Senhor”.*  
(1 Samuel 7,12)

## Resumo

O Brasil faz parte de um grande grupo exportador de commodities do mundo. Quase 50% das exportações brasileiras estão concentradas em seis produtos (minério de ferro, petróleo bruto, soja, café, carne e açúcar) e esses produtos necessitam ser transportados entre longas regiões desde o local de produção até o de distribuição ou comercialização. Dentre esses seis produtos destaca-se o minério de ferro, responsável por uma grande parcela de movimentação na economia do país. Tendo em vista que esse produto possui baixo valor agregado, grande volume e transportados por grandes distâncias, a melhor forma, é que o transporte seja realizado por modais ferroviários ou marítimos, o que permite uma grande redução nos custos, tornando o produto mais competitivo. É fato, que quanto mais se necessite transportar, mais deve-se dispor de modais ferroviários e vagões para o transporte. E para isso é necessário de uma disponibilidade de vagões que supra as demandas do mercado. Dessa forma, torna-se um grande desafio nos processos de manutenção, aliar produtividade com saúde e segurança. Muitos confundem e não se dão conta da grande força produtiva que é gerada com a união desses dois pilares. O foco central desse estudo é a estabilização do processo de manutenção de vagões, por meio da metodologia do pensamento enxuto com foco em saúde, segurança e produtividade.

Palavras chave: Manutenção; Produção Enxuta; Estabilização de Processos; Saúde e Segurança.

## **Abstract**

Brazil is part of a large exporter of commodities in the world. Almost 50% of Brazilian exports are concentrated in six products (iron ore, crude oil, soybeans, coffee, meat and sugar) and these products need to be transported between long regions from the place of production to the place of distribution or commercialization. Among these six products, iron ore accounts for a large share of the country's economy. Considering that this product has low added value, large volume and transported over great distances, the best way is that the transport is carried out by rail or river modalities, which allows a great reduction in costs, making the product more competitive. It is a fact that the more you need to transport, the more you must have railways and railcars for transportation. And for this is necessary a wagon availability that meets the demands of the market. In this way, it becomes a great challenge in the maintenance processes, allying productivity with health and safety. Many confuse and fail to realize the great productive force that is generated by the union of these two pillars. The central focus of this study is the stabilization of the wagon maintenance process, through lean thinking methodology focused on health, safety and productivity.

**Keywords:** Maintenance; Lean Production; Process Stabilization; Health and safety.

## Lista de Ilustrações

Figura 1 - Casa da qualidade .....	22
Figura 2 - Fluxo dos cinco princípios do Pensamento Enxuto .....	24
Figura 3 – Diferenciação do impacto das melhorias sobre o tempo gasto na produção de uma mercadoria com atividades que agregam valor e com as que não agregam .....	25
Figura 4 - Relação entre os sete desperdícios e as ferramentas enxutas utilizadas .....	27
Figura 5 – Guarda-chuva do Kaizen .....	29
Figura 6 - Sistema <i>Kanban</i> de dois cartões .....	31
Figura 7 – Sistema de Supermercado e <i>kanban</i> .....	32
Figura 8 - Métricas visuais alinhadas do topo à base.....	34
Figura 9 - Planilha de Trabalho Padronizado .....	37
Figura 10 - Os 5 pilares da TPM .....	39
Figura 11 - Modelo de Diagrama de Causa e Efeito.....	41
Figura 12 - Modelo de Diagrama de Pareto .....	42
Figura 13 – Organograma Gerência de Vagões.....	51
Figura 14 – Tipos de manutenção da Oficina.....	52
Figura 15 – Vagão para transporte de minério .....	53
Figura 16 – Estruturas de um vagão .....	53
Figura 17 - Tempo de Ciclo de manutenção de vagões .....	56
Figura 18 – Ranking das Atividades Esforço/Ergonomia .....	57
Figura 19 – Perdas Oficina de manutenção .....	58
Figura 20 – Diagrama de Causa e Efeito da falta de padrão das atividades .....	59
Figura 21 - Treinamento pensamento enxuto.....	62
Figura 22 – Lista de Treinamento da Metodologia Pensamento Enxuto .....	63
Figura 23 – Lista de Treinamento S&S e Meio Ambiente.....	63
Figura 24 – Gráfico de Spaghetti da atividade de um mecânico (Antes da divisão) .....	64
Figura 25 – Mecânicos realizando a divisão de tarefas .....	66
Figura 26 – Gráfico de Spaghetti da atividade de um mecânico (Após a divisão) .....	66
Figura 27 – Quadro trabalho combinado (Após da divisão das Atividades) .....	67
Figura 28 – Kanban de Sapatas de Freio .....	68
Figura 29 – Supermercado de Rodeiros .....	69
Figura 30 – Carro de Materiais e Ferramentas .....	70
Figura 31 – Problema em apertar parafusos .....	71

Figura 32 – Aplicação da Ferramenta de Apoio da Máquina Pneumática.....	72
Figura 33 – Ferramenta de Apoio da Máquina Pneumática.....	72
Figura 34 – Diminuição do Tempo de Ciclo .....	75
Figura 35 – Avanço na Produção.....	76
Figura 36 – Redução dos Retrabalhos 2016-2017 .....	77

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

*OMV - Oficina de Manutenção de Vagões*

*OMR - Oficina de Manutenção de Rodeiros*

*OMF - Oficina de Manutenção de Freios*

*PCM - Planejamento e Controle da Manutenção*

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1– Matriz GUT.....	42
Tabela 2 – Modelo de Plano de Ação 5W2H.....	44
Tabela 3– Matriz GUT aplicada.....	60
Tabela 4 – Plano de Ação 5W2H.....	61

## **Lista de Gráficos**

Gráfico 1-Absenteísmo (dias perdidos por ano) .....	54
Gráfico 2-Afastamentos 2014 a 2016.....	55
Gráfico 3-Cumprimento de Planos de manutenção de vagões 2016.....	56

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	13
1.1. Justificativa .....	13
1.2. Objetivo .....	14
1.2.1. Objetivo Geral .....	14
1.2.2. Objetivos Específicos.....	14
1.3. Descrição Subsequente dos Capítulos do Estudo .....	15
2. REFERENCIAL TEORICO .....	16
2.1. Manutenção.....	16
2.1.1. Classificações da Manutenção .....	16
2.1.1.1. Manutenção Preventiva.....	16
2.1.1.2. Manutenção Preditiva.....	17
2.1.1.3. Manutenção Corretiva.....	17
2.1.2. Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) .....	18
2.2. Pensamento Enxuto .....	19
2.2.1. Histórico do Pensamento Enxuto.....	20
2.2.1.1. Gestão da Qualidade Total.....	20
2.2.1.2. Sistema Toyota de Produção.....	20
2.2.2. Os cinco princípios do Pensamento Enxuto .....	22
2.2.3. Os 7 desperdícios .....	24
2.2.4. Ferramentas do Pensamento Enxuto .....	27
2.2.4.1. Kaizen.....	27
2.2.4.2. 5S.....	29
2.2.4.3. Kanban.....	29
2.2.4.4. Supermercado.....	31
2.2.4.5. Metodologia A3.....	32
2.2.4.6. Gestão Visual - FMDS.....	33
2.2.4.7. Nivelamento da Produção - Heijunka.....	34
2.2.4.8. Poka - Yoke.....	35

2.2.4.9. Trabalho Padronizado.....	35
2.2.4.10.TPM (Manutenção Produtiva Total) .....	37
2.3. Ferramentas de apoio ao estudo .....	39
2.3.1. Brainstorming .....	39
2.3.2. Diagrama de Causa e efeito.....	40
2.3.3. Diagrama de Pareto.....	41
2.3.4. Matriz GUT .....	42
2.3.5. W2H.....	42
3. METODOLOGIA .....	44
3.1. Características .....	44
3.1.1. Quanto aos Objetivos.....	44
3.1.2. Quanto aos Procedimentos Técnicos .....	45
3.1.3. Quanto à Abordagem .....	45
3.2. Estruturação do Estudo.....	45
3.2.1. Identificação do Problema.....	46
3.2.2. Análise de Fenômeno com pesquisa em campo .....	46
3.2.3. Análise do Processo .....	47
3.2.4. Elaboração da proposta de Plano de ação .....	47
3.2.5.Aplicação do Plano de Ação .....	48
4. ESTUDO DE CASO .....	49
4.1. Descrição da Empresa .....	49
4.1.1. Fluxo dos processos de manutenção .....	50
4.1.2. Vagão e seus Sistemas .....	51
4.2. Identificação do problema .....	53
4.2.1. Instabilidade nos processos de manutenção de vagões.....	53
4.3. Análise do Fenômeno com pesquisa em campo .....	56
4.4. Análise do Processo .....	57
4.4.1. Causas Levantadas .....	58

4.4.2. Priorização das Causas .....	59
4.5. Elaboração de Propostas de Plano de Ação .....	60
4.6. Aplicação das Ações .....	60
4.6.1. Treinamento de Pessoas .....	61
4.6.2. Construção do Trabalho Padronizado .....	62
4.6.3. Criação de Ferramentas (Kaizens) .....	66
4.6.3.1. Kanban de Sapatas de freio.....	66
4.6.3.2. Supermercado de Rodeiros.....	67
4.6.3.3. Carrinho de materiais e Ferramentas.....	68
4.6.3.4. Ferramenta de Apoio da Máquina Pneumática.....	70
4.6.3.5. Eliminação da atividade "Prender Vagão".....	71
4.6.3.6. Outras implantações de melhorias.....	72
4.7. Análise dos Resultados Alcançados .....	73
4.7.1. Saúde e Segurança .....	73
4.7.2. Produtividade.....	74
4.7.3. Qualidade.....	75
5. CONCLUSÃO .....	77
6. REFERÊNCIAS .....	79



## **1. INTRODUÇÃO**

No processo de manutenção, a busca por alcançar metas de produção sempre foi um desafio a ser conquistado a cada ano que se inicia, aliado a isso, o estudo da qualidade torna-se um grande influenciador para que as grandes empresas consigam um diferencial no mercado.

Não é diferente nas grandes mineradoras, onde utilizam do transporte ferroviário como um meio de conduzir seu produto ao objetivo final. Muitas companhias possuem grandes oficinas e uma quantidade considerável de empregados onde se tem como demanda principal realizar a manutenção de milhares de vagões por ano.

Vinda principalmente de clientes chineses, essa demanda deve ser conquistada vinda de serviços com critérios avançados de qualidade, pois o que os clientes mais querem é a superação das expectativas com o alcance de metas no transporte de produtos, portanto a qualidade torna-se um fator significativo para os consumidores na hora da escolha por bens ou produtos. Produzir com qualidade é, segundo Briddi (2013), a chave para levar uma organização ao sucesso.

O foco central desse estudo é identificar as possíveis causas e perdas no processo de manutenção de vagões de minério que afetam diretamente no cumprimento de planos dos mesmos em uma mineradora em São Luís – MA, implementando os conceitos e ferramentas da Produção Enxuta juntamente com a metodologia Kaizen com foco no trabalho padronizado e aplicar as ações geradas voltadas para alcançar melhorias na produtividade, sem esquecer da saúde e segurança dos envolvidos.

### **1.1. Justificativa**

O sistema de mineração está em constante evolução, e a cada ano a exigência dos clientes por um produto de boa qualidade cresce, necessitando também junto com a ampliação da demanda de minério, o aumento da produção e a melhoria na qualidade da manutenção dos vagões.

Analisando processo de manutenção de vagões, observou-se algumas oportunidades de melhoria nos processos. Abriu-se então um grupo de estudo com objetivo de mapear os possíveis problemas e buscar a solução dos mesmos.

O aumento da qualidade nos processos das empresas é primordial para que as mesmas possam se manter competitivas. Para Falconi (1999) um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente. Com o intuito de dirigir a realização do estudo, buscou-se responder a seguinte questão: Como promover a estabilização do processo de manutenção de vagões visando saúde, segurança e produtividade?

## **1.2. Objetivo**

### 1.2.1. Objetivo Geral

Melhorar a produtividade e as condições de saúde e segurança no processo de manutenção de vagões de minério na Oficina Central em uma mineradora em São Luís – MA, com a aplicação da Metodologia do Pensamento Enxuto juntamente com auxílio das ferramentas da qualidade.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Descrever os métodos e as ferramentas utilizadas do Pensamento Enxuto para a obtenção de resultados;
- ✓ Mapear as atividades executadas na manutenção e realizar medições de tempos e movimentos dos mecânicos para diminuir movimentações desnecessárias no processo;
- ✓ Proporcionar a qualificação dos profissionais envolvidos na manutenção com o modelo de Pensamento Enxuto, por meio de treinamentos e palestras;

- ✓ Padronizar as etapas de trabalho no processo de manutenção de vagões;
- ✓ Desenvolver na própria oficina, ferramentas que ajude no processo de manutenção, evitando desperdícios e propiciando qualidade, saúde e segurança;
- ✓ Diminuir o tempo de ciclo da manutenção com a aplicação dos métodos do pensamento enxuto.

### **1.3. Descrição Subsequente dos Capítulos do Estudo**

No primeiro capítulo de desenvolvimento deste estudo, foi exposto as justificativas para a realização do trabalho e os objetivos esperados do estudo. No segundo capítulo, definiu-se alguns conceitos sobre manutenção para melhor entendimento do assunto de pesquisa, e também foram apresentadas fundamentações teóricas para as várias técnicas e ferramentas empregadas no decorrer do estudo, como a utilização de algumas ferramentas para solução de problemas.

No terceiro capítulo, foi exposto a abordagem metodológica do estudo, definindo tanto seu caráter, quanto a natureza e o tipo, descrevendo todos os passos a serem seguidos. No quarto capítulo, foi exibido um estudo de casos mostrando detalhadamente o problema, analisando as causas e propondo ações para alcance da melhoria nas condições de saúde, segurança e produtividade no processo de manutenção de vagões da mineradora VALE.S.A em São Luís – MA. Finalizando, no quinto e último capítulo, debateu-se sobre todas as dificuldades encontradas e a conclusão da pesquisa.

## **2. REFERENCIAL TEORICO**

### **2.1.Manutenção**

Segundo Kardec e Nascif (2002), a manutenção é uma intervenção realizada em um equipamento ou máquina com, o objetivo de manter seu funcionamento pleno. É a atuação realizada para reduzir ou evitar falhas ou queda no desempenho, são efetuadas com intervalos predeterminados, para garantir a confiabilidade das peças.

Conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários (ABNT NBR 5674/99, p. 2).

O processo de manutenção é o principal apoio para um gerenciamento de qualidade bem executado dentro de uma indústria, sem uma manutenção planejada torna-se difícil cumprir com as demandas do mercado de forma adequada e confiável.

#### **2.1.1.Classificações da Manutenção**

Se tratando de manutenção, existem variados tipos, como por exemplo, as preventivas, preditivas e manutenções corretivas.

##### **2.1.1.1.Manutenção Preventiva**

De acordo com Slack (2002), a manutenção preventiva tem por objetivo eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas e manutenções corretivas através de limpezas, lubrificações, substituições e verificações das instalações em intervalos pré-planejados. Essa manutenção é programada com prazos previamente definidos, para evitar falhas e danos aos equipamentos.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR NBR-5674/99), manutenção preventiva caracteriza-se pelos serviços cuja realização é programada com antecedência, que prioriza as solicitações dos usuários, as estimativas da durabilidade esperada dos sistemas, a gravidade e urgência, e os relatórios de verificações periódicas sobre o seu estado de degradação.

#### 2.1.1.2. Manutenção Preditiva

Peixoto (2012) afirma que a manutenção preditiva é baseada nas análises de dados coletados através de monitoramento ou inspeções em campo, por acompanhamento periódico dos equipamentos, onde indicará as condições reais do funcionamento das máquinas com base em dados que apontam o desgaste ou processo de degradação de componentes das mesmas. Existem diversos aparelhos de detecção preditiva, as grandes ferrovias são equipadas com detectores que facilitam acompanhamento da performance dos componentes críticos de cada vagão de todos os trens que circulam pela ferrovia, é possível gerenciar os desvios causados pelo mau funcionamento e/ou desgastes excessivos dos sistemas, evitando assim falhas inesperadas.

#### 2.1.1.3. Manutenção Corretiva

De acordo com Peixoto (2012), a manutenção corretiva trata-se de uma manutenção que não foi previamente planejada em um equipamento, e tem por objetivo a correção, recuperação e/ou reparação de anomalias, defeitos e quebras, que tenham interrompido ou diminuído a capacidade do equipamento de exercer as funções para as quais foi projetado.

A ABNT (NBR 5462/94, p.7) afirma que manutenção corretiva é uma: “Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida”. Sendo assim, entende-se que a Manutenção pode ser classificada em pelo menos três tipos. Sendo a manutenção preventiva uma manutenção que atuará na eliminação de defeitos, realizará inspeções programadas e ajustes para maior

conservação da máquina. A manutenção preditiva, utiliza amostragem para conseguir prever possíveis falhas ou defeitos futuros na máquina. E a manutenção corretiva é não programada que atua no reparo das falhas.

### 2.1.2. Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)

Conforme Boccasius (2008), o melhor aproveitamento das ferramentas de manutenção dependerá sempre do desenvolvimento do setor de Planejamento e Controle, pois deles depende o entendimento da execução para repassarem aos níveis operacionais. Segundo Fabro (2003), o planejamento visa proporcionar maior confiabilidade, manutenibilidade e, conseqüentemente, disponibilidade ao equipamento.

A padronização das operações e o conhecimento acurado da capacidade produtiva têm influência direta na eficácia do PCP (Planejamento e Controle da Produção) pelo alcance de alguns de seus objetivos como: redução do *lead time* de produção e possibilidade de cumprimento de prazos. (PICANCO; FRANCA; CRUZ; SANTOS, 2011).

Segundo Filho (2005), é através de um planejamento adequado de manutenção que se consegue obter melhores níveis de disponibilidade do equipamento e conseqüentemente do processo produtivo, sendo a disponibilidade operacional o grande indicador da excelência da manutenção e da garantia de produtividade.

O planejamento, segundo Fabro (2003), visa proporcionar maior confiabilidade, sustentação e conseqüentemente disponibilidade ao equipamento. A elaboração do planejamento precisa ser orientada pela união de objetivos e políticas de manutenção, para poder atender os equipamentos críticos da produção.

Equipamentos ou máquinas danificadas comprometem a produção. As empresas correm risco de terem prejuízos e de comprometer sua imagem se suas atividades de manutenção forem feitas sem um bom planejamento, perdendo assim credibilidade por conta de atrasos da entrega dos seus produtos. Conforme Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 5674/99, p.2), planejamento dos serviços de manutenção é a:

Elaboração de uma previsão detalhada dos métodos de trabalho, ferramentas e equipamentos necessários, condições especiais de acesso, cronograma de realização e duração dos serviços de manutenção.

## 2.2. Pensamento Enxuto

O Pensamento Enxuto, que foi desenvolvido no Japão nos anos 50, só foi estudado detalhamento e multiplicado pelos países do ocidente na década de 80. Devido há vários fracassos na utilização de técnicas enxutas em empresas ocidentais, principalmente norte-americanas, verificou-se que a produção enxuta não era apenas um conjunto de ferramentas a serem implantadas, mas sim uma filosofia de gerenciamento de produção. Algumas obras tentaram explicar então esta filosofia muito relacionada ao contexto social e ao ambiente econômico em que surgiu a produção enxuta no Japão. (WOMACK E JONES, 1998)

Segundo Ohno (1997), a palavra “pensamento” é um conceito que não se restringe somente ao “chão de fábrica”, mas também a áreas administrativas da empresa e aos fornecedores.

A produção enxuta é um sistema de produção que tem como filosofia à eliminação progressiva dos desperdícios e aumento da produtividade, com um pensamento de identificação das atividades que não agregam valor ao produto, e a prática de melhorias contínuas. Portanto, gerando aumento da capacidade de ofertar produtos que os clientes precisam, com preços que estão dispostos a pagar e no momento necessário, com *lead times* curtos e boa qualidade.

De acordo com Shiver e Eitel (2010), o Pensamento Enxuto pode ser definido como um método de gestão que permite a empresa identificar e eliminar desperdícios nos processos produtivos, com o foco no aumento da qualidade e redução de custos. Assim, agregando à empresa:

- Processos mais eficientes
- Redução dos tempos nos processos
- Sistemas mais confiáveis
- Produtos/serviços mais adequados às necessidades dos consumidores
- Profissionais mais satisfeitos.

## 2.2.1.Histórico do Pensamento Enxuto

Duas grandes linhas de pensamento que influenciaram a formação do conceito do Pensamento Enxuto foram a Gestão da Qualidade Total e o Sistema Toyota de Produção. Estas duas concepções foram inseridas em diferentes empresas japonesas na década de 50 e seguiram por caminhos distintos (WOMACK, 1997, pág.270-273).

### 2.2.1.1. Gestão da Qualidade Total

A Gestão da Qualidade Total desenvolveu-se nos anos 50 na indústria automobilística, com o surgimento do modelo de produção flexível. Uma série de autores contribuíram para a fundamentação desta concepção, entre eles: Armand V. Feigenbaum, Joseph M. Juran e Winston Edwards Deming.

A GQT ou TQM é uma abordagem para melhorar a competitividade, a eficiência e a flexibilidade de toda organização. Ela visa também o desenvolvimento de um pensamento de prevenção de problemas. É uma maneira de planejar, organizar e compreender cada atividade que depende de cada pessoa em seu nível. Com um método que visa liberar os funcionários da execução de esforços desnecessários, envolve todos eles nos processos de melhorias, obtendo resultados em menores tempos. (OAKLAND, 2007)

Formada por um conjunto de ferramentas e métodos que são aplicados no controle do processo de produção das empresas, a Gestão da Qualidade total tem como estratégia obter produtos pelo menor custo e maior qualidade. Segundo Oakland (2007), os principais pontos básicos são: Foco no cliente, melhoria nos processos, envolvimento das pessoas.

### 2.2.1.2.Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção foi desenvolvido pelo Sr. Taiichi Ohno, atualmente vice-presidente da *Toyota Motor Company*, e sua implementação iniciou-se logo após a Segunda Guerra Mundial. Mas ele não tinha atraído a atração da indústria japonesa até a

primeira crise do petróleo na década de 70. Foi durante uma emergência econômica, com decréscimo da produção e crescimento zero, que eles notaram, pela primeira vez, os resultados que a Toyota estava conseguindo com sua perseguição à eliminação de desperdícios. (OHNO, 1997)

O sistema Toyota de produção é um sistema puxado e a sua base inicial é a eliminação completa de desperdícios, a fim de evitar a superprodução, capacitar a equipe em um ambiente de demandas variadas e crescimento econômico lento e produção com qualidade. Segundo Womack (2005), a habilidade do STP de reduzir custos permitiu a companhia a suprir a variedade de produtos exigida pelos compradores sem custos elevados.

Segundo Ohno (1997), os dois pilares de sustentação do sistema são:

***Just-in-time:*** É a produção eficaz de bens e serviços, em termos de custos, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária, com boa qualidade, no momento e locais exatos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. O JIT depende do balanço entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do cliente (SLACK, 2002).

***Autonomação ou Jidoka:*** “Não será necessário um operador enquanto a máquina estiver funcionando normalmente. Apenas quando a máquina parar devido a uma situação anormal é que ela recebe atenção humana” (OHNO, 1997 PAG 28)

Também conhecida como automação com toque humano (OHNO, 1997 pag.27). São máquinas com autonomia de fazer paradas no processamento caso seja detectado uma situação anormal, prevenindo assim produtos com defeitos e elimina a superprodução.

A nova filosofia fundada pela Toyota se destocou no mundo inteiro, apresentando altos índices de produtividade, qualidade e desenvolvimento de produtos. Assim, cada vez mais, as empresas buscam aplicar a utilização das práticas do sistema Toyota em sua produção. (STEFANELLI, 2007)

A figura 1 mostra o esquema da casa da qualidade.

Figura 1 - Casa da qualidade



Fonte: Liker, 2015

### 2.2.2. Os cinco princípios do Pensamento Enxuto

O pensamento enxuto tem como norte os cinco princípios básicos que baseiam a sua abordagem:

#### 1. Valor:

O ponto de partida essencial para o Pensamento Enxuto consiste em definir o que é Valor. E, ao contrário do que pensam, quem define o valor é o cliente e não a empresa. (LeanInstitute Brasil WEBSITE)

Para o consumidor, a necessidade gera o valor, e cabe às empresas determinarem qual é essa necessidade, procurar satisfazê-la e cobrar um preço específico por isso. E então,

manter a empresa no negócio e aumentar seus lucros por meio da melhoria contínua dos processos, da redução de custos e da melhoria da qualidade. (LeanInstitute Brasil WEBSITE)

## 2. Fluxo de Valor

O próximo passo é a identificação do Fluxo de Valor. Analisar a cadeia produtiva e separar as atividades em três tipos: Aquelas que geram valor; Aquelas que não geram valor, mas são importantes para os processos e para qualidade do produto; E aqueles que não agregam valor, devendo ser eliminados imediatamente. (LeanInstitute Brasil WEBSITE)

Apesar de olharem para sua cadeia produtiva, as empresas focam apenas em números e indicadores em relação a redução de custos, ignorando os processos reais de fornecedores. Elas devem olhar para todo o processo, desde a criação do produto até a venda final. (LeanInstitute Brasil WEBSITE)

## 3. Fluxo Contínuo

No terceiro passo, deve-se dar "fluidez" para os processos e atividades que restaram. Isso exige uma mudança na mentalidade das pessoas, deixar de lado a ideia que a melhor alternativa está na produção por departamentos. (LeanInstitute Brasil WEBSITE)

Constituir um fluxo contínuo é uma tarefa difícil do processo. É, também, a mais estimulante. O efeito imediato da criação de fluxos contínuos pode ser sentido na redução dos tempos de fabricação de produtos, de processamento de pedidos e em estoques. Ter a capacidade de desenvolver, produzir e distribuir rapidamente dá ao produto uma "atualidade": a empresa pode atender a necessidade dos clientes quase que instantaneamente. (LeanInstitute Brasil WEBSITE)

## 4. Produção Puxada

Permite inverter o fluxo produtivo: as empresas passam a não empurrar os produtos para o consumidor através de descontos e promoções. O consumidor passa a puxar o fluxo de valor, reduzindo a necessidade de estoques e valorizando o produto. Sempre que não se consegue estabelecer o fluxo contínuo, conectam-se os processos através de sistemas puxados. (LeanInstitute Brasil WEBSITE)

## 5. Perfeição

E o último passo para o Pensamento Enxuto, deve ser o objetivo constante de todos envolvidos nos fluxos de valor. A busca pelo aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal deve nortear todos os esforços da empresa em processos transparentes, em que todos os membros da cadeia (montadores, fabricantes, distribuidores e revendedores) tenham conhecimento profundo do processo como um todo, podendo dialogar e buscar continuamente melhores formas de se criar valor. (LeanInstitute Brasil WEBSITE)

A figura 2 mostra o fluxo dos princípios do Pensamento enxuto de forma sequencial.

Figura 2 - Fluxo dos cinco princípios do Pensamento Enxuto



Fonte: Adaptado WOMACK (1997)

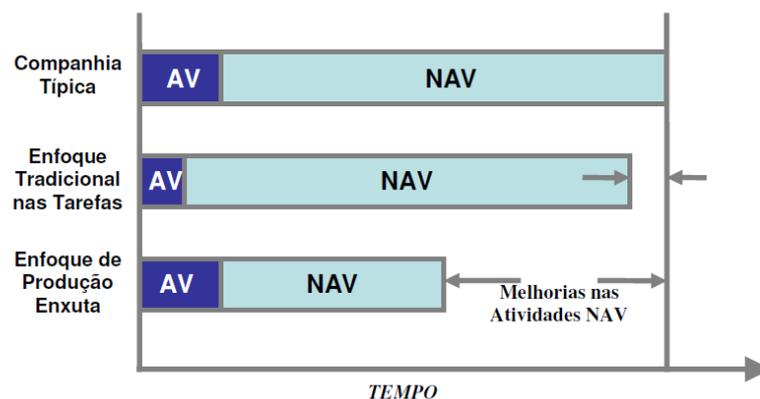
### 2.2.3. Os 7 desperdícios

Segundo Liker (2005), no Sistema Toyota de Produção, a identificação e separação de atividades que agregam valor dos que não agregam no produto final, vem dá busca contínua de eliminação de desperdícios. A Figura 3 mostra a diferenciação do impacto das melhorias sobre o tempo gasto na produção de uma mercadoria com atividades que agregam valor e com as que não agregam

Desperdício é qualquer atividade humana que absorve recursos, como a mão de obra e energia, mas não cria valor para o cliente e não atende a suas necessidades. (WOMACK, 2004). Estas atividades no sistema de produção podem ser divididas em três tipos:

- Atividades que agregam valor (AV): são atividades que, aos olhos do cliente final, tornam o produto ou serviço mais valioso. (Ex: montagem)
- Atividades que não agregam valor (NAV): são atividades que, aos olhos do cliente final, não tornam o produto mais valioso e não são necessárias mesmo nas atuais circunstâncias. (EX: movimentação)
- Atividades necessárias, mas que não agregam valor: são as atividades que, aos olhos do cliente final, não tornam o produto ou serviço mais valioso, mas que são necessárias a não ser que o processo atual mude radicalmente. (Ex: inspeção de qualidade)

Figura 3– Diferenciação do impacto das melhorias sobre o tempo gasto na produção de uma mercadoria com atividades que agregam valor e com as que não agregam.



Fonte: Adaptado de HOMINISS (2007).

Os setes grandes tipos de perdas sem agregação de valor foram classificados pelo STP:

**Superprodução:** “Produção de itens para os quais não há demanda, o que gera perda com excesso de pessoal e de estoque e com os custos de transporte devido ao estoque excessivo” (LIKER, 2005, pag. 48-49). Esta é a pior das sete perdas, pois engana a quem acha que superprodução significa “produção acima da meta”, além de, esconder todos os outros

desperdícios. Pode ser dividida em dois tipos: Superprodução por antecipação e Superprodução por quantidade.

**Espera (tempo sem trabalho):** São longos períodos de ociosidade, ou seja, funcionários que servem apenas para vigiar uma máquina automática ou que ficam esperando pelo próximo passo na atividade, processamento, ferramenta, informação, peça, etc., ou que simplesmente não tem trabalho para fazer devido a atrasos no processamento, interrupção do funcionamento de equipamentos e gargalos (LIKER, 2005, pag.48-49). Resultando em *lead times* altos e pouca produtividade.

**Transporte:** Segundo Liker (2005), são movimentos excessivos de estoque e pessoas por longas distâncias, transporte ineficiente ou movimentação de informações, materiais, peças ou produtos acabados entre os processos, ou dentro do estoque.

**Superprocessamento:** São atividades desnecessárias para processar peças. Processamento ineficiente devido a uma ferramenta ou ao projeto de baixa qualidade do produto ou quando se oferecem produtos com qualidade superior à que é necessária (LIKER, 2005, pag. 48-49). Segundo Ohno (1997), toda a atividade que não agrega valor ao cliente deve ser eliminada, sem afetar características e funções básicas dos produtos, pois utiliza recursos da empresa.

**Estoque:** Excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou de produtos acabados, causando *lead time* longos, produtos danificados, atrasos, custo de transporte, de armazenagem, com operários, espaços físicos e manutenção. Além disso, o estoque em excesso oculta problemas, como desbalanceamento de produção, entregas atrasadas dos fornecedores, defeitos, equipamentos em conserto e longo tempo de *setup*. (LIKER, 2005, pag. 48-49)

**Movimento desnecessário:** São movimentos desnecessários que os funcionários realizam durante o trabalho, tais como procurar, pegar ou empilhar peças, ferramentas, etc. (LIKER, 2005, pag.48-49). Segundo Shingo (1996), este desperdício ocorre devido ao mal dimensionamento do tempo e movimento durante o processo produtivo. Podendo ser racionalizada em conjunto com *takt-time* para reduzir estas perdas.

**Defeitos:** Produção de peças defeituosas ou produto fora do padrão de qualidade e das especificações necessárias. Consertar, retrabalhar, descartar ou substituir a produção e inspecionar significam perdas de manuseio, tempo e esforço (LIKER, 2005, pág.48-49). No Sistema Toyota de Produção, a eliminação deste desperdício geralmente é feita no final dos sub-processos de produção através do *poka-yoke* (SHINGO, 1996).

A eliminação total dessas perdas pode aumentar a eficiência de operação por uma ampla margem. Para fazê-lo, devemos produzir apenas a quantidade necessária, assim dispensando o trabalho extra. (OHNO, 1997).

Existe uma relação entre os sete desperdícios e as ferramentas enxutas para eliminação das mesmas, como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Relação entre os sete desperdícios e as ferramentas enxutas utilizadas para eliminá-las



Fonte: Adaptado de GIANNINI (2007)

## 2.2.4. Ferramentas para o Pensamento Enxuto

### 2.2.4.1. Kaizen

“*Kaizen* é uma palavra japonesa que tem como origem as palavras Kai (Mudar) e Zen (Melhor), ou seja, Melhoria Contínua.” (ARAÚJO, 2009)

A ferramenta *kaizen* foi criada no Japão pelo Taichi Ohno, com o objetivo de reduzir os desperdícios gerados nos processos produtivos, à procura de melhoria contínua, da qualidade dos produtos e o aumento da produtividade com mínimo de investimento. Esta ferramenta utiliza questões estratégicas com base no tempo. Os pontos principais para os processos produtivos são: a qualidade, os custos, a entrega pontual. (IMAI, 2008)

De acordo com Imai (2008), o método *Kaizen* tem cinco elementos fundamentais:

- Trabalhar em equipe;
- Disciplina pessoal;
- Sugestões contínuas de melhorias;
- Eliminação de desperdícios;
- Tornar o trabalho mais fácil para as pessoas.

Segundo Perin (2005), o acumulo de pequenas melhorias é frequentemente maior que uma grande melhoria. E é na execução dessas pequenas melhorias que se encontram os eventos *Kaizen*.

Um evento *Kaizen* acontece quando uma equipe de trabalho focada e treinada realiza uma melhoria brusca em um processo, em um curto intervalo de tempo. Durante o evento, após as equipes serem treinadas, são feitas análises da condição atual e uma projeção da condição ideal. Seguidamente, o foco da equipe é trabalhar para que a condição atual chegue à condição ideal desejada (SAIA, 2009).

De acordo com Ortiz (2009), o objetivo desses eventos é que as equipes de diversas áreas da empresa realizem atividades diferentes daquelas com as quais estão habituados a fazer no seu dia-a-dia. As equipes devem ser sempre estimuladas pelos seus gerentes a sugerir melhorias em suas áreas de trabalho. Não só nos eventos, mas em toda jornada de produção. A Figura 5 mostra os pontos que a ferramenta *Kaizen* cobre, simbolizado por um guarda-chuvas.

Figura 5 – Guarda-chuva do Kaizen



Fonte: IMAI, 1990

#### 2.2.4.2. 5S

Uma das ferramentas de melhorias que consiste em uma sistemática voltada para organização e limpeza do ambiente de trabalho. Tem o objetivo de aumentar a produtividade, diminuir os desperdícios nos processos, motivar o funcionário e reduzir o índice de acidentes. O nome 5S corresponde às iniciais de 5 expressões japonesas, iniciadas com a letra S representativas para a sua implantação. (CORREA & CORREA, 2004). Os 5 sentidos são:

*Seiri*(Senso de Utilização): É a primeira etapa, e consiste em identificar e eliminar itens desnecessários, como peças ou ferramentas em excesso, deixando apenas no ambiente de trabalho os materiais úteis.

*Seiton*(Senso de Ordenação): Esta etapa se trata do mapeamento de um lugar para cada material, organizar o posto de trabalho e deixar os materiais em fácil localização. Assim, eliminando a perda de tempo e eficácia.

*Seiso*(Senso de Limpeza): Consiste em criar procedimentos de limpeza, manter o ambiente limpo e em ótimas condições de uso e arrumação, utilizando um método de controle para que isto aconteça.

*Seiketsu*(Senso de Padronização): É a etapa de padronização das três primeiras etapas. Utiliza-se um método que visa à manutenção daquilo que já foi melhorado.

*Shitsuke*(Senso de Auto-disciplina): A etapa final tem como objetivo manter todos os recursos anteriores. Consiste no trabalho contínuo para o alcance de mais resultados e melhorias.

O 5S são fundamentais no Pensamento Enxuto, no que diz respeito a confiabilidade, visibilidade dos problemas, eliminação dos desperdícios, otimização do espaço, maior segurança, controle e aperfeiçoamento da qualidade (SONIA MOREIRA, 2011)

#### 2.2.4.3.Kanban

O kanban (“etiqueta”) é uma ferramenta simples, direta de comunicação e eficaz para se atingir qualidade e produtividade, localizada em um ponto que é necessário, como mostra a Figura 6.

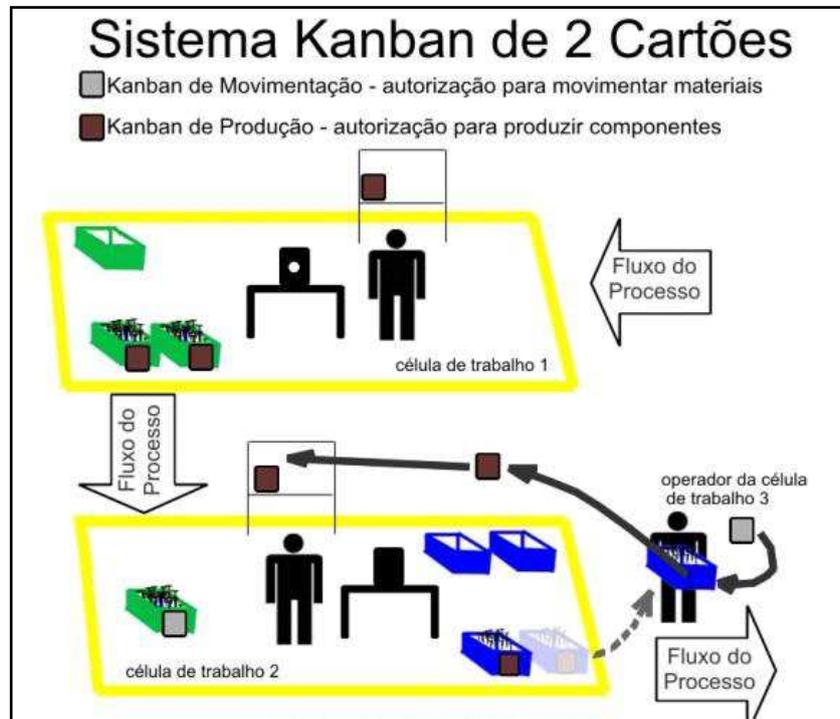
É uma técnica de gestão de materiais e de produção *Just-in-Time* que é controlado através do movimento do cartão. Constituído por um método de “puxar” as necessidades de produtos acabados, sendo assim, o oposto dos sistemas de produção tradicionais (MOURA, 2003).

Possui forma de ordenar o trabalho, definindo como produzir, como transportar e onde entregar. O cartão, ou sinal funciona como uma alerta da produção, coordenando a produção de todos os itens e controlando visualmente a produção (MOURA, 2003).

Com a aplicação da ferramenta, o material em processo é limitado e controlado pelo número de cartões em circulação, as necessidades de reposição são identificadas visualmente e o desperdício é eliminado. Além disso, a eficácia do sistema pode ser medida através da redução do número de cartões em circulação (SILVA MOREIRA, 2011)

Segundo Smalley (2004), existe dois principais tipos de kanban: Kanban de produção ou fabricação, que sinaliza quando necessita executar algo; Kanban de retirada ou movimentação, que sinaliza quando algo precisa ser removido ou movimentado do estoque.

Figura 6 - Sistema *Kanban* de dois cartões



Fonte: (<http://www.gestaoindustrial.com/index.php/industrial/manufatura/lean-manufacturing>)

#### 2.2.4.4. Supermercado

“O supermercado é um inventário posicionado no local certo e na quantidade certa para atender aos clientes que não querem esperar por todo o tempo de processamento do produto” (Araújo, 2009).

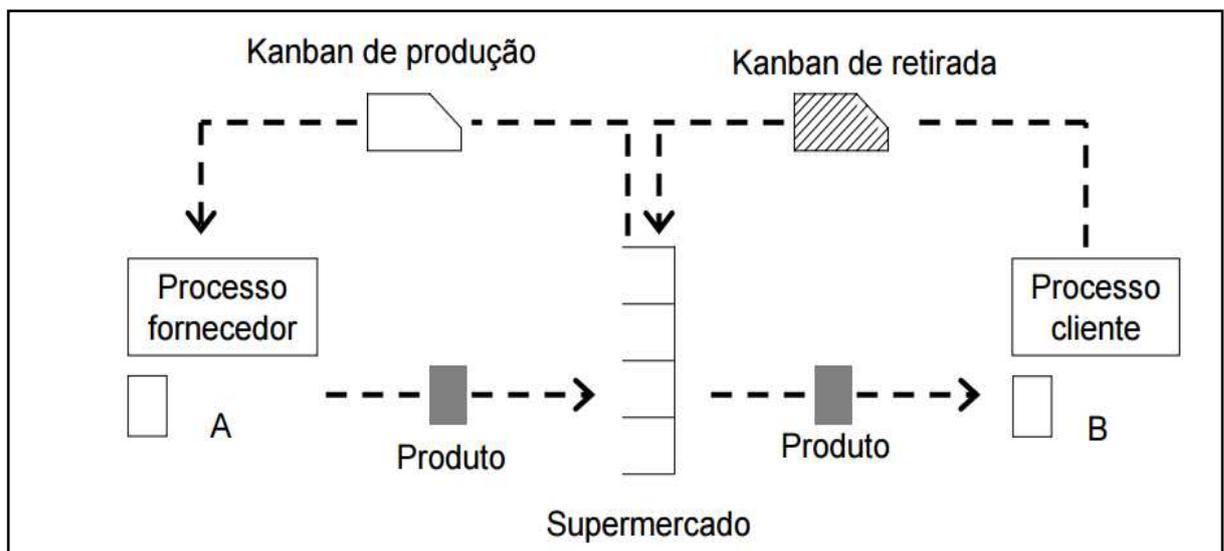
De acordo com Araújo (2009), é responsável pelo armazenamento de peças de fornecedores e pelo reabastecimento de produtos acabados ou intermediários. O supermercado pode ser definido como uma conexão entre os processos internos de uma fábrica.

Neste pequeno armazém, ainda de acordo com Araújo (2009), a quantidade de peças deve ser equivalente ao consumo. E o tempo de reabastecimento é tão significativo quanto ao nível de consumo, pois o supermercado pode ser calculado a partir do tempo de

reabastecimento, da média de consumo e de alguns relativos desvios, a Figura 7 mostra um exemplo de supermercado.

Cada supermercado está correlacionado a um processo que fabrica apenas o necessário para repor o que foi já retirado, utilizando o Kanban como ferramenta para sinalizar quando é necessário o reabastecimento. A desvantagem desse sistema é que um processo precisa manter um estoque com todas as peças que produz o que pode não ser prático caso a variedade de peças seja muito grande.

Figura 7 – Sistema de Supermercado e *kanban*



Fonte: ([https://uscs.edu.br/comu/aacc/material\\_disponivel/curso\\_manufatura\\_enxuta.pdf](https://uscs.edu.br/comu/aacc/material_disponivel/curso_manufatura_enxuta.pdf))

#### 2.2.4.5. Metodologia A3 - Solução de problemas

O uso da metodologia A3, como ferramenta para comunicação do andamento ou das soluções de problemas encontrados, oferece através de um modelo A3 um resumo consistente das atividades e auxilia na compreensão do leitor, mesmo que não esteja ainda bastante familiarizado com a ferramenta. (LIKER, 2006)

Shook (2008) afirma que o modelo A3 conduz o diálogo e a análise mais profunda do problema, sendo uma ferramenta bastante eficaz na elaboração de contramedidas eficientes baseadas em fatos.

Segundo Dennis (2009), as análises consistem na busca pela eliminação ou resolução dos problemas, sendo estes:

**Muri**– Sobrecarga; Operações difíceis ou em excesso que dificulta a atividade do operador.

**Mura**– Flutuações; Problemas que causam variações em uma mesma atividade; Anomalias ou instabilidades na produção/produto.

**Muda** – Todos os tipos de desperdícios; Atividades que não agregam valor.

Para isso, o modelo A3 costuma trazer os seguintes elementos: Histórico, Condição Atual, Condição Meta, Análise, Proposta / Resultados e Cronograma. (LIKER, 2006)

De acordo com a Liker (2006), a forma lógica e padronizada com que apresenta os dados é aproveitada para auxiliar na resolução de questões sistêmicas, que afetam diretamente os indicadores-chave da organização. Nesse contexto, surge o A3 Solução de Problemas, que constrói de maneira estruturada as etapas necessárias para desdobrar e encontrar a causa-raiz desses problemas, permitindo solucioná-los de modo definitivo. Além de evitar reincidências, permite multiplicar as soluções para situações semelhantes.

Para aplicar a ferramenta, segundo a Liker (2006), é necessário seguir os seguintes passos:

- Clarificar o Problema
- Desdobrar o Problema
- Definir a Meta
- Analisar a Causa Raiz
- Desenvolver Contramedidas e Soluções
- Implementar o Plano de Ação
- Avaliar o Processo e o Resultado
- Padronizar e Replicar

#### 2.2.4.6. Gestão Visual - FMDS

Gestão Visual é um sistema de aprendizado e desenvolvimento que auxilia a equipe a gerenciar a rotina. O objetivo principal é desenvolver pessoas, com foco no dia-a-dia do “chão” de fábrica e seus desafios.

É necessário demonstrar, visualmente, a condição de gerenciamento dos resultados das atividades diárias, vinculados às metas, e assim, promover a comunicação em duas vias,

criando um ambiente que exponha as condições anormais e conduza à resolução por meio da ferramenta de Solução de Problemas, proporcionando desenvolvimento das equipes, como mostra a Figura 8.

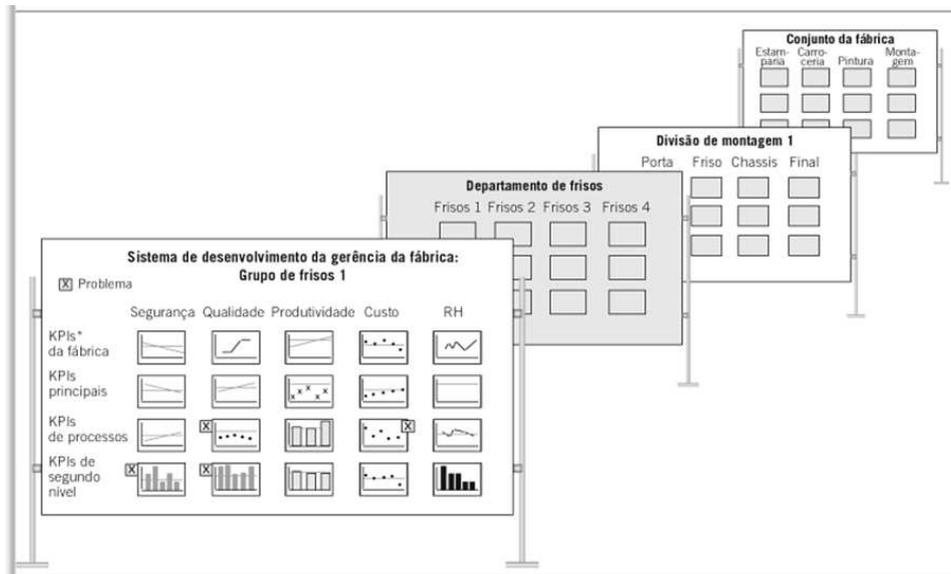
O FMDS (Sistema de Desenvolvimento de gestão de chão de fábrica) tem como instrumento central o sistema de gestão visual que liga o desempenho diário de cada área de trabalho as métricas da empresa. Define-se um espaço próximo a as áreas de trabalho para reuniões diárias, onde os líderes fixam em quadros ou paredes, diagramas, gráficos e informações codificadas em cores (amarelo, verde, vermelho) (LIKER E CONVIS, 2013, pag.157).

“Os diagramas e gráficos mostram todo o status em relação a um objetivo – o padrão a ser alcançado” (LIKER E CONVIS, 2013, pag.157). As métricas são divididas pelo título de qualidade, produtividade, segurança, gestão de pessoas e custos.

De acordo com a Liker e Convis (2013), os cinco passos para rodar o FMDS são:

- Conexão entre as diretrizes da empresa e as atividades diárias;
- Esclarecer os problemas que impede alcançar as metas;
- Envolvimento da equipe na solução dos problemas priorizados;
- Acompanhamento frequente das atividades e resultados destas soluções;
- Definir o próximo desafio;

Figura 8: Métricas visuais alinhadas do topo à base.



Fonte: Liker, 2013

#### 2.2.4.7. Nivelamento de Produção – *Heijunka*

Segundo Shama (2003), o nivelamento de produção se baseia em adaptações dos volumes de produção à demanda do cliente, considerando as oscilações, tanto em volume quanto em variedade de produtos. O objetivo é manter um ritmo de produção firme e utilizar o estoque gerado, em certos momentos, para amortecer as variações de demanda.

Ele procura manter o volume total produzido o mais constante possível, uniformizando a produção (GIANNINI, 2007). Geralmente isso é feito através do *talk time*, baseado em uma média de demandas.

Segundo Dennis (2009), o *heijunka* traz como benefícios: Redução de estoques, menor ocupação de espaço, *lead time* curto, fabricação de grandes quantidades de produtos diferentes, menor desequilíbrio e sobrecarga nos operadores.

#### 2.2.4.8. Poka-Yoke

“Termo japonês que significa à prova de erros. Consiste em um conjunto de procedimentos e/ou dispositivos cujo objetivo é detectar e corrigir erros em um processo antes que se transformem em defeitos percebidos pelos clientes.” (Werkema, 2012)

É um dispositivo para a prevenção de defeitos, assegurando que as condições apropriadas existem antes de executar uma etapa do processo. (MOURA, 2003).

De acordo com Shingo (1996), o *poka-yoke* não é um sistema de inspeção, mas um método de detectar defeitos ou erros que podem ser usados para satisfazer uma determinada função de inspeção.

De acordo com Wernema (2012), as categorias do *poka-yoke* se dividem em:

Poka-Yoke de prevenção: Aplica métodos que não permitem a ocorrência do erro.

Poka-Yoke de detecção: Dispositivos que interrompem o processo (Poka-Yoke de controle) ou emitem alguma sinalização (Poka-Yoke de advertência), quando um erro é cometido, de modo que o responsável o mais rápido possível.

Estes mecanismos podem ser elétricos, mecânicos, visuais, humanos, ou qualquer outra maneira que previna ou reduza a probabilidade de uma execução incorreta. (GRABAN, 2009).

#### 2.2.4.9. Trabalho Padronizado

É um conjunto de procedimento de trabalho que estabelece os métodos mais eficientes, confiáveis e seguros, assim como as sequências para cada processo e cada trabalhador. (ORTIZ, 2009)

O TP é a junção de posto de trabalho, capacitação e instrução do trabalho. “Estas instruções podem ser de montagem, setup, de troca, mapas e rotas de manejo de materiais, procedimentos de limpeza e procedimentos de ativação” (ORTIZ, 2009).

O Trabalho Padronizado tem dois propósitos: O Primeiro é clarificar as regras do método de produção, sendo a base para a produção e para o gerenciamento de produção. E é a forma mais eficiente de se fazer um trabalho considerando segurança, qualidade e produtividade. O segundo propósito é ser base para o *Kaizen*, pois sem padrão, não há *Kaizene* é impossível distinguir a condição normal x anormal. Estabelecendo um padrão podemos identificar o *muri, mura e muda* (LIKER E MEIER, 2006).

Para que o trabalho padronizado exista e seja eficiente, ele é constituído de três elementos:

*Takt time* - Tempo de produção disponível pelo índice da demanda do cliente. Define o ritmo de produção de acordo com o ritmo de demanda do cliente;

Sequência de trabalho repetível - em relação à frequência e conteúdo de trabalho;

Estoque padrão em processo - necessário para manter o fluxo suave e ininterrupto.

Segundo a LIKER e MEIER (2007), o TP é classificado em três tipos:

**Tipo 1:** Processo altamente repetível em termos de sequência, frequência e conteúdo de trabalho. Possui os três elementos e podem ser estabelecidos.

**Tipo 2:** Processo é repetível, mas contém variações de modelo ou tipo de produto resultando em variação do tempo de ciclo.

**Tipo 3** - Processo onde pode ser difícil estabelecer o tempo de ciclo devido á variação na sequencia ou no conteúdo de trabalho de ciclo para ciclo. O conteúdo do trabalho pode ser



Uma pessoa que opera um equipamento deve seguir determinadas tarefas de setup e execução, que deve estar associado a um padrão de tempo. Deste modo, garante a produtividade mais elevada e o melhor uso do tempo o operador. (ORTIZ, 2009)

#### 2.2.4.10. TPM (Manutenção Produtiva Total)

“Série de práticas destinadas a garantir que cada máquina em um processo de produção seja sempre capaz de realizar as tarefas necessárias para que a produção jamais seja interrompida” (WOMACK, 2004, pág.368).

Fogliato (2009) afirma que a Manutenção Produtiva Total pode ser considerada um conjunto de atividades e técnicas com o objetivo de aumentar a capacidade dos equipamentos e processos utilizados pela empresa. Ela abrange tanto a manutenção dos equipamentos, como também os aspectos relacionados à sua instalação e operação. Podem ser aplicadas ou planejadas pelo próprio operador, com a contribuição da manutenção das áreas.

“É uma ferramenta bastante ampla, envolvendo pessoas, máquinas e equipamentos, visando maximizar a eficiência do processo e a qualidade do produto” (TINOCO, 2010).

Para o desenvolvimento da execução da TPM, são realizadas cinco atividades: “Capacitação de recursos humanos; Implementação de melhorias nos equipamentos; Estruturação da manutenção autônoma; Estruturação da manutenção planejada e Estruturação para controle de novos equipamentos” (FLOGIATO, 2009)

De acordo com Fogliato (2009), essas atividades envolvem os cinco pilares básicos que suportam a TPM. Os pilares são:

- Melhorias Individuais: Melhorias específicas nas máquinas.
- Atividades de Manutenção Autônoma: Executada pelo próprio operador
- Planejamento das Atividades de Manutenção: Com o apoio em procedimentos padronizados próprios para cada equipamento;
- Educação e Treinamento: Com o objetivo de aprimorar novas habilidades e competências as pessoas.
- Prevenção da Manutenção: prevenir as perdas e quebras, aplicando soluções que facilitem ou eliminem necessidade de manutenção.

Todos esses pilares estão demonstrados na Figura 10. O TPM busca a falha zero e quebra zero das máquinas, junto com o defeito zero nos produtos e perda zero no processo. Gerando assim, um aumento da produtividade e, por consequência, uma maior competitividade para a empresa (PDCA WEBSITE).

Figura 10: Os 5 pilares da TPM



Fonte: <http://www.pdca.com.br/site/portal-tpm.html>

## 2.3. Ferramentas de apoio ao estudo

### 2.3.1. Brainstorming

Rozenfeld *et. al.* (2006 *apud* Lima, 2010) descreve *brainstorming* como uma metodologia para se encontrar soluções criativas de problemas, através da formação de um grupo de pessoas que irão sugerir soluções para o problema de forma aleatória sob um conjunto de regras simples.

Pereira (2013) descreve o *brainstorming* como uma reunião que possui uma abordagem descontraída e informal com intuito de se resolver problemas. Afirma também que essa ferramenta encoraja as pessoas a falarem suas ideias, mesmo que a princípio possam parecer ideias fracas.

O *brainstorming* é um processo estruturado, analítico que contribui para encontrar ideias para resolver problemas, e também é uma ferramenta que proporciona um ambiente livre e aberto que incentiva a participação de todos (PEREIRA, 2013).

Em um *brainstorming* em grupo, consegue se tirar proveito de toda a experiência e criatividade de todos os membros da equipe, ele ajuda todos a chegarem em conclusões onde contribuíram e reforça que todos têm ideias criativas para oferecer, onde acaba se transformando em uma grande oportunidade para se construir um bom relacionamento de confiança com a equipe (PEREIRA, 2013).

De acordo com Leffingwell (2003 *apud* Medeiros e Pinto, 2009) as principais etapas para se conduzir uma sessão de *brainstorming* começam com a seleção dos participantes em função das contribuições diretas que possam dar durante a sessão, seguida da explicação da técnica e das regras a serem seguidas pelo grupo, e então durante a sessão de *brainstorming*, proporciona-se uma boa quantidade de ideias que os participantes geram de acordo com os tópicos exigidos.

### 2.3.2. Diagrama de Causa e efeito

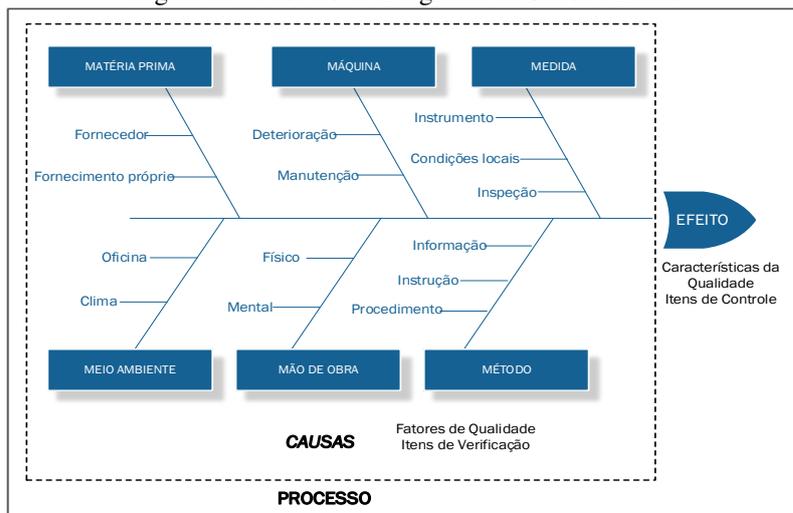
Magri (2009) afirma que o diagrama de causa e efeito, também chamado de diagrama de *Ishikawa* ou de espinha de peixe, é uma ferramenta simples da qualidade. Afirma também que Kaoru Ishikawa criou o diagrama em 1943 com sua utilização em ambientes industriais para se verificar a dispersão na qualidade dos produtos e processos. Essa ferramenta é muito utilizada para análises de problemas organizacionais e permite a identificação e análise das potenciais causas de variação do processo, como também defini a forma como essas causas interagem entre si (MAGRI, 2009).

A ferramenta apresenta as causas de um problema em forma de uma espinha de peixe, apresentando seis vertentes para análise, conhecido também como 6 M's, que são o método, mão-de-obra, materiais, medidas, máquinas e meio ambiente. Identificando as causas, é possível se buscar soluções para amenizar ou sanar o problema, como mostrado na Figura 11.

O primeiro passo para se desenhar o diagrama é se definindo o problema a ser estudado, conhecer o processo envolvido através de observação, documentação, seguida de reuniões e *brainstorming* com as pessoas envolvidas no processo para troca de ideias sobre o problema. (MAGRI, 2009).

Divisibilidade de um processo permite controlar sistematicamente cada um separadamente, podendo desta maneira conduzir a um controle mais eficaz sobre o processo todo. Controlando-se os processos menores é possível localizar mais facilmente o problema e agir mais profundamente sobre sua causa. (CAMPOS, 2004, p.21)

Figura 11 - Modelo de Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Adaptado de Campos (2004).

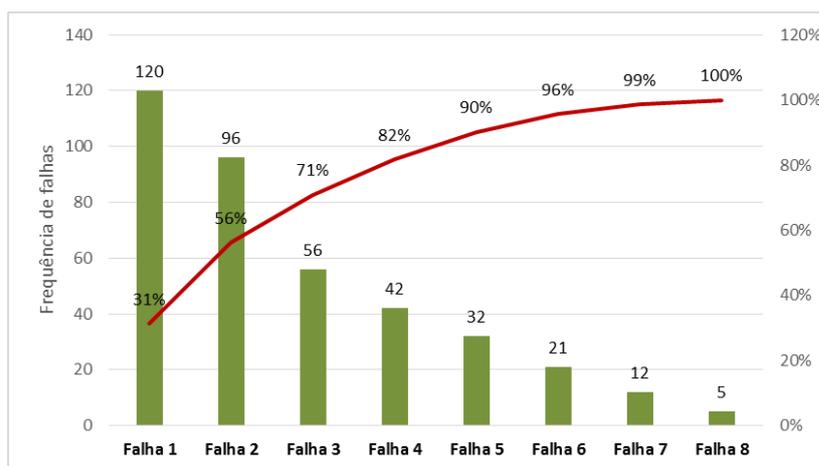
### 2.3.3. Diagrama de Pareto

De acordo com Almeida (2000), o diagrama de Pareto é um gráfico constituído por barras verticais que favorece a visualização quantitativa das causas de um problema, e sua formação demonstra a contribuição das causas em relação ao efeito global. As principais causas do problema estratificado no Pareto correspondem a 80% da totalidade.

Trivellato (2010) afirma que o princípio de Pareto foi desenvolvido pelo Sociólogo Economista italiano Vilfredo Pareto, que demonstrou em seus estudos que a distribuição de renda em Milão era muito desigual onde apenas 20% da população possuía 80% da riqueza, enquanto 80% da população ficava com os 20% que sobrava. Sendo assim, Vilfredo Pareto percebeu que essa teoria era aplicável à qualidade, chegando à conclusão de que poucas causas eram as principais responsáveis pelos problemas. O Princípio de Pareto estabelece então que um problema é principalmente causado por um reduzido número de causas, onde essas causas devem ser identificadas para realizar ações para redução ou eliminação do problema. A Figura 12 mostra o modelo de um diagrama de Pareto, relacionando falhas.

O diagrama de Pareto demonstra a importância relativa das variáveis de um problema, em outras palavras, indica o quanto cada uma destas variáveis representa, em termos percentuais, em relação ao problema geral (PEINADO; GRAEML, 2007, p.547).

Figura 12 - Modelo de Diagrama de Pareto



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

#### 2.3.4. Matriz GUT

“Matriz GUT é a representação de problemas, ou riscos potenciais, através de quantificações que buscam estabelecer prioridades para abordá-los, visando minimizar impactos” (MARSHALL JUNIOR *et al.*, 2006, p.107).

É uma ferramenta de auxílio na priorização de resolução de problemas. A matriz serve para classificar cada problema e causa, que julga-se pertinente para a empresa pela ótica da gravidade, urgência e tendência. (MARSHALL JUNIOR *et al.*, 2006).

Os critérios levam em conta pontuações de 1 a 5, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Matriz GUT

Matriz GUT			
	Gravidade	Urgência	Tendência
1	sem gravidade	pode esperar	não irá mudar
2	pouco grave	pouco urgente	irá piorar a longo prazo
3	grave	urgente, merece atenção no curto prazo	irá piorar a médio prazo
4	muito grave	muito urgente	irá piorar a curto prazo
5	extremamente grave	necessidade de ação imediata	irá piorar rapidamente

Fonte: Adaptado de LCM (2015).

### 2.3.5. 5W2H

De acordo com Sasdelli (2012) a ferramenta 5W2H é composta por seis palavras de origem inglesa: what, why, how, where, when, who, e mais a expressão howmuch, como mostrado na Tabela3.

1. What: O que será feito?
2. Why: Por que será feito?
3. How: Como será feito?
4. Where: Onde será feito?
5. When: Quando será feito?
6. Who: Quem fará?
7. Howmuch: Quanto custará?

A ferramenta 5W2H é uma ferramenta simples para utilização e é descrita como um método eficiente no auxílio à análise, para melhor conhecimento sobre o processo, problema ou mesmo ação que deverá ser tomada, um exemplo da ferramenta se encontra na Tabela2.

De acordo com Werkema (1995 apud Sasdelli 2012) a ferramenta dos 5W2H serve para elaboração de plano de ação, onde para cada tarefa constante do plano, deverá ser definido as perguntas do 5W2H.

Tabela 2 -Modelo de plano de ação – 5W2H

MODELO DE PLANO DE AÇÃO - 5W2H						
What? (O quê?)	Who? (Quem?)	When? (Quando?)	Why? (Por quem?)	Where? (Onde?)	How? (Como?)	How much? (Quanto custa?)

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

### **3. METODOLOGIA**

Este item tem por objetivo mostrar o tipo de pesquisa no qual o trabalho se baseou. Descreve os procedimentos técnicos que foram utilizados para a obtenção dos dados e tratamento dos dados.

#### **3.1. Características**

##### **3.1.1. Quanto aos Objetivos**

De acordo com Silva (2004), as pesquisas podem ser classificadas de acordo com seu objetivo geral: exploratória, descritiva ou experimental.

Para autores como Gil (2008), a pesquisa exploratória tem como finalidade esclarecer, modificar e desenvolver ideias e conceitos proporcionando maior familiaridade com o problema, formulando hipóteses ou tornando-os mais explícitos. A pesquisa descritiva visa à descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Já a pesquisa explicativa tem como objetivo central de identificar os fatores que contribuem ou determinam para a ocorrência dos fenômenos investigados.

A presente pesquisa tem por objetivo a padronização de um processo com ajuda das ferramentas da qualidade juntamente com o fundamentos da teoria do Pensamento Enxuto para auxiliar na melhoria contínua dos processos produtivos aplicando um método já bastante trabalhado na literatura, a fim de torna-lo mais conhecido e abrangente. Contudo, visa descrever as características de um fenômeno, classificando esta pesquisa como uma pesquisa descritiva.

De acordo com Gil (2008), uma das características mais interessantes da pesquisa descritiva está na utilização de técnicas padronizadas para coleta de dados como a observação sistemática, sendo inúmeros os estudos que podem ser classificados por esse título.

### 3.1.2. Quanto aos Procedimentos Técnicos

Em relação aos procedimentos técnicos, o presente trabalho é classificado com pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e estudo de caso.

Ela é classificada como pesquisa bibliográfica, pois, segundo Cervo et al. (2006) a pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências em livros, artigos, dissertações onde busca-se conhecer as contribuições científicas e culturais do passado sobre determinado tema.

O trabalho também é um estudo de caso, pois pretende analisar dados com ajudadas ferramentas da qualidade e colocar em prática os fundamentos da teoria do Pensamento Enxuto. De acordo com Gil (2008) apud Prodanov e Freitas (2013) o estudo de caso se caracteriza por ser uma pesquisa classificada como aplicada, pois busca a aplicação prática do conhecimento para a solução de problemas.

Esse trabalho também é uma pesquisa documental, pois de acordo com Gil (2008) ela se assemelha a pesquisa bibliográfica diferenciando-se pela natureza das fontes. A pesquisa documental vale-se de documentos que podem ser modificados de acordo com os objetivos da pesquisa e de materiais que ainda não receberam um tratamento analítico como documentos internos, jornais, cartas, contratos e outros.

### 3.1.3. Quanto à Abordagem

Quanto à abordagem, o estudo apresenta uma abordagem quantitativa e qualitativa, pois proporciona o tratamento de dados objetivos e subjetivos (GIL, 2008).

## 3.2. Estruturação do Estudo

Com o intuito de se alcançar o objetivo do estudo, foi estabelecido um sequenciamento das etapas do estudo de acordo.

### 3.2.1. Identificação do Problema

Toda vez que a empresa se depara com um resultado indesejado dentro de seus processos, é necessário a realização da identificação adequada do problema, delimitando seu campo de atuação e reconhecendo sua importância (prejuízos) para o processo, que após de ser detalhado para todos os envolvidos, proporcionará um aumento da eficácia da solução do problema.

Uma das formas de identificar o problema é através do estabelecimento de metas, quando a empresa almejar obter um melhoramento em determinado processo, como por exemplo, um indicador. Um problema será sempre um resultado indesejável de um processo, ou seja, o problema será sempre a meta não alcançada, sendo a diferença entre o resultado atual e um valor desejado chamado meta (CAMPOS, 1996 *apud* NASCIMENTO, 2011).

Com isso, foi realizado o acompanhamento de alguns indicadores tanto de produtividade quanto de saúde e segurança, visando sempre uma melhoria no processo.

### 3.2.2. Análise de Fenômeno com pesquisa em campo

Essa etapa irá tratar exclusivamente da análise detalhada do problema, através de observação e coleta de fatos e dados, com objetivo de descobrir todas as características do problema em questão. É aconselhado que nessa fase se despenda o maior tempo possível, pois quanto mais estratificado estiver o problema, mais fácil será de resolvê-lo (NASCIMENTO, 2011).

Nascimento (2011) afirma que para uma análise confiável, é necessário se fazer um levantamento do histórico de ocorrências do problema, através de um diagnóstico de relatos

anteriores, e assim empregar ferramentas específicas de análise e melhoria de processos, a fim de estratificar os dados do problema, facilitando a atuação sobre o mesmo.

Melo (2001) comenta que a estratificação por meio de coleta de dados, inicia-se com a observação do problema sob vários pontos de vista, como por exemplo tempo, local, tipo, sintomas, etc.

O problema também deverá ser observado *in loco*, ou seja, após um pré estudo do problema, para se coletar informações que não podem ser obtidas na forma de dados numéricos, deverá ser realizada uma observação do problema no próprio local da ocorrência. Para isso é recomendado a utilização de câmeras fotográficas e/ou filmadoras, para que o relatório de análise do problema se presente de maneira mais clara possível (MELO, 2001).

Para execução dessa fase, foram realizadas pesquisas em campo através do acompanhamento dos planos preventivos de vagões na oficina de manutenção da mineradora em estudo.

### 3.2.3. Análise do Processo

A análise do processo consiste basicamente em descobrir as causas fundamentais, ou causas raízes, relativas ao problema identificado e estudado. (NASCIMENTO, 2011). De acordo com Melo (2001), para que essa fase obtenha êxito, é necessário que haja participação das pessoas envolvidas no processo, através de um *brainstorming*. Dessa forma, todas as pessoas envolvidas com o problema identificado poderão contribuir para a solução do mesmo, analisando as causas levantadas e enriquecendo com seus pontos de vista a percepção das causas mais prováveis.

As reuniões de análise de causa devem seguir algumas premissas para que possa ser alcançado seu objetivo, identificar as causas raízes do problema que deseja se solucionar. Essas premissas se apresentam, nesse caso, sob a forma de uma metodologia de análise de causas, denominada Análise de Causa e Efeito (NASCIMENTO, 2011).

Portando, nesta etapa realizou-se reuniões com a equipe da pesquisa para ser analisada as causas levantadas nas etapas anteriores, aplicando em grupo a ferramenta do diagrama de causa e efeito, e outras ferramentas da qualidade.

#### 3.2.4. Elaboração da proposta de Plano de ação

O plano de ação é utilizado para orientar solução de problemas, priorizar ações, designar responsáveis e gerenciar o cumprimento de tarefas (FIEG; SENAI, 2002). De acordo com Falconi (1996), para se planejar as ações são necessárias reuniões de discussão com o grupo, onde todas as ações serão tomadas sobre as causas raízes.

Após as etapas de identificação do problema, análise dos dados e análise das causas, é necessário se definir ações corretivas e preventivas para atuar sobre o problema. Portanto elaborou-se ações, onde se utilizou a matriz RAB como ferramenta para auxiliar na priorização dessas ações e medidas.

#### 3.2.5. Aplicação das Ações

Esta etapa é onde é realizada a aplicação das causas mapeadas no processo de plano de ação, visando colocar em prática as principais ações e buscando resolver os problemas no processo.

## **4. ESTUDO DE CASO**

Este item aborda o estudo de caso realizado na Oficina de Manutenção de Vagões da Vale em São Luís do Maranhão.

### **4.1. Descrição da Empresa**

A VALE.SA, uma empresa global, presente nos cinco continentes e referência no setor de mineração, se tornando a segunda maior mineradora do mundo em seus 75 anos de fundação. A missão da empresa é transformar recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável e tem como visão ser a empresa de recursos naturais global número um em criação de valor de longo prazo, com excelência, paixão pelas pessoas e pelo planeta seguindo os seus valores que são seis: A vida em primeiro lugar, valorizar quem faz a empresa, cuidar do nosso planeta, agir de forma correta, crescer e evoluir juntos e fazer acontecer.

O setor da empresa em estudo, é localizado em São Luís do Maranhão, mais precisamente na Oficina Central de manutenção de Vagões de Minério na portaria do Anjo da Guarda. A Gerência de Manutenção de Vagões é composta por quatorze supervisões, onde estão ligadas diretamente entre si para tornar o processo prático e eficaz, a Figura 13 mostra o organograma da gerência.

A área é responsável, dentre outras atribuições, pela manutenção dos vagões de minérios da empresa, prezando pela qualidade e confiabilidade nos seus processos com foco em saúde e segurança de seus empregados. Vagões esses que transportam minério por 892 quilômetros de extensão de via férrea, ligando a maior mina de minério de ferro a céu aberto do mundo, em Carajás, no sudeste do Pará, ao Porto de Ponta da Madeira, em São Luís - MA. Por seus trilhos, são transportados 120 milhões de toneladas de carga e 350 mil passageiros por ano. Circulam cerca de 35 composições simultaneamente, entre os quais um dos maiores trens de carga em operação regular do mundo, com 330 vagões e 3,3 quilômetros de extensão.

Figura 13 – Organograma Gerência de Vagões



Fonte: VALE.S.A

Sendo assim, é importante e necessária a realização da manutenção de toda essa frota para garantir condições essenciais de segurança e agilidade no processo.

#### 4.1.1. Fluxo dos processos de manutenção

Na Oficina de manutenção de vagões são realizados três tipos de planos de manutenção, o plano chamado PVM01, PVM02 e Corretivas, essa última acontece quando ocorre falhas em vagões no trecho da ferrovia.

Na preventiva M01 (MPVM01) todos os vagões devem passar pela manutenção ao menos uma vez por ano de acordo com data calendário programada pelo PCM. Neste processo são realizadas atividades de inspeções dos componentes do vagão, e algum ajuste ou troca de peças se for necessário, garantindo assim a confiabilidade por um período de um ano pelo menos.

Na preventiva M02 (MPVM02) acontece, além da inspeção, a troca de componentes do vagão. Essa manutenção é realizada em intervalos de seis anos, ou seja, os vagões devem passar na oficina para serem mantidos pelo menos uma vez a cada seis anos.

A manutenção Corretiva, é realizada em vagões que tiveram problemas durante o transporte do minério, seja por defeito ou falha, se o vagão não tiver condições de transportar

minério de forma eficiente, o mesmo é direcionado para a oficina, onde o PCM programa para ser realizada a manutenção. A figura 14 mostra a descrição desses planos.

Figura 14 – Tipos de manutenção da Oficina

<b>Tipo de Manutenção realizada</b>	<b>Descrição</b>
Manutenção MPVM01	Inspeção e substituição (caso necessário) de rodeiros, truques, trações, timoneria de freio e drenos
Manutenção MPVM02	Substituição de truques, rodeiros, trações, DDVC. Inspeção e substituição se necessário da timoneria de freio.
Corretiva	Atuação no motivo pelo qual o vagão foi retido. Ex.: Rodeiro com friso fino, quebra de tração.

Fonte: Elaborada pelo Autor (2017)

Na oficina em estudo, existem quatro postos de trabalho, sendo que em cada posto dispõe de três mecânicos para realizar a manutenção. Em alguns casos tem a possibilidade de se ter um quarto mecânico, dependendo do tipo de manutenção. Mas o padrão do posto de trabalho são de 3 mecânicos.

O foco do estudo aqui realizado é diretamente no Plano MPVM01, que é atualmente o plano que se tem maior variação nos processos e que necessita de um olhar especial devido à baixa aderência à meta de produção desejada.

#### 4.1.2. Vagão e seus Sistemas

De acordo com o Manual de Vagões – VALE.SA, vagões são veículos ferroviários utilizados para o transporte de mercadorias. Veículo esse muitas vezes julgado como um simples bloco de aço, com pouca dinâmica e de não muita complexidade, mas se engana quem pensa assim. O vagão provém de muitos sistemas, que são interligados para um

propósito comum que é um transporte confiável e seguro de mercadoria. A Figura 15 mostra a visão externa de um vagão.

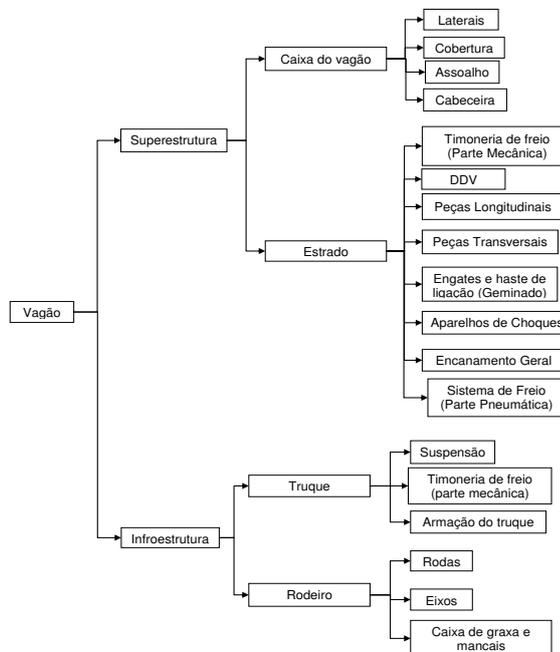
Figura 15 – Vagão para transporte de minério



Fonte: VALE.SA

Devido sua grande quantidade de componentes, a manutenção de vagões se torna bem complexa, e deve-se ter o máximo de planejamento e competência para executar essa manutenção de forma adequada. A Figura 16 mostra a estrutura de um vagão por partes.

Figura 16 – Estrutura de um vagão



Fonte: VALE.SA

#### 4.2. Identificação do problema

#### 4.2.1. Instabilidade nos processos de manutenção de vagões.

A Oficina em estudo é responsável pela manutenção adequada e confiável dos vagões de minério, buscando atingir os planos que são colocados como meta. Atingir essa meta tem sido um desafio crescente em termos de quantidade e também em condições de saúde e segurança, tendo em vista que a demanda só aumenta e necessita-se de processos mais enxutos e seguros para conseguir cumprir os planos de manutenção.

Levando em consideração dados e informações de indicadores do ano de 2016, foram mapeados alguns problemas que afetam diretamente na produtividade da oficina. Foi analisado um histórico não tão satisfatório de produção e ocorrência de saúde e segurança.

A atual oficina vinha em 2016 com redução de 50% de ocorrências (Acidentes no Trabalho) se comparado ao ano de 2015, são acidentes ocasionados por diversos motivos dentro do processo de manutenção, o ideal da empresa é a busca pelo zero acidente, onde preza em primeiro lugar pela saúde e segurança de seus empregados, fortalecendo assim a necessidade de um estudo para se buscar o zero acidente.

Além dos acidentes, outros fatores ausentam o funcionário de seu trabalho, dentre esses existem problemas osteomusculares, doenças no aparelho circulatório, traumas dentre outros. O gráfico 1 mostra um crescente absenteísmo no ano de 2016, mostrando a soma total de dias perdidos por funcionários com o absenteísmo onde boa parte dessa perda está diretamente ligada a fatores no processo de manutenção que de alguma forma tiram o funcionário de seu trabalho por motivos de saúde.

Gráfico 1 – Absenteísmo (dias perdidos por ano)

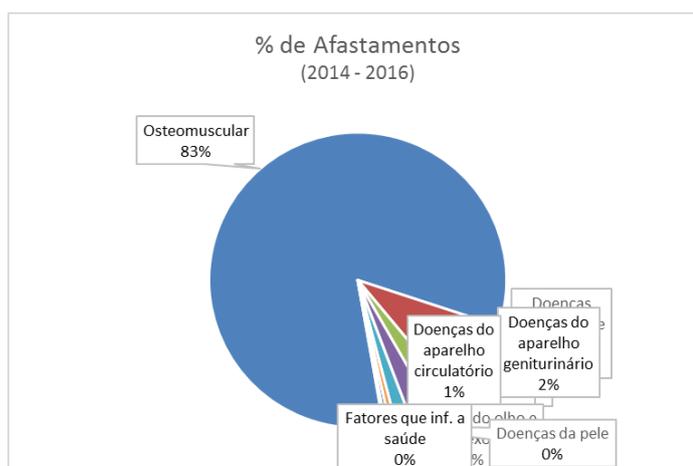


Fonte: VALE.S.A

Um grande vilão em saúde e segurança nos processos de manutenção pesada, são os problemas osteomusculares, onde são caracterizados pelo desgaste de estruturas

osteomusculares, como tendões, músculos, nervos, ligamentos dentre outros. Os mesmos impactam bruscamente na saúde física do empregado e o retira de qualquer atividade que exija esforço físico. E empresa em estudo foca sempre na melhoria dos processos visando a saúde de seu empregado, apesar de ainda existir problemas como esses. O gráfico 2 mostra as restrições de empregados por motivos, onde se destaca aos problemas osteomusculares.

Gráfico 2 – Afastamentos 2014 a 2016



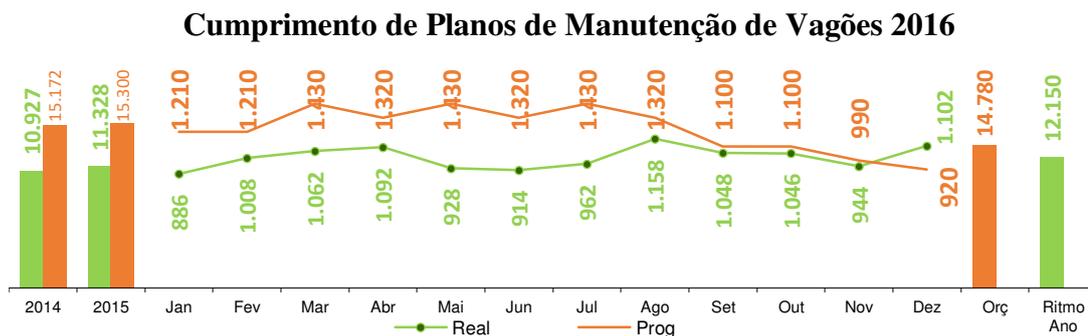
Fonte: VALE.S.A

A problemática torna evidente a necessidade de implantações de melhorias no processo visando buscar melhores métodos de trabalho.

Como não se pode falar de produtividade e estabilização sem falar em saúde e segurança, os fatores citados leva à alguns pontos de atenção e melhoria dentro dos processos de manutenção,- visando sempre um melhor ambiente de trabalho e melhores formas para se realizar uma manutenção confiável e segura.

Seguindo a identificação do problema, após citados os pontos de atenção que envolvem saúde e segurança, destaca-se também algumas oportunidades de melhoria dentro do processo de manutenção, tanto na padronização dos processos quanto na qualidade e capacitação das equipes de trabalho. Falando de produtividade, o Gráfico 3 mostra o acompanhamento de produção no decorrer do ano de 2016.

Gráfico 3 – Cumprimento de Plano 2016



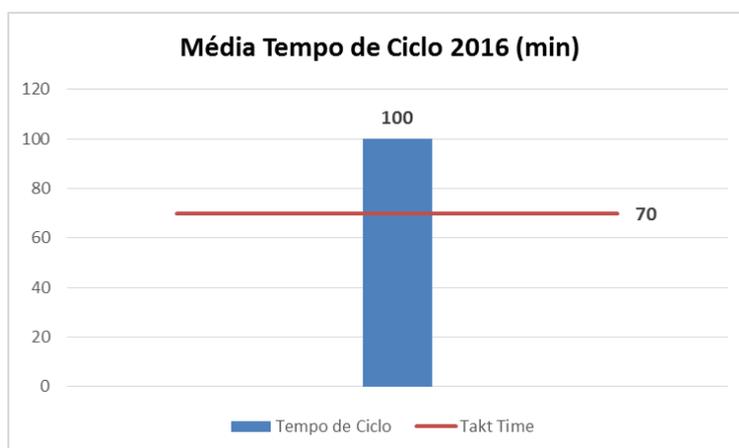
Fonte: Vale S.A

Desse total de 12.150 planos realizados no ano, 9.952 foram plano MPMV01 e 2.198 foram planos MPVM02. Nota-se também uma grande diferença entre o Ritmo Ano (quantidade de realizada) para o que foi orçado, chegando a 2630 vagões que não foram realizados manutenção.

A baixa aderência no cumprimento dos planos além de problemas extra oficina, é reflexo de certa instabilidade no processo, ou seja, não seguimento dos padrões que facilitam a realização da manutenção.

Devido à baixa padronização, com muitos tipos de desperdícios no processo de manutenção (Muda), o ciclo de manutenção, ou seja, o tempo de início ao fim da manutenção de uma dupla de vagões era de aproximadamente 100 minutos, tempo esse que extrapola o Takt Time (Tempo que se deve produzir uma peça ou produto baseado no ritmo para atender a demanda do cliente) da manutenção que é de 70 minutos, impactando diretamente na produção, como mostra a Figura 17.

Figura 17 – Tempo de Ciclo de manutenção de vagões



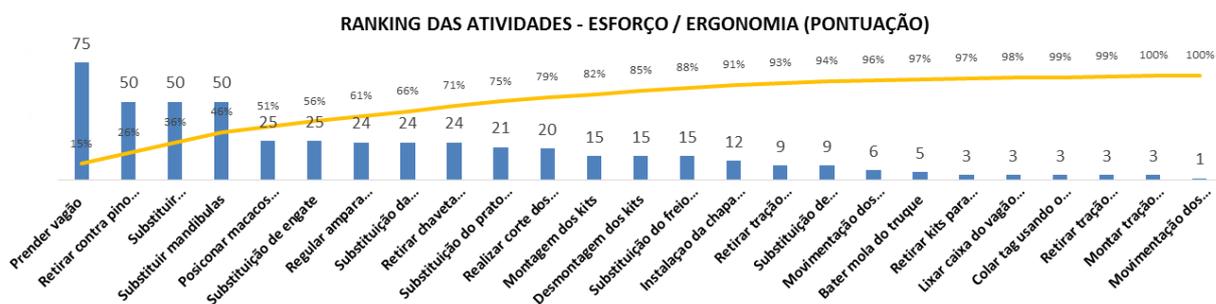
Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

Tendo conhecimento da problemática e com o apoio da literatura, foi notada uma necessidade de aplicar a metodologia do Pensamento Enxuto juntamente com suas ferramentas na manutenção de vagões.

### 4.3. Análise do Fenômeno com pesquisa em campo

Sabendo-se da importância de se fazer um levantamento detalhado das causas geradoras dos problemas encontrados, foi levantado um detalhamento com os próprios executantes, sobre o nível das atividades, relacionando esforço físico e ergonomia com a pontuação para cada atividade realizada no plano de manutenção MPVM01, como mostra a Figura 18.

Figura 18 – Ranking das Atividades Esforço/Ergonomia



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

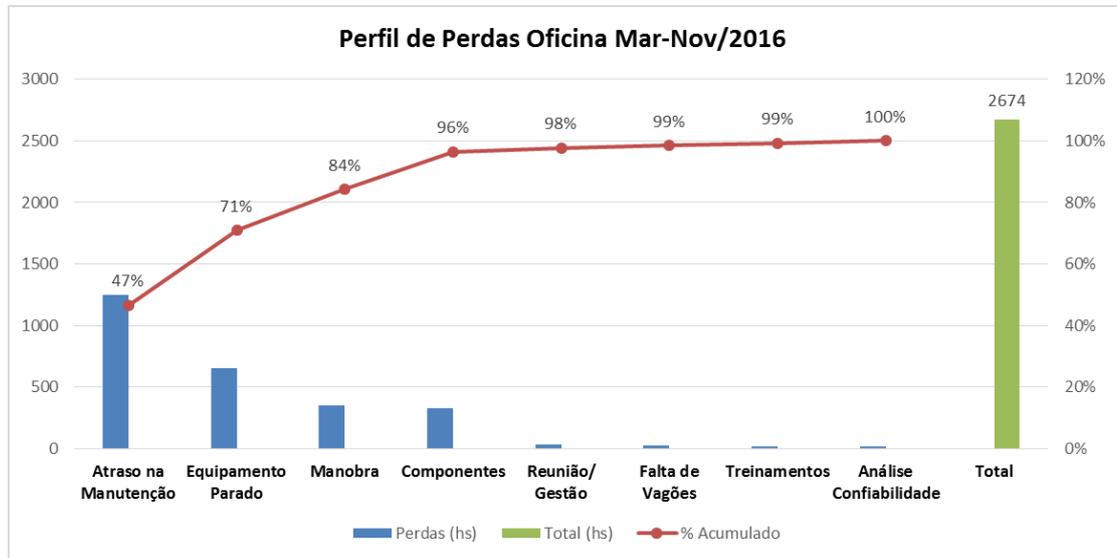
Para o cálculo do ranking foi considerado os seguintes parâmetros: Pontuação = Gravidade (1, 3, 5 ou 10) x Frequência de Exposição (1, 3, 5 ou 10)

1 = Baixa; 3 = Média; 5 = Alta, 10 = Extrema.

Todas essas atividades são necessárias para o cumprimento de um ciclo de manutenção, porém se as mesmas não forem feitas de forma adequada, na sequência ideal e com os recursos necessários, irão gerar desgaste excessivo dos mecânicos e por consequência, queda na produtividade.

Além de algumas dessas atividades impactarem no processo, existe também outros motivos que afetam diretamente na produtividade da oficina. São as perdas ocasionadas por surpresas na manutenção, surpresas desagradáveis como quebra de equipamentos, falta de materiais ou componentes entre outros. A figura 19 mostra o perfil de perdas da oficina no ano de 2016.

Figura 19 – Perdas Oficina de manutenção



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

Observa-se que 47% em Atraso na manutenção, equivale a 1248 horas, se formos fazer uma relação com um ciclo de 70 minutos, seria uma perda de aproximadamente 1076 vagões no ano. Por não dispor de uma base completa de dados, não foi possível estratificar as perdas por Atraso na Manutenção de 2016, mas sabe-se que grande parte da perda de “atraso na manutenção” é por motivo de falta de componentes para a manutenção como rodeiros, truques e por demora na troca de drenos do vagão. E “equipamentos parados” entram Ponte Rolante, macacos Hidráulicos e Dispositivo de troca de Tração. Além desses problemas, ainda, atualmente era possível observar grandes perdas devido falta de padrão das atividades (Mura).

#### 4.4. Análise do Processo

Após todos os dados e fatos coletados na Análise do Fenômeno, foi reunido um grupo de especialistas juntamente com os mecânicos para realizarmos um *brainstorming*, onde foi levantado a discussão das prováveis causas que levariam a não padronização da manutenção e consequentemente a perdas no processo.

#### 4.4.1. Causas Levantadas

Nessa reunião foram levantadas todas as possíveis causas de desperdícios apontados nas observações em campo. Destacando as principais para logo após fazer um estudo mais aprofundado. Após as definições das causas, elaborou-se um diagrama de *Ishikawa*.

O problema era voltado para a falta de padronização e estabilidade nas atividades de manutenção de vagões, juntamente com os riscos de saúde e segurança causados devido a esse problema e levando assim a não proximidade do Takt Time e muito menos ao cumprimento dos planos de manutenção.

Dentro do critério de medida entre instrumentos de medição com baixa leitura, avariados e com falta de padrão de medição.

Dentro do critério de método se destaca a falta de planejamento para a execução das atividades, atividades realizadas com falhas em higiene e segurança.

Dentro do critério de pessoas, tem-se a mão de obra insuficiente, falta de capacitação e saúde física e mental abalada.

Dentro do critério de máquinas, foi levantado falta de cronograma de manutenção preventiva das mesmas, baixa automação e deterioração por mal uso.

Dentro de ambiente destaca-se ambiente escuro para executar algumas atividades, calor excessivo devido à má ventilação da oficina e layout da oficina desfavorável.

E por fim, dentro de Materiais, uma grande perda, destaca-se armazenamento indevido, falta de condições iniciais nos postos e baixa gestão de materiais. Todos esses critérios podem ser encontrados no Diagrama de Causa e Efeito representado na figura 20

Figura 20 – Diagrama de Causa e Efeito da falta de padrão das atividades da manutenção



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

#### 4.4.2. Priorização das Causas

Após o levantamento das principais causas do problema, utilizou-se a ferramenta da Matriz GUT para a priorização das causas mais graves naquele momento, mais urgentes e que possuíssem maiores tendências para agravarem o problema.

Na matriz destaca-se a presença de ferramentas pesadas, onde é ruim tanto para a saúde quanto para a execução da tarefa, destaca-se também a falta de capacitação da turma em treinamentos sobre pensamento enxuto, o ambiente escuro para algumas atividades também foi relatado juntamente com a falta de condição inicial de materiais próximo ao posto de trabalho e também o baixo número de instruções de trabalho. Algumas dessas causas estão descritas conforme suas classificações na Tabela 3.

Tabela 3 – Matriz GUT aplicado

N°	CAUSAS	G	U	T	TOTAL
1	Ferramentas e Máquinas pesadas	5	4	4	13
2	Falta de Treinamento e Capacitação	5	4	4	13
3	Ambiente escuro para algumas atividades	4	4	4	12
4	Falta de condição inicial de materiais próximo ao posto	4	4	4	12
5	Falta de Instruções de trabalho	4	4	4	12
6	Armazenamento indevido de materiais	5	3	4	12
7	Falta de coronograma de man. Preventiva das máquinas	5	4	2	11
8	Instrumentos de medição com baixa leitura	4	4	3	11
9	Instrumentos de medição avariados por mal uso	4	4	3	11
10	Atividades realizadas sem priorização de higiene e segurança	4	3	3	10
11	Falta de sequência de atividades por mecânico	5	3	2	10
12	Falta de planejamento para executar as atividades	4	4	2	10
13	Baixa gestão de materiais	4	4	2	10
14	Retrabalhos gerados por falta de divisão das tarefas	3	3	3	9
15	Falta de padrão de medição	4	3	2	9
16	Calor Excessivo devido a má ventilação	4	3	2	9
17	Layout da oficina desfavorável	3	3	2	8
18	Atrasos por indisciplina	3	3	2	8
19	Falta de água	4	2	1	7
20	Deteriorização de máquina por mau uso	3	2	1	6
21	Fatores externos	3	2	1	6

Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

#### 4.5. Elaboração de Propostas de Plano de Ação

Após levantada e classificadas as causas, foram novamente realizadas novas reuniões para decidir a criação de algumas ações em cima das principais causas encontradas nas reuniões e análises anteriores. Para isso utilizamos da ferramenta 5W2H, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Plano de Ação 5W2H

5W					2H		Status
O quê? (What?)	Porque? (Why?)	Onde? (Where?)	Quem (Who?)	Quando (When?)	Como? (How?)	Quanto custa? (How much?)	
Treinamento dos mecânicos na Metodologia do Pensamento Enxuto	Necessidade de aprendizado sobre o tema pensamento enxuto para aplicação na área	Auditório da CCPV	Erick Silveira	01/03/2017	Apresentação, dinâmicas e resolução práticas de problemas	-	
Disponibilizar cursos de Saúde, Segurança e Meio ambiente para os mecânicos	Reforçar o principal valor da empresa: Vida em primeiro lugar	Auditório Valer	SESMT	20/03/2017	Mostrando exemplos práticos de saúde e segurança no trabalho	-	
Aplicar o método de padronização do trabalho (Pensamento Enxuto)	Otimizar o processo de manutenção	Oficina de manutenção	Equipe de Apoio e Melhoria	20/05/2017	Aplicando na área com os mecânicos	-	
Incentivar e dar recursos para a criação de ferramentas que ajudam na manutenção (Kaizens)	Melhorar o processo tanto produtivo quanto principalmente em ergonomia e qualidade de vida	Oficina de manutenção	E.M juntamente com os mecânicos	Durante o ano de 2017	Dando recurso e incentivando a melhoria contínua	-	
Criar condições iniciais de materiais próximo aos postos de trabalho	Diminuir o espaço percorrido pelos mecânicos para buscar material	Oficina de manutenção	Equipe de Apoio e Melhoria	31/abr - 31/jun de 2017	Trazendo material pra próximo do posto de trabalho	-	

Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

Além dessas, muitas outras ações foram implantadas, porém essas citadas na tabela foram a chave para o início de um grande ganho na oficina de manutenção de vagões.

#### 4.6. Aplicação das Ações com Apoio das Ferramentas do Pensamento Enxuto

Conforme foi definido nos objetivos específicos, elaborou-se algumas etapas para auxiliar o desenvolvimento deste estudo de caso: Treinamento de pessoas, Identificação das atividades realizadas, Identificação dos desperdícios e Aplicação das ferramentas na área.

#### 4.6.1. Treinamento de Pessoas

A primeira etapa para o desenvolvimento do estudo de caso foi a aplicação de treinamento para a equipe envolvida na área, sobre os conceitos e ferramentas do pensamento enxuto, a sua importância e os benefícios que estas ferramentas podem contribuir para as áreas, como mostra a imagem 21.

Figura 21 - Treinamento pensamento enxuto.



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

Quando se busca por melhorias em determinado processo, e o mesmo é executado por pessoas que não detêm de novas técnicas de melhoramento das atividades, vale muito a pena investir na capacitação, por consequência o retorno virá de forma natural, pois quando se investe em treinamentos, se consegue melhoria na execução das atividades.

O treinamento sobre Pensamento Enxuto foi realizado em março de 2017 conforma proposto no plano de ação, visando mostrar em atividades práticas, como a organização inicial do espaço de trabalho juntamente com a utilização de boas ferramentas contribuem para uma manutenção mais segura, com qualidade e no intervalo de tempo determinado. A Figura 22 mostra a lista de participação e conclusão no treinamento de pensamento enxuto

Figura 22 – Lista de Treinamento da Metodologia Pensamento Enxuto

Sobrenome do Mecânico	Tipo da Ação	Título da Entidade	Data de Conclusão	Nota	Status (Eventos da Ação)
COSTA	COURSE	VPS - Pensamento Enxuto	27/04/2017		Curso presencial - concluído
JUNIOR	COURSE	VPS - Pensamento Enxuto	27/04/2017		Curso presencial - concluído
FREITAS	COURSE	VPS - Pensamento Enxuto	27/04/2017		Curso presencial - concluído
LEITE	COURSE	VPS - Pensamento Enxuto	27/04/2017		Curso presencial - concluído
MATOS	COURSE	VPS - Pensamento Enxuto	27/04/2017		Curso presencial - concluído
MARTINS	COURSE	VPS - Pensamento Enxuto	27/04/2017		Curso presencial - concluído
SILVA	COURSE	VPS - Pensamento Enxuto	27/04/2017		Curso presencial - concluído
SOUSA	COURSE	VPS - Pensamento Enxuto	27/04/2017		Curso presencial - concluído

Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

Além dos treinamentos voltados para padronização e produtividade, é importante ressaltar a necessidade de capacitação dos mecânicos no curso de Saúde e Segurança. A Figura 23 mostra a lista de participação e conclusão no treinamento de saúde, segurança e meio ambiente.

Figura 23 – Lista de Treinamento S&S e Meio Ambiente

Sobrenome do Mecânico	Tipo da Ação	Título da Entidade	Data de Conclusão	Nota	Status (Eventos da Ação)
COSTA	COURSE	Saúde, segurança e meio ambiente	04/04/2017		Curso presencial - concluído
DOS SANTOS CAMARA	COURSE	Saúde, segurança e meio ambiente	04/04/2017		Curso presencial - concluído
DOS SANTOS JUNIOR	COURSE	Saúde, segurança e meio ambiente	04/04/2017		Curso presencial - concluído
FREITAS	COURSE	Saúde, segurança e meio ambiente	04/04/2017		Curso presencial - concluído
LEITE	COURSE	Saúde, segurança e meio ambiente	04/04/2017		Curso presencial - concluído
LOUBAO MATOS	COURSE	Saúde, segurança e meio ambiente	04/04/2017		Curso presencial - concluído
SILVA	COURSE	Saúde, segurança e meio ambiente	04/04/2017		Curso presencial - concluído
SOUSA	COURSE	Saúde, segurança e meio ambiente	04/04/2017		Curso presencial - concluído

Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

Com a equipe qualificada, fica mais favorável a aplicação de ferramentas do pensamento enxuto, o próprio mecânico já tem o breve conhecimento sobre determinadas técnicas que podem lhe auxiliar no trabalho. E claro, com uma percepção de riscos bem maior, mapeando com antecedência as possíveis condições de riscos no trabalho.

#### 4.6.2. Construção do Trabalho Padronizado

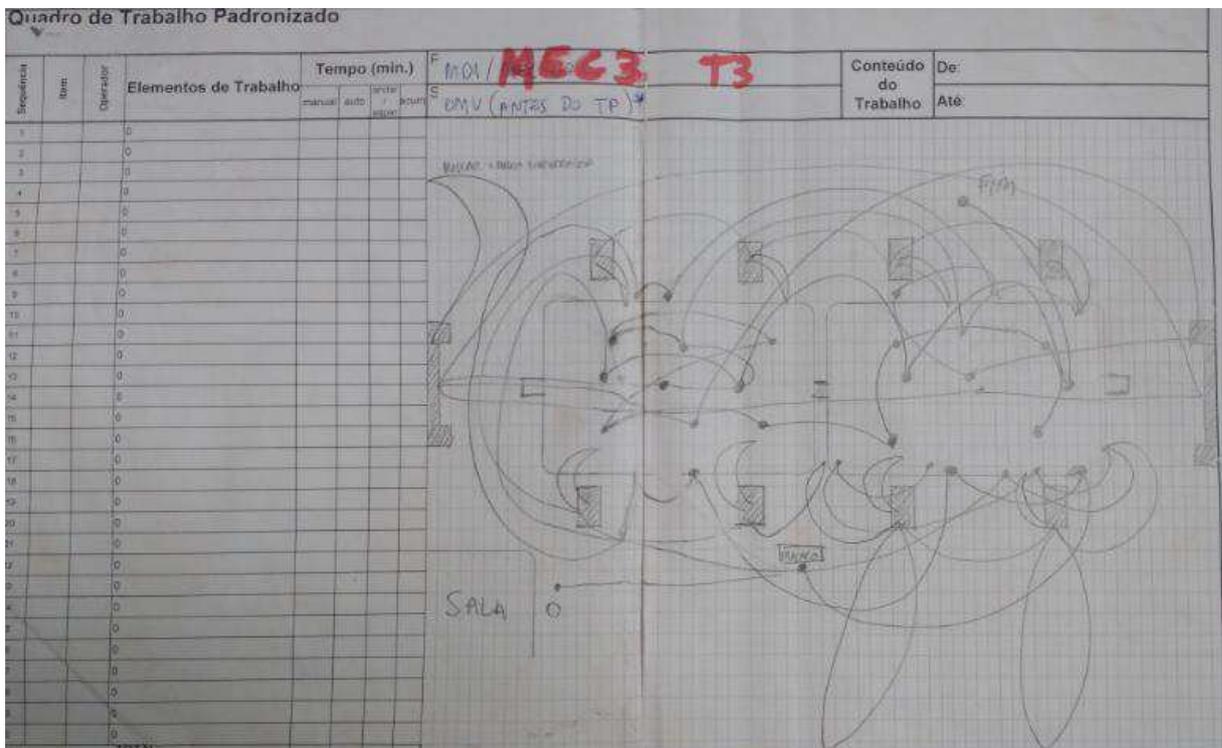
Partindo do princípio de que não existia um trabalho padrão colocado em prática, com divisões correta de atividades, ficava difícil conseguir uma harmonia entre as execuções das tarefas. É inviável se conseguir uma melhoria em qualquer processo se não tiver um padrão praquela determinada atividade.

O trabalho padronizado é um conjunto de procedimento de trabalho que estabelece os métodos mais eficientes, confiáveis e seguros, assim como as sequências para cada processo e cada trabalhador. (ORTIZ, 2009)

O Trabalho padronizado aplicado neste trabalho foi iniciado com uma reunião para se definir como os mecânicos trabalhavam, foram levantadas algumas perguntas: quais as sequências de atividades? Como é feita a divisão das tarefas? O trabalho está cansativo? Essas e outros questionamentos surgiram no decorrer do trabalho.

A princípio, não se tinha uma divisão de tarefas, nem um cronograma para realiza-las de forma sistemática. Foi realizado um acompanhamento antes da separação das atividades, com a ajuda do Gráfico de Spaghetti, onde mostra um perfil da movimentação de um mecânico no decorrer de um ciclo de manutenção, onde cada linha representa um deslocamento do mecânico. É notório até mesmo visualmente o excesso de movimentação e falta de padrão, como mostra a Figura 24.

Figura 24 – Gráfico de Spaghetti da atividade de um mecânico (Antes da divisão das Atividades)



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

Além de perda em produtividade devido a movimentações que não agregam valor, a probabilidade de acidentes no ambiente se torna maior a partir do momento que não se tem

um fluxo a ser seguido, aparecem muitas surpresas facilitando para que os riscos de segurança aumentem.

Foi sugerido que os mecânicos listassem uma sequência de atividades onde se ganharia em diminuição de movimentação, melhor distribuição das atividades, menos desgaste e conseqüentemente maior produtividade com a diminuição do tempo de ciclo. A Imagem 25 mostra os mecânicos listando a sequência de atividades.

Figura 25 – Mecânicos realizando a divisão de tarefas



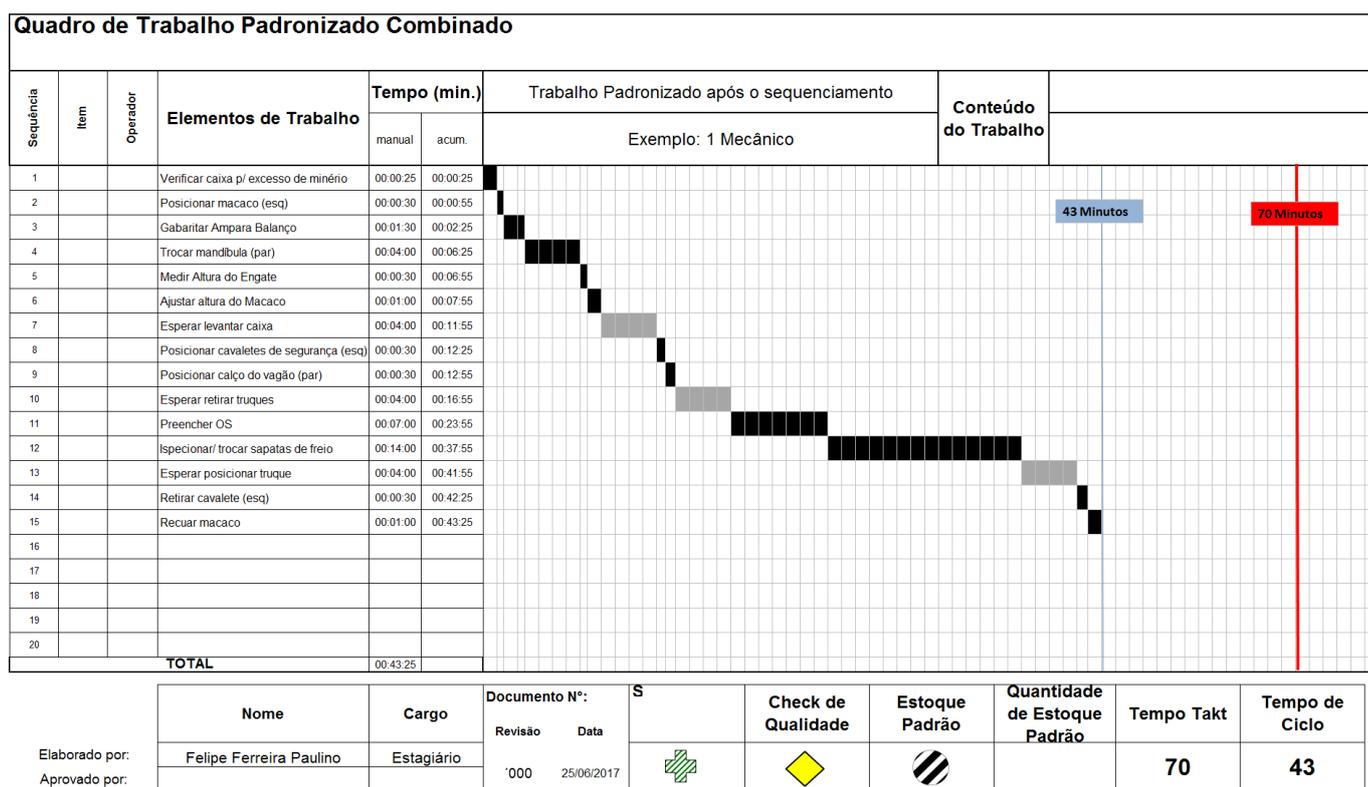
Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

Vale ressaltar, que essa tarefa foi realizada com o apoio de especialistas, no auxílio às técnicas de Trabalho Padronizado, porém o sequenciamento das atividades foi proposto pelos mecânicos, pois os mesmos após passar por treinamentos já tinham uma análise bem-feita sobre distribuição das atividades. Foi dividida as tarefas da tal forma onde os mecânicos realizassem as atividades sem conflitos, ou seja, já sabendo qual atividade cada um irá realizar, evitando desperdícios e fortalecendo a qualidade dos processos. O Gráfico de Spaghetti na Figura 26 após a divisão e sequenciamento das tarefas nos mostra visualmente a diminuição das movimentações, onde agora cada atividade é realizada apenas uma vez e por um mecânico específico, diferentemente de antes onde acontecia de dois mecânicos reapertarem o mesmo parafuso por não saberem se a atividade já tinha sido realizada.



minutos, que é o Takt Time. Com isso mostrando e comprovando que se for realizado um trabalho com a divisão das tarefas, é possível diminuir o tempo de ciclo da manutenção. A Figura 27 mostra o gráfico do Trabalho Padronizado Combinado com os tempos médios das atividades de um mecânico. Onde tem-se o tempo de cada atividade distribuído.

Figura 27 – Quadro trabalho combinado (Após da divisão das Atividades)



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

#### 4.6.3. Criação de Ferramentas que Ajudam na manutenção (Kaizens)

Na busca pela melhoria contínua dos processos, visando sempre saúde em primeiro lugar e por consequência melhoria na produtividade, foram realizadas a criação de algumas ferramentas que ajudam no processo de manutenção, buscando diminuir cada vez mais os esforços físicos dos funcionários e ganhando tempo com a diminuição de atividades que não agregam valor para a manutenção.

#### 4.6.3.1. Kanban de Sapatas de Freio próximo ao posto de trabalho

No plano MPVM01 como já foi falado, pode-se necessitar da troca de alguns componentes. As sapatas de freio tem a função de gerar o atrito com a roda do vagão com objetivo parar o mesmo quando o freio for aplicado, a substituição é realizada quando sua espessura é inferior à 15cm, quando encontrada esse fato, a mesma é trocada. Existia uma perda de tempo muito grande em deslocamento para a busca de sapatas no kanban geral, foi feito então um mini kanban de sapatas próximo aos postos de trabalho, reduzindo assim a movimentação do mecânico e diminuindo também o cansaço, pois a sapata estará bem próximo do local da troca. A Figura 28 mostra o mini kanban de sapatas.

Figura 28 – Kanban de Sapatas de Freio



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

Para a reposição e abastecimento desse kanban, foi definido um fluxo onde o líder do posto de trabalho fica responsável por repor quando a condição estiver anormal, ou seja, quando o estoque estiver zerando. Com isso fica assegurado sempre pelo menos o estoque mínimo para a realização das atividades de troca de sapatas.

#### 4.6.3.2. Supermercado de Rodeiros próximo ao Posto de Trabalho

Uma das perdas contribuintes em atraso na manutenção conforme o gráfico da Figura 19, é o atraso e corretiva de rodeiros. Atraso esses devido à demora de entrega dos rodeiros da Casa de Rodas para a oficina de manutenção de vagões (OMV). Antes da criação do

supermercado, quando era necessário trocar rodeiro, o mecânico da oficina sinalizava para a Oficina de Manutenção de Rodeiros via rádio, solicitando a quantidade e o tamanho do rodeiro que seria trocado, a partir daí só após em média 8 minutos que os rodeiros realmente chegavam para a troca. Ou seja, além da perda na corretiva com a troca do rodeiro, ainda se tinha um perda muito grande com a espera da chegada do componente.

Partindo desse problema foi criado um Supermercado de rodeiros próximo ao posto de trabalho, onde agora a OMR antes do início da manutenção de vagões já deixa uma quantidade de rodeiros na condição inicial, para se necessário o uso pela OMV, já esteja próximo e abolindo os 8 minutos de espera. A condição é de no mínimo cinco e no máximo sete rodeiros com tamanhos diferentes, tamanhos esses que são chamados de TAPES, que é o diâmetro da roda em milímetros. E assim que utilizado um rodeiro, a OMR é acionada a buscar o rodeiro velho e trazer um com tape igual ao que foi utilizado, seguindo assim o fluxo do Supermercado segundo o método do pensamento enxuto. A Figura 29 mostra o supermercado de rodeiros na área.

Figura 29 – Supermercado de Rodeiros



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

#### 4.6.3.3. Carrinho de Materiais e Ferramentas próximo ao posto de trabalho

De acordo com o gráfico de Spaghetti da Figura 24, era notório perceber a grande movimentação do mecânico para busca de materiais, principalmente materiais pequenos como porcas, parafusos, contra pinos, arruelas entre outros.

Em combate a essa perda, foi fabricado um Carrinho de Materiais e Ferramentas visando o menos deslocamento do mecânico durante a manutenção. A figura 30 mostra o carrinho com as divisórias para cada tipo de material a ser utilizado e com a caixa de ferramentas já organizada, onde no início de cada turno, o líder do posto leva o carrinho até o kanban central e abastece, fazendo assim com que o mecânico não se movimente até o kanban central toda vez que necessitarem de material, pois o carrinho está disponível no próprio posto de trabalho.

Foi fabricado um carrinho para cada posto, onde o fluxo de abastecimento ficou definido que o líder de cada posto faça a reposição no início do dia, garantindo assim material suficiente para todo o tempo da manutenção.

Figura 30 – Carro de Materiais e Ferramentas



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

A Criação desse carrinho de materiais dentro do processo de manutenção, deixa claro a preocupação dos executantes em relação à colocação em prática das ferramentas do Pensamento Enxuto, desde o 5S com o *Seiton* (Senso de Ordenação) onde foca no mapeamento de um lugar para cada material, organizar o posto de trabalho e deixar os materiais em fácil localização. Assim, eliminando a perda de tempo e eficácia. O *Seiso* que é o senso de limpeza, onde torna o ambiente limpo e organizado facilitando o trabalho e juntamente com *Shitsuke* onde se mantém todos os *S* anteriores com auto disciplina. Antes da implantação, o mecânico percorria 30 metros para buscar algum material caso faltasse, após a implantação do carrinho, o deslocamento é de apenas no máximo 5 metros, reduzindo assim em 83% o espaço e o tempo para busca de pequenos materiais.

#### 4.6.3.4. Ferramenta de Apoio da Máquina Pneumática

Dentro do processo existem atividades onde se tem alto desgaste físico, reforçando que o atual estudo visa minimizar essas atividades buscando formas para melhorar o processo. Existia uma grande queixa dos mecânicos em relação à atividade de troca de parafusos, de acordo com a classificação do Ranking das Atividades de esforço/ergonomia na Figura 18, essa atividade se encontra em terceiro lugar, onde além do peso excessivo da pneumática, era necessários dois mecânicos para realizar a atividade, perdendo assim em saúde, segurança e produtividade. De base desse problema foi criada uma ferramenta de apoio para a parafusadeira pneumática facilitando a troca de parafusos como mostra as Figura 31, 32 e 33.

Figura 31 – Problema em apertar parafusos manualmente



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

Figura 32 – Aplicação da Ferramenta de Apoio da Máquina pneumática



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

Observa-se que essa atividade agora é realizada sem muito esforço físico e pode ser realizada por um só mecânico, sendo que a movimentação vertical da parafusadeira pneumática se dá por um pedal acionado com o pé, retirando assim o esforço que era colocado na lombar do empregado antes da melhoria. A figura 33 mostra o apoio recém fabricado.

Figura 33 – Ferramenta de Apoio da Máquina pneumática



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

Além de ganhos com saúde, segurança e produtividade, a implantação dos eventos kaizens na área trazem benefícios para o trabalho em equipe, tendo em vista que esse dispositivo foi fruto da capacitação dos mecânicos e a colocação em prática do que foi abordado nos treinamentos. Mostrando assim a capacidade de crescimento dos mesmos quando recebem recursos que permitam seu crescimento e o respeito de suas opiniões dentro do processo.

#### 4.6.3.5. Eliminação da atividade “Prender vagão”

Como uma das principais atividades geradoras de riscos ergonômicos para os mecânicos, de acordo com a Figura 18, a atividade de “Prender Vagão”, que é uma atividade onde o mecânico se submete às condições ruins sob o vagão para realizar o travamento do

sistema de truque no final da manutenção. Essa atividade é realizada com o mecânico de joelhos embaixo do vagão, gerando um grande risco de lesão, pois não se tem uma vala para facilitar o processo. Com o desenvolvimento deste trabalho, foi levantado a possibilidade de prender o vagão na Oficina de manutenção de Freios (OMF), que é o próximo destino do vagão após a manutenção na OMV. Na OMF existem valas onde seria muito mais fácil a execução da atividade de prender vagão comparado ao realizado na OMV. O mecânico deixaria de realizar a atividade de joelhos e passaria a realizá-la numa postura adequada na altura dos olhos, diminuindo assim os riscos de lesões e de desgaste excessivo. Essa mudança já está em implantação, com previsão pra conclusão no mês de dezembro de 2017.

#### 4.6.3.6. Outras implantações de melhorias que contribuíram no processo

As boas implantações foram muitas no projeto, além das ações já citadas, destacaram-se outras dentro do processo de melhoria. Dentre elas:

- ✓ Implantação de Lanternas nos capacetes dos mecânicos;
- ✓ Início da proposta de manutenção autônoma dos equipamentos;
- ✓ Criação de um quadro de gestão de mão de obra;
- ✓ Construção de Instruções de Trabalho das atividades;
- ✓ Aprimoramento dos mecânicos com o FMDS.

Todas essas e outras melhorias vindas da Metodologia do Pensamento Enxuto foram de fundamental importância para o melhoramento do processo de manutenção de vagões, mostrando a eficácia e os reais resultados de uma metodologia que realmente funciona.

#### **4.7. Análises dos resultados alcançados**

Com a aplicação das ações levantadas busca-se encontrar melhorias no processo visando alcançar os objetivos lançados. Com um foco em saúde, segurança e produtividade

foram realizadas no local do estudo uma grande melhoria nos processos, alcançando objetivos e ainda mais, desenvolvendo pessoas com a integração e capacitação dos funcionários.

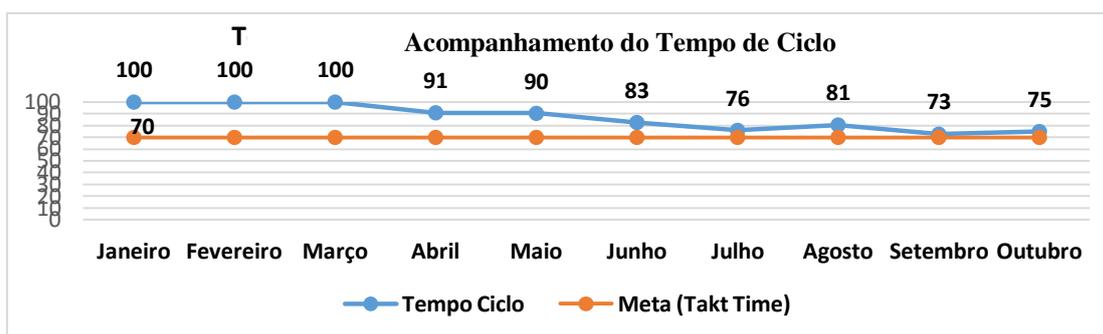
#### 4.7.1. Saúde e Segurança

Em relação a Saúde e Segurança, a oficina vinha com resultados não muitos satisfatórios, como foi mostrado no item da Identificação do Problema. Em cima das ações e realizações das mesmas durante o decorrer de 2017, foi alcançado uma diminuição de 50% de absenteísmo. Outro grande ganho também foi a diminuição com problemas osteomusculares dos mecânicos com as aplicações de melhorias que foram realizadas, diminuindo o esforço físico. Foi levantado até o mês de setembro de 2017 uma redução de 40% de eventos de saúde relacionados a problemas osteomusculares, batendo diretamente de frente com o problema que mais afetava a saúde e segurança dos funcionários.

#### 4.7.2. Produtividade

Se falando em produtividade, com a padronização dos postos de trabalho e com a implantação de todas as ações levantadas foram alcançados ganhos muito significativos. Antes do atual estudo, existia na oficina um tempo de ciclo médio de manutenção de 100 minutos, de acordo com a Figura 17 da identificação do problema. Com a ajuda da Metodologia do Pensamento enxuto e aplicação das ações levantadas e com muito engajamento das equipes de trabalho, durante o ano de 2017 foi alcançado uma diminuição do tempo de ciclo de manutenção MPVM01, a Figura 34 mostra o acompanhamento mensal do tempo de ciclo na oficina, com dados de janeiro a outubro de 2017. Observa-se uma diminuição no tempo de ciclo, reflexo das boas ações realizadas no decorrer do ano.

Figura 34 – Diminuição do tempo de ciclo de manutenção

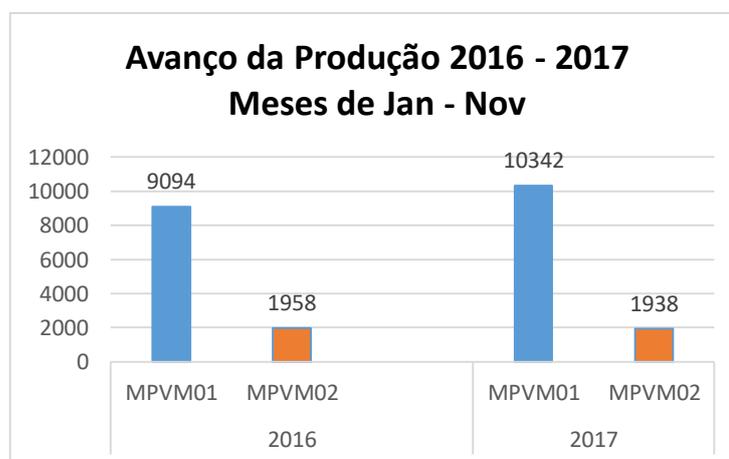


Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

A redução do tempo de ciclo alcançada é contribuinte para uma melhoria na produtividade, ou seja, na possibilidade de se fazer mais com a mesma quantidade de recursos.

Fazendo uma comparação com o ano de 2016, em relação a quantidade de vagões realizados manutenção, tem-se um ganho considerável, como mostra a Figura 35.

Figura 35 – Avanço da Produção



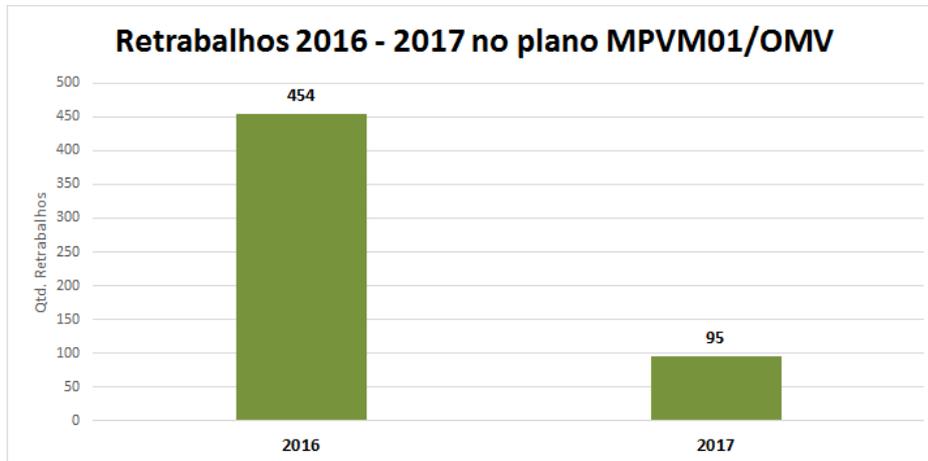
Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

Oteve-se um ganho de 12% no total de vagões mantidos, isso equivale a 1200 vagões realizados a mais no intervalo de Janeiro a Novembro de 2017 comparado a esse mesmo intervalo de 2016. Esses e outros resultados comprovam o poder das ferramentas do pensamento enxuto colocados na prática.

### 4.7.3. Qualidade

Abre-se também uma pauta para a qualidade nos processos, pois quando se tem um sistema estabilizado e padronizado, naturalmente a qualidade melhora. Levando em consideração um dado muito importante que são os retrabalhos, que são processos pelo qual um produto defeituoso passa novamente pelas etapas de produção para que seja corrigido, ou seja, realizar uma atividade que já foi feita devido à falta de qualidade na realização primeira. Foi levantado um comparativo de retrabalhos na Oficina de Manutenção de Vagões, onde tivemos uma considerável diminuição nesse indicador, mostrando assim que quanto mais se trabalha com processos enxutos e padronizados, mais dificilmente terá problemas por falta de qualidade, confirmando assim o poder da aplicação do Pensamento Enxuto. A Figura 36 mostra esse indicador.

Figura 36 – Redução dos Retrabalhos 2016-2017



Fonte: Elaborada pelo autor (2017)

Tem-se uma diminuição em 71% nos retrabalhos do plano MPVM01 na Oficina de Manutenção de Vagões comparado de Janeiro à Novembro de 2016 para Janeiro à Novembro de 2017. Resultado de muita dedicação e empenho dos mecânicos e das equipes envolvidas no processo.

## 5. CONCLUSÃO

O presente trabalho foi desenvolvido no setor de Manutenção de Vagões da mineradora VALE.SA em São Luís – MA, apresentando como principal motivador a busca por uma padronização no processo de manutenção visando saúde, segurança e consequentemente, produtividade.

Tais características levaram à constatação da necessidade de analisar e intervir positivamente nos processos de manutenção de vagões, direcionando a realização do trabalho por meio do questionamento de como promover a estabilização do processo de manutenção de vagões visando produtividade mas sem deixar de lado a saúde e a segurança dos envolvidos. Sendo assim, o trabalho teve como principal objetivo melhorar a produtividade e as condições de saúde e segurança no processo de manutenção de vagões de minério com a aplicação da Metodologia do Pensamento Enxuto juntamente com auxílio das ferramentas da qualidade.

Com isso, buscou-se identificar o problema através da observação da área em estudo e de dados que comprovaram algumas falhas no processo, tudo isso para se poder realizar um levantamento adequando para se iniciar um estudo bem estruturado e fundamentado na teoria do Pensamento Enxuto.

Um grande desafio foi encontrado de início com a resistência das equipes de manutenção com dificuldade de compreensão saúde e segurança, tendo em vista que os mesmos achavam que o trabalho seria apenas para diminuição do tempo de ciclo da manutenção. Dificuldades também foram encontradas na parte estrutural da oficina com ausência de valas, manipulação de ferramentas pesadas entre outras. Porém, essas dificuldades não foram capazes de impedir o início e o desenvolvimento do trabalho.

Prosseguindo-se para o levantamento de dados em campo durante o acompanhamento das atividades de manutenção de vagões, observou-se vários desperdícios nos processos, como também causas que contribuíam para surgimento de problemas de saúde dos funcionários.

Com as informações levantadas pelos dados, promoveu-se uma análise incluindo todos os envolvidos no processo para uma análise e priorização das principais causas que geravam impactos, e aplicou-se algumas ferramentas da qualidade.

Para conclusão do estudo, foi sugerida ações para soluções dos desvios encontrados no processo de manutenção, baseando-se nos princípios de Pensamento Enxuto, com a

elaboração de uma proposta de plano de ação para correção e adequação dos processos visando promoção da redução dos desperdícios observados.

Portanto, evidenciou-se o alcance dos objetivos propostos ao trabalho. Sendo que, os levantamentos apresentados sustentaram ainda mais a importância dos métodos e ferramentas da qualidade, juntamente com os princípios de Pensamento Enxuto citados no trabalho, como a aplicação de melhoria contínua para estruturação de processos, e implantação de ações simples para eliminação de desperdícios.

## 6. REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5462/94, p.7.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5674/99, p.2.

ALMEIDA, A.R.C. **Gestão operacional da qualidade: uma abordagem prática e abrangente no setor florestal**. Campinas: Editora da Unicamp, 2000.

ARAÚJO, Diego E.S. **Pensamento enxuto: Mapeamento do valor agregado como ferramenta de apoio na tomada de decisões em uma indústria de pneus**. Trabalho de Conclusão de Curso. UAM. São Paulo, 2009

BRIDDI, Luciano. **Planejamento de melhorias utilizando o método PDCA e as ferramentas da qualidade**. 2013. 49f. Monografia (Engenharia de Produção Bacharelado) - Universidade do Planalto Catarinense, Lages, 2013.

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da qualidade total**. B. Horizonte: INDG, 2004.

CAMPOS, Vicente Falconi: **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia**. INDG TECS – Belo Horizonte (1999).

CORREA, H.L; CORREA, C.A. **Administração de produção e operações**. São Paulo: Atlas, 2004

DENNIS, Pascal. **Produção Simplificada Lean**. Porto Alegre: Bookman, 2008

FABRO, Elton. **Modelo para planejamento de manutenção baseado em indicadores de criticidade de processos**. Florianópolis, 2003.

FILHO, Gil Branco. **Planejamento e controle de manutenção: Curso de Planejamento e Controle de Manutenção**. Minas Gerais, 2005.

FOGLIATTO, Flávio S.; RIBEIRO, José L.D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011

GIANNINI, R. **Aplicação de Ferramenta do pensamento enxuto na redução de perdas de serviços**. Dissertação de mestrado em Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP. São Paulo, 2007. USP

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HOMINISS LEAN LEARNING & LEAN CONSULTING. **Apostilas do Programa de Capacitação em Lean Production**. Campinas, 2007.

IMAI, M. **KAIZEN**: Baixando os custos e melhorando a qualidade. abr 2008. Disponível em: <[www.br.kaizen.com](http://www.br.kaizen.com)> Acesso em: 13 agosto. 2017

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção - Função Estratégica**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Editora Eletrônica Abreu's System, 2002.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, **What is Lean?** Disponível em: <<http://www.lean.org/WhatsLean/>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

LIKER, Jeffrey K. **O Modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIKER, Jeffrey; CONVIS, Gary. **O Modelo Toyota de Liderança Lean**: Como conquistar e manter a excelência pelo desenvolvimento de lideranças. Porto Alegre: Bookman, 2013

MAGRI, Juliana Maria. **Aplicação do método QFD no setor de serviços: estudo de caso em um restaurante**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

NASCIMENTO, Adriano Fagner Gonçalves. **A Utilização da Metodologia do Ciclo PDCA no Gerenciamento da Melhoria Continua**. Monografia (MBA em Gestão Estratégica da Manutenção, Produção e Negócios) - Faculdade Pitágoras - Núcleo de Pós Graduação e ao Instituto Superior de Tecnologia - ICAP/MG, São João del Rei – MG, 2011.

MOREIRA, M. P. **Times de Trabalho em Ambientes de Manufatura Enxuta: Processo e Aprendizado**. Dissertação (Mestrado) - Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

MOURA, Reinaldo A, **Kanban: A Simplicidade do Controle de Produção**. São Paulo: IMAM, 2003.

OAKLAND, John S, **Gerenciamento da Qualidade Total**. São Paulo –Nobel – 2007

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda,1997, 149 p.

ORTIZ, Chris A. **Kaizen e Implementação de Eventos Kaizen**. Porto Alegre: Bookman, 2010

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção: Operações Industriais e serviços**. Curitiba: Unicamp, 2007.  
PEIXOTO, Eduardo Lopes. Manutenção: tipos e importância. **Pensalab**, São Paulo, 2012

PICANCO, A. R. S.; FRANCA, F. S. de A.; CRUZ, L. D. F.; SANTOS, L. F. **Estudo de padronização e definição da capacidade produtiva de uma indústria de bebidas visando um controle mais eficiente do processo produtivo**. Belo Horizonte, 2011.

SAIA, R. **O Lean Manufacturing Aplicado em Ambientes de Produção Engineer to Order**. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia de Produção, USP. São Paulo, 2009

SHINGO, Shigeo, **O Sistema Toyota de Produção: Do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Bookman – 1996

SHOOK, J. **Gerenciando para o aprendizado**: Usando um processo de gerenciamento A3 para resolver problemas, promover alinhamento, orientar e liderar. São Paulo, Lean Institute Brasil, 2008

SLACK, Nigel. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.  
WOMACK, J.; JONES, D.; ROSS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992, 347p.

STEFANELLI,P. **Utilização da Contabilidade dos Ganhos como Ferramenta para Tomada de Decisão em um Ambiente com Aplicação dos Conceitos de Produção Enxuta**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos , USP. São Paulo, 2007

TINOCO, Roberto. **Como aumentar a eficácia operacional nas organizações**: Uma abordagem prática. São Paulo: Baraúna, 2010

WERKEMA, Cristina. **Lean Seis Sigma**: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012

WOMACK, J.P., JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. Rio de Janeiro, Campus, 1997.

WOMACK, J.P; JONES, D.T. **A máquina que mudou o mundo**. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2005