

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

LETÍCIA TEBAR FARIA

DMAIC APLICADO À REDUÇÃO DE FONTE DE  
RESÍDUO NA LINHA DE ENVASE DE UMA FÁBRICA DE  
LEITE EM PÓ

ITUIUTABA

2019

LETÍCIA TEBAR FARIA

DMAIC APLICADO À REDUÇÃO DE FONTE DE  
RESÍDUO NA LINHA DE ENVASE DE UMA FÁBRICA DE  
LEITE EM PÓ

Trabalho de Conclusão de  
Curso apresentado como requisito  
parcial para obtenção do título de  
Graduação no Curso Superior de  
Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de Uberlândia.

Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando  
Magnanini de Almeida

ITUIUTABA

2019

# DMAIC APLICADO À REDUÇÃO DE FONTE DE RESÍDUO NA LINHA DE ENVASE DE UMA FÁBRICA DE LEITE EM PÓ

Trabalho de Conclusão de  
Curso apresentado como requisito  
parcial para obtenção do título de  
Graduação no Curso Superior de  
Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de Uberlândia.

Ituiutaba, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Prof. Dr. Luís Fernando Magnanini de Almeida (orientador)

**Universidade Federal de Uberlândia (UFU)**

---

Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo

**Universidade Federal de Uberlândia (UFU)**

---

Prof. Dr. Ricardo Batista Penteado

**Universidade Federal de Uberlândia (UFU)**

*Dedico este trabalho à minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim. A todos os professores do curso pelos ensinamentos para que essa etapa fosse alcançada.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, pelas bênçãos concedidas, por iluminar meu caminho e me dar forças para concluir mais uma etapa da minha vida.

Aos meus pais, por acreditarem em mim, me apoiarem e serem responsáveis por me proporcionar uma boa formação e caráter. Ao meu irmão, por me incentivar a ser uma ótima engenheira como ele.

A toda a minha família, por depositarem toda a confiança em mim e serem inspiração para que eu me torne uma excelente profissional.

A Larissa, Carol e Gabriela, por fazerem parte dessa história comigo, pela amizade, respeito, apoio e vivência de muitos momentos juntas.

Aos meus amigos e colegas que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer a pena.

A empresa e companheiros de trabalho, que possibilitaram a realização deste trabalho em sua linha de produção, fazendo com que meu conhecimento fosse ampliado.

Aos professores do curso de Engenharia de Produção que contribuíram para a minha formação, especialmente o professor Luís Fernando Magnanini de Almeida pela dedicação como orientador, compartilhando comigo amplo conhecimento na área.

*A persistência é o caminho do êxito.*

*Charles Chaplin*

## RESUMO

O presente trabalho foi realizado em uma indústria de leite em pó, situada em uma cidade no interior de Minas Gerais, e tem como objetivo reduzir as paradas devido as fonte de sujeira na linha de envase evidenciada por aparas de papelão. Através do método pesquisa-ação, ferramentas da qualidade foram utilizadas e estruturadas dentro das etapas DMAIC. Para direcionamento do estudo, usou-se ferramentas como Gráfico Sequencial, Brainstorming, 4W1H, Diagrama de Causa e Efeito e “5 por quês”. Foi possível identificar as causas raízes da fonte de sujeira que levavam ao aumento do índice de paradas não planejadas impactando na continuidade da implementação do TPM da Fábrica, especificamente no Pilar de Manutenção Autônoma. Por fim, com as análises obtidas, foram propostas ações de melhoria e de padronização, tanto na fábrica quanto no fornecedor de caixas de papelão resultando em uma redução em torno de 90% da presença de aparas de papelão na linha de produção e de quase 100% na redução das paradas não planejadas ocasionadas pelas aparas.

**Palavras-chave:** DMAIC; TPM; Fonte de Sujeira; Leite em pó.

## **ABSTRACT**

The present study was held in a powdered milk industry located in a city in the country side of Minas Gerais and aims to reduce stops due to dirt source in the can filling line evidenced by cardboard pieces. Through the search-action method, quality tools were used and structured with in DMAIC steps. To guide the study, it was used as Sequential Graph, Brainstorming, 4W1H, Cause and Effect Diagram and "5 reasons". It was possible to identify the roots causes of the dirt source which led to increase the index of unplanned stops and impacting on the continuity of the Factory TPM implementation, specific in the Autonomous Maintenance Pillar. Finally, with the analyzes obtained, improvement and standardization actions were proposed both in the factory and in the provider of cardboard boxes, resulting in a reduction of around 90% of the presence of cardboard pieces in the production line and almost 100% reduction of the unplanned stops caused by the cardboard pieces.

**Keywords:** DMAIC; TPM; Dirt Source; Milk Powder.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ciclo PDCA e suas etapas .....	8
Figura 2 - Integração das ferramentas Lean Seis Sigma ao DMAIC .....	9
Figura 3 - Correspondência entre o Método DMAIC e o Ciclo PDCA .....	10
Figura 4 - Relação dos ciclos PDCA e SDCA .....	11
Figura 5 - Diagrama de causa e efeito .....	15
Figura 6 - Tipos de pesquisa científica.....	17
Figura 7 - Estruturação pesquisa-ação.....	18
Figura 8 - Fluxograma do processo de produção do leite em pó .....	20
Figura 9 - Ilustração do encontro das 24 latas com a caixa de papelão .....	21
Figura 10 - Pedacos de caixa de papelão presentes no chão da encaixotadora.....	22
Figura 11 - Pedacos de caixa presente no interior das ventosas.....	23
Figura 12 - Gestão de anomalias da operação .....	24
Figura 13 - Evidência do acúmulo de pedacos de caixa de papelão .....	25
Figura 14 - 4W1H realizado referente à fonte de resíduo .....	28
Figura 15 - Diagrama de causa e efeito realizado para análise de causas fábrica.....	30
Figura 16 - Diagrama de causa e efeito realizado para a análise de causas fornecedor .....	31
Figura 17 - Padrão aceitável criado para controlar o nível de resíduo .....	36
Figura 18 - Pouca quantidade de pedacos de caixa no chão da máquina.....	37
Figura 19 - Evidência de melhora no corte das caixas de papelão.....	38

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplos de pergunta do 4W1H .....	14
Quadro 2 - Checagem de padrões e procedimentos relacionados à fonte de sujeira..	29
Quadro 3 - Análise dos 5 por quês relacionado às causas fornecedor .....	33
Quadro 4 - Ações de brainstorming final com o fornecedor de caixas .....	34
Quadro 5 - Ações de brainstorming para padronização .....	36

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Modelo de gráfico sequencial aleatório .....	13
Gráfico 2 - Gráfico sequencial das paradas não planejadas causadas pelo excesso de aparas na máquina .....	26
Gráfico 3 - Gráfico referente à coleta de dados do projeto, com a média e a meta ...	27
Gráfico 4 - Gráfico sequencial referente à primeira, segunda e terceira coleta de dados da etapa controlar .....	35

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Alocação de Recursos a Atividades relacionadas às Máquinas .....	3
Tabela 2 - Rendimento do processo, DPMO (defeitos por milhão) e nível sigma.....	9

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CD	Centro de Distribuição
DMAIC	Definir – Medir – Analisar – Implementar – Controlar
DPMO	Defeitos por milhão de oportunidades
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	International Organization for Standardization
MP	Matéria Prima
PCP	Planejamento e Controle de Produção
PDCA	Plan – Do – Check – Action
SDCA	Standard – Do – Check – Action
TPM	Manutenção Produtiva Total
4W1H	What – Where – When – Who – How
5S	5 Sentos
5W2H	What – Where – When – Who – How – Why
6M	Máquina/Mão de Obra/Medida/Material/Método/Meio

Ambiente

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	2
1.2	OBJETIVOS DE PESQUISA .....	3
1.2.1	<i>Objetivos geral</i> .....	3
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	4
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	4
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>5</b>
2.1	TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE – MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM) .....	5
2.2	LEAN MANUFACTURING.....	6
2.2.1	<i>Kaizen</i> .....	7
2.3	PDCA .....	7
2.3.1	<i>DMAIC</i> .....	8
2.3.2	<i>Ferramentas DMAIC</i> .....	13
2.4.2.1	Gráfico Sequencial.....	13
2.4.2.2	Brainstorming.....	14
2.4.2.3	4W1H.....	14
2.4.2.4	Diagrama de Causa e Efeito .....	15
2.4.2.5	“5 por quês” .....	15
<b>3</b>	<b>MÉTODOS DE PESQUISA .....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
4.1	DEFINIR.....	20
4.2	MEDIR .....	25
4.3	ANALISAR .....	28
4.4	IMPLEMENTAR.....	34
4.5	CONTROLAR .....	34
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>39</b>
5.1	CONCLUSÕES DO TRABALHO .....	39
5.2	LIMITAÇÕES DO ESTUDO .....	39
5.3	TRABALHOS FUTUROS .....	40

## 1 INTRODUÇÃO

A busca pela excelência operacional é essencial para empresas que buscam se destacar no mercado e crescer financeiramente. Logo, os projetos de melhoria contínua tornaram-se fundamentais quando se fala em qualidade voltada para aumento de produtividade, redução de desperdícios e redução de custos. Tudo isso porque o objetivo das empresas é de se manter competitiva e atuante no mercado (DEMING, 1990).

Almejando melhorar seus resultados, as empresas procuram formas de medir seus resultados para que exista uma gestão de desempenho efetiva e assim alcançar metas. Em vista disso, os indicadores são utilizados em empresas a fim de mostrar tais resultados de forma quantitativa para que sejam realizadas análises periódicas e, se necessário, intervenção por meio de ações. Essas ações podem resultar em melhorias ou estabelecimento de padrões (CAMPOS, 1992).

Todas essas análises devem ser focadas em reduzir ao máximo as perdas no processo, pois elas são práticas que não agregam valor ao processo, além de gerar um custo superior ao produto final sabendo que o cliente não está disposto a pagar por isso. Esse conceito segue alinhado ao da manufatura enxuta, uma filosofia operacional que visa eliminar desperdícios e atender as necessidades do cliente (CAMPOS, 1992).

Com a tecnologia, grande parte das indústrias se tornaram automatizadas, porém existem inúmeras variáveis que influenciam no rendimento das máquinas. A análise de perdas também é importante ao analisar a capacidade produtiva ou disponibilidade mecânica dessas máquinas e quais perdas elas podem gerar para o processo. Avaliar a eficiência operacional das máquinas, ou seja, as horas de trabalho, é um quesito essencial, pois as horas de paradas não planejadas são consideradas perdas, até por que tomam o tempo de um produto bom que poderia ter sido gerado (MACEDO, 2012).

Ao pensar em toda a cadeia produtiva, sabe-se que existem vários tipos de material de embalagem para entregarmos o produto final ao consumidor e de acordo com Moura e Banzato (2000), a embalagem é um quesito fundamental para a Logística, pois ela garante que o produto seja entregue com maior segurança ao consumidor. Além disso, facilita o transporte e armazenamento desses produtos. Elas podem ser classificadas em cinco níveis: primárias, secundárias, terciárias,

quaternárias e quindenárias. As caixas de papelão, por exemplo, são consideradas secundárias, pois compactam o máximo de produtos em seu interior, auxiliando no transporte de cargas (CORTEZ, 2011).

No entanto, o papelão é alvo de um processo de reciclagem e que envolve etapas como: transformação de rolos de papel em lâminas de papelão; impressão; corte; dobra (KLOCK, 2010). Dessa maneira, a produção desse tipo de material de embalagem também pode apresentar falhas em seu processo, um exemplo é o mau corte desse papelão, fazendo com que alguns pequenos pedaços conhecidos como aparas, apareçam na linha de produção em que é inserido, causando assim consequências negativas ao processo, como por exemplo paradas não planejadas.

Dessa maneira, a metodologia DMAIC (Define/Measure/Analyse/Control), integrante da metodologia Seis Sigma, é utilizada para reduzir a má qualidade do processo produtivo através do uso de ferramentas da qualidade total. A metodologia, também, traz benefícios quando aplicada por equipes multidisciplinares e cooperativas, podendo envolver até fornecedores. Tudo isso, para que as falhas sejam evitadas e a excelência operacional alcançada (MACEDO, 2012).

A empresa a ser estudada está inserida no ramo lácteo e segundo Pesquisa Trimestral do Leite realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), só em 2018 foram adquiridos 24,5 milhões de litros e industrializados 24,4 milhões de litros de leite cru no Brasil para transformação. Isso ressalta a importância de reduzir as perdas no processo de laticínios, visto que o leite é um produto perecível e precisa ser cuidado desde o manuseio das vacas leiteiras nas fazendas até a entrega do produto terminado ao consumidor.

### **1.1 Justificativa**

De acordo com Veloso (1995), para que as empresas de manufaturas tenham vantagem competitiva, a gestão fabril entende que alguns pontos são essenciais, como: aumentar a produtividade do produto; aumentar a produtividade da planta; reduzir os estoques; interagir com os sistemas de planejamento; automatizar processos e melhorar a qualidade dos produtos. Tudo isso porque é necessário atentar-se aos custos de produção para produzir um produto que tenha uma boa relação entre custo-qualidade-tempo e gere valor agregado ao cliente.

Buscando maiores volumes produtivos, as plantas fabris passaram a focar em eficiência em seus processos, mais especificamente em maquinários, isso por que ao

envolver o custo do leite na composição no custo total de produção, temos uma alta variabilidade envolvida (GEHRKE, 2012). Diante disso, para analisar os custos envolvidos em uma máquina é preciso explorar as atividades apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1 - Alocação de Recursos a Atividades relacionadas às Máquinas**

Atividades	Recursos			
	Mão de Obra	Demais Gastos Fixos	Gastos Variáveis de Máquina	Gastos Variáveis de Mão de Obra
<b>Máquina</b>	Alocação Direta	Alocação Direta	NA	NA
<b>Operação Normal e com Reprocesso</b>	Não Aplicável (NA)	NA	Alocação por hora-máquina trabalhada	Alocação por hora-homem trabalhada
<b>Manutenção</b>	NA	NA	Alocação direta dos materiais de manutenção	NA
<b>Setup</b>	NA	NA	NA	NA
<b>Ociosidade</b>	NA	NA	NA	NA

Fonte: Veloso (1995)

Através da tabela apresentada, pode-se analisar que reprocessos, horas de paradas planejadas ou horas de paradas não planejadas aumentam o custo do produto e isso faz com que a empresa tenha sua competitividade diminuída. Por isso, projetos de melhoria como Seis Sigma, auxiliam no aumento do posicionamento da empresa no mercado, pois melhora o desempenho do processo produtivo.

Esse trabalho se justifica ao mostrar metodologias e conceitos utilizados nas fábricas que podem aprimorar seus processos produtivos através da alta eficiência. Além disso, ao tratar de uma empresa do ramo de laticínio, fala-se de produtos de grande impacto na saúde do consumidor, ainda mais de crianças, ou seja, qualquer defeito pode causar complicações ao cliente e posteriormente, à empresa.

## **1.2 Objetivos de pesquisa**

### **1.2.1 Objetivos geral**

O objetivo desse trabalho é reduzir a quantidade de aparas de papelão no processo de encaixotamento do produto final em uma empresa do setor lácteo, por meio da utilização da metodologia DMAIC.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Identificar os principais impactos causados pelo excesso de aparas de papelão no processo produtivo;

Analisar as possíveis causas do problema relacionando-as com impacto nas dimensões: Máquina, Mão de Obra, Método, Matéria Prima, Meio Ambiente e Medida, compondo assim o Diagrama de Ishikawa que será apresentado posteriormente;

Propor e executar ações de melhoria e padrões, junto ao fornecedor, para que o problema não volte a acontecer.

### **1.3 Estrutura do trabalho**

O presente trabalho está dividido neste e em mais 4 capítulos. O capítulo dois é a fundamentação teórica, a qual aborda a temática desenvolvida. O capítulo três é composto do método de pesquisa utilizada no trabalho. No capítulo quatro é mostrado o desenvolvimento do estudo, ou seja, a aplicação da metodologia DMAIC junto da utilização das ferramentas da qualidade para atingir o objetivo, apresentando no final os resultados atingidos. Por fim, no capítulo cinco são feitas as considerações finais, limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 *Total Productive Maintenance – Manutenção Produtiva Total (TPM)*

O TPM é uma prática que se difundiu no Japão na década de 1950 com o objetivo de alcançar a eficiência produtiva seguindo o conceito da manutenção preventiva, ou seja, prevenir falhas em máquinas e equipamentos para que não aconteçam paradas inesperadas da linha de produção por motivos de quebras ou degradação dos mesmos (Nakajima, 1989).

Segundo Nakajima (1989), a prevenção de quebras ou degradação deve partir das pessoas que utilizam o equipamento, quer dizer, o próprio operador, e daí em diante surgiu a frase “Da minha máquina cuido eu”. Em seguida, o fundamento tomou mais uma proporção ao considerar a necessidade de envolvimento de todos os departamentos da empresa para que o TPM tenha bons resultados (SENJU, 1992).

Antes da chegada do programa TPM, a manutenção nas indústrias delimitava-se em um dos 3 (três) estágios a seguir:

#### **Estágio 01** – Manutenção corretiva

É uma manutenção a qual acontece sempre depois que a falha ocorreu (XENOS, 1998), gerando altos custos de manutenção, perdas na produção e qualidade do processo.

#### **Estágio 02** – Manutenção com caráter preventivo

#### **Estágio 03** – Prevenção da manutenção

Dando seguimento aos estágios, notou-se o TPM seria um “Estágio 04”, no qual o departamento de manutenção deve realizar o gerenciamento antecipado das manutenções, assim como criação de um plano de manutenção por período com o objetivo e conteúdo das atividades que serão realizadas (TAKAHASHI; OSADA, 1993).

Além disso, a excelência do sistema de produção seria mais efetiva através da manutenção planejada em conjunto com setores de diferentes níveis hierárquicos da empresa como: manutenção, operação, recursos humanos, segurança do trabalho, qualidade, finanças, engenharia, Planejamento e Controle da Produção (PCP) e logística (NAKAJIMA, 1989).

O TPM possui três grandes entregas, sendo elas: mudar o ambiente de trabalho, entregar resultados e aumentar a capacitação das pessoas. Para que isso seja possível, o TPM conta com 8 (oito) pilares, os quais contribuem com a

metodologia necessária para obtenção de resultados. Dentre eles: Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada, Educação e Treinamento, Melhoria Específica, Qualidade, Controle Inicial, Segurança/Saúde/Meio Ambiente e Administrativo (Suzuki, 1994).

## **2.2 Lean Manufacturing**

O Lean Manufacturing é um sistema de produção que emergiu na década de 1950, enquanto pregava-se o Sistema Toyota de Produção, ou Just-in-Time. O objetivo deste sistema de produção era identificar e eliminar desperdícios, a fim de aumentar a qualidade e diminuir os custos de produção.

No Sistema Toyota, produzir mais produtos com menos insumos era primordial, em vista disso as melhorias surgiram com foco em eliminação de atividades que não agregassem valor. No *Lean Manufacturing*, conter tais perdas no processo é gerar custo desnecessário ao produto, por isso eliminá-las é imprescindível (OHNO, 1997). Logo, os desperdícios foram classificados por Taiichi Ohno da seguinte maneira:

- Perda por superprodução: quando há falha no planejamento da produção, ou seja, quando se produz mais do que é necessário;
- Perda por tempo de espera: acontece quando há produtos em espera ou pessoas ociosas no processo;
- Perda por transporte: refere-se a *gaps* na logística interna da empresa, com movimentações ineficientes ou *layouts* inadequados;
- Perda por excesso de processamento: diz respeito a etapas desnecessárias do processo, as quais podem ser eliminadas sem afetar o produto;
- Perda por inventário: tem relação com o excesso de estoque, ocupando espaço e deixando o capital parado;
- Perda por movimento: é quando os colaboradores exercem movimentos que não agregam valor, podendo ser causados por má distribuição de tarefas;
- Perda por defeitos: acontece quando o produto está fora dos padrões para ser vendido, desperdiçando todo o tempo e custo aplicado à produção do produto.

Tendo bem definido quais tipos de perdas é possível ter durante o processo, consegue-se ter embasamento para buscar tratativas a fim de aumentar a eficiência do processo gerando lucratividade à empresa.

### 2.2.1 Kaizen

O Kaizen nasceu do Lean Manufacturing e significa melhoria contínua, uma filosofia japonesa que emprega o conceito de realizar melhorias simples, pequenas e com baixo custo, mas que asseguram maior qualidade, produtividade e economia. No primeiro momento, antes de tomar ações de melhoria, é necessário realizar o Gemba, ou seja, ir até o local onde o processo acontece e investigar o caso. Segundo Lobo (2010), as principais regras da gestão de produção para implementar melhorias de processo são:

- Ir ao local onde as coisas acontecem;
- Verificar a situação real;
- Tomar ações temporárias para conter o problema;
- Encontrar a causa raiz do problema;
- Estabelecer procedimentos padrão para evitar que o problema aconteça novamente.

### 2.3 PDCA

O ciclo PDCA é um método de melhoria contínua baseado em 4 (quatro etapas) – *Plan* (Planejar), *Do* (Fazer), *Check* (Checar) e *Action* (Agir) – utilizado na resolução de problemas, tendo como finalidade melhorar o processo, para que ele atinja as metas estabelecidas, por meio da identificação e organização de atividades (WERKEMA, 2013).

Pode-se definir as etapas do PDCA como:

**Planejar:** Definir os objetivos que devem ser alcançados e especificar os métodos que serão utilizados;

**Fazer:** Coletar os dados necessários e executar as ações planejadas;

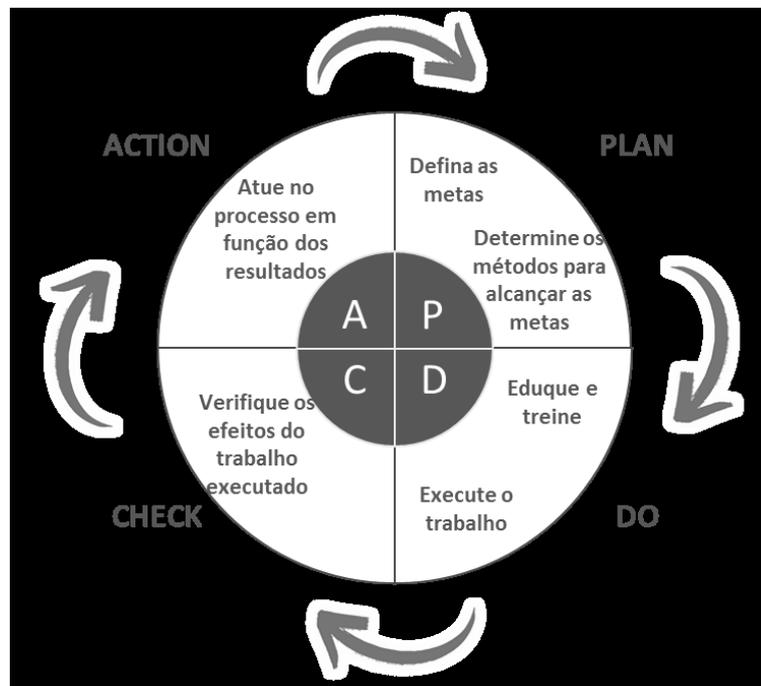
**Checar:** Verificar o resultado alcançado com as metas que foram estabelecidas no início;

**Agir:** Estabelecer padrões caso a meta tenha sido alcançada ou atuar novamente no processo caso contrário.

A utilização desse método de gestão concedeu às empresas uma maneira mais eficiente de corrigir os problemas, dando a oportunidade de padronizar os resultados alcançados, isto é, impedir que o problema volte a acontecer. Sendo

assim, a empresa consegue aumentar sua competitividade, pois o seu processo consegue ser estabilizado de uma maneira mais rápida, evitando perdas (WERKEMA, 2013).

Figura 1- Ciclo PDCA e suas etapas



Fonte: Adaptado de Werkema (2013)

### 2.3.1 DMAIC

Buscando forças para enfrentar seus concorrentes, a Motorola, na década de 1980, lançou o programa *Seis Sigma* e obteve crescimento expressivos em suas vendas, contribuindo para o sucesso da organização. Mais tarde, outras empresas como General Electric e Sony passaram a aplicar a metodologia tendo também ganhos efetivos na sua produtividade (KLEFSJO, 2010).

A letra grega Sigma ( $\sigma$ ) foi a escolhida para medir a variância em um processo, ou seja, a capacidade de produzir produtos não defeituosos. Um produto defeituoso é aquele que não atende às especificações necessárias para ser vendido, como por exemplo: peso, altura, diâmetro, etc. Quando uma empresa adota a metodologia *Seis Sigma*, quer dizer que seu nível de desempenho é produzir 3,4 produtos defeituosos em 1 milhão produtos fabricados (PYZDEZ, 2003). A Tabela 2 relaciona o rendimento do processo, o número de defetios por milhão de oportunidades e o nível sigma.

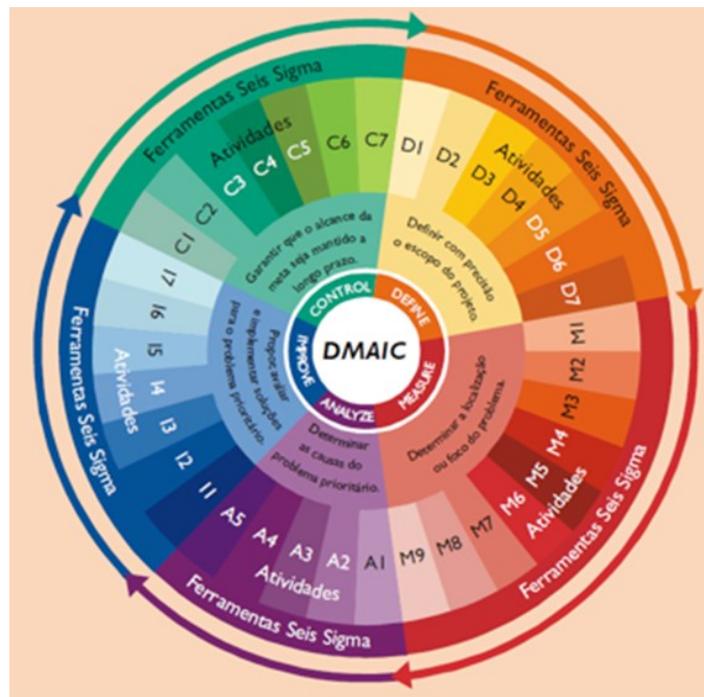
**Tabela 2 - Rendimento do processo, DPMO (defeitos por milhão) e nível sigma**

Rendimento (%)	DPMO	Nível Sigma
30,9	690.000	1
69,2	308.000	2
93,3	66.800	3
99,4	6.210	4
99,98	320	5
99,9997	3,4	6

Fonte: Pande (2001)

A fim de entender a integração do Lean Seis Sigma com o DMAIC, Werkema (2013) apresenta que, diversas ferramentas são utilizadas de maneira integrada às etapas do DMAIC, transformando-o em um método sistemático baseado em dados e no uso de ferramentas estatísticas para se atingir os resultados estratégicos desejados pela empresa. A Figura 2 ilustra tal integração.

**Figura 2 - Integração das ferramentas Lean Seis Sigma ao DMAIC**

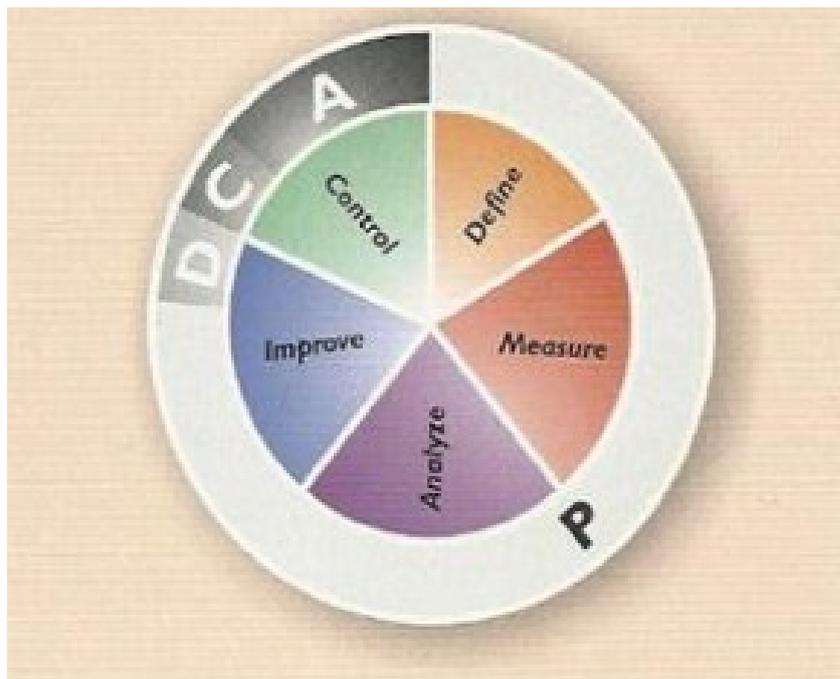


Fonte: Werkema (2013)

É claro também a maneira em que DMAIC e PDCA se complementam, pois ambos possuem metodologia de resolução de problemas com base em melhorias de processo. “O DMAIC foi desenvolvido bom base no PDCA” (AGUIAR, 2001). No

entanto, o DMAIC possui uma grande ênfase no planejamento antes da execução das ações, ou seja, na identificação, observação e análise do problema. Além disso, no DMAIC é possível retornar às fases de acordo com necessidade para garantir a segurança da análise, já no PDCA, em caso de fracasso é preciso iniciar novamente o ciclo. A Figura 3 traz a correspondência entre o DMAIC e o ciclo PDCA.

**Figura 3 - Correspondência entre o Método DMAIC e o Ciclo PDCA**



Fonte: Werkema (2013)

#### **2.4.1.1 Definir**

De acordo Werkema (2013), essa etapa o escopo do projeto deve ser muito bem definido, ou seja, o problema deve ser bem entendido relacionando-o com seu impacto ao longo de todo o processo. Alguns pontos principais para a etapa são apresentados a seguir:

- Descrição do problema;
- Mapeamento do processo;
- Definição da meta;
- Levantamento do histórico do problema;
- Apresentação de possíveis restrições;
- Definição dos membros da equipe e suas responsabilidades;

- Definição do cronograma.

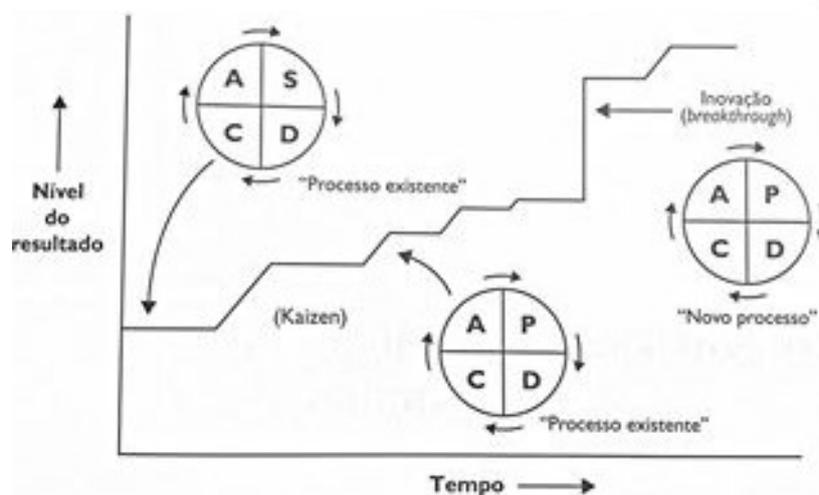
### 2.4.1.2 Medir

Na segunda etapa do DMAIC é o momento de realizar a coleta dos dados que serão úteis na estratificação do problema. Vale lembrar a importância da confiabilidade dos dados, para que sejam analisados de forma correta. O objetivo da fase “Medir” é estratificar o problema em focos prioritários a fim de se obter problemas menores e de mais simples solução, ou seja, atentar-se aos diversos pontos de vista envolvidos (WERKEMA, 2013). Algumas ferramentas utilizadas nessa fase são: 4W1H, gráfico sequencial, histograma, carta de controle, gráfico de Pareto, entre outros.

### 2.4.1.3 Analisar

Nessa etapa é realizada uma checagem de padrões e procedimentos que estejam relacionados com o problema, pois a padronização está relacionada diretamente com a estabilidade do processo. Sabendo que o DMAIC é um PDCA, vale ressaltar a afirmação de Falconi (2015) “... não dá para usar bem o PDCA (melhoria da operação) sem o SDCA (boa operação). É difícil melhorar o que é aleatório. Precisamos de consistência para melhorar...”. Portanto, a Figura 4 mostra a relação da melhoria (PDCA) com a padronização (SDCA).

Figura 4 - Relação dos ciclos PDCA e SDCA



Fonte: Werkema (2013)

Além do mais, no “Analisar”, as possíveis causas do problema prioritário serão identificadas pela equipe por meio da ferramenta *Brainstorming*. Após isso, essas possíveis causas serão organizadas no Diagrama de Causa e Efeito para melhor visualização em 6 (seis) dimensões: máquina, meio ambiente, mão de obra, medida, método e matéria-prima).

Por fim, buscando extrair as causas raízes dentre todas as possíveis causas, os “5 por quês” mostra-se como ferramenta essencial para esse fim, pois as soluções de melhorias serão capazes de eliminar o problema, garantindo a qualidade da entrega e impedindo que o problema volte a acontecer.

#### **2.4.1.4 Implementar**

O O objetivo dessa fase é testar e implementar as soluções detectadas por meio da ferramenta Plano de Ação, utilizando fatores de priorização. A ferramenta contém informações como: Qual a ação será executada? Quem será responsável por ela? Quando ela será executada?. O importante é garantir o alcance da meta estabelecida no início do projeto, pois caso ela não seja atingida, quer dizer que a equipe deve retornar a etapa “Medir” para aprofundar mais a análise do problema (WERKEMA, 2013).

#### **2.4.1.5 Controlar**

A etapa “Controlar” tem como finalidade acompanhar a eficácia das ações implementadas ao comparar os dados coletados antes e depois do projeto. Esse acompanhamento pode ser feito através do gráfico sequencial, o qual mostrará a tendência dos resultados ao longo da execução do projeto. Assim como na etapa “Implementar”, caso a meta não seja atingida, a equipe deve retornar a etapa “Medir”.

Por outro lado, caso a meta estabelecida tenha sido atingida, é de extrema importância garantir que novos padrões/procedimentos sejam criados ou os antigos revisados. Além do mais, esses padrões devem ser repassados por meio de treinamentos aos envolvidos de forma clara e de fácil entendimento. Tais padrões devem ser monitorados por meio de auditorias constantes, pois a desobediência pode permitir que o problema volte a acontecer (WERKEMA, 2013).

Por fim, é aconselhável que a equipe faça uma análise de todas as dificuldades, fraquezas como lições aprendidas para ser compartilhado com trabalhos futuros.

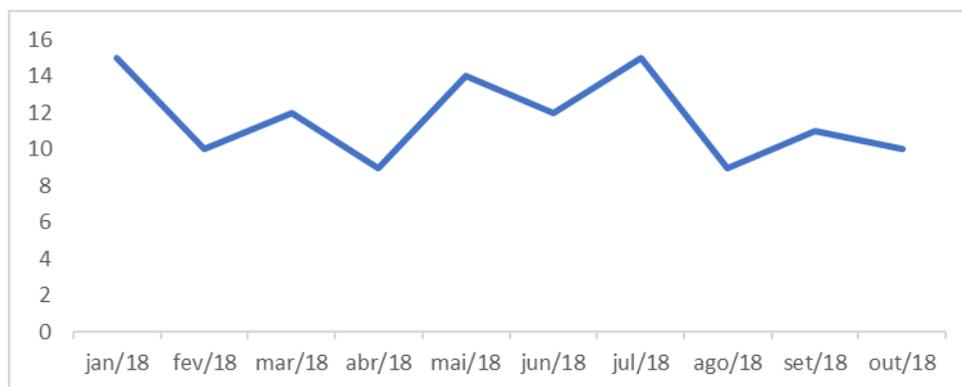
### 2.3.2 Ferramentas DMAIC

Nas seções de 2.4.2.1 à 2.4.2.5 serão abordadas as ferramentas do DMAIC utilizadas no trabalho.

#### 2.4.2.1 Gráfico Sequencial

O gráfico sequencial é série temporal, uma ferramenta que nos mostra de maneira gráfica o comportamento de uma variável ao longo de um determinado período de tempo. Tais informações são utilizadas para análises de tendência de um processo produtivo através de dados históricos (PASSARINI, 2014). Um exemplo de série temporal seria: “Vendas mensais de refrigerante da marca X”. O Gráfico 1 ilustra um modelo sequencial aleatório.

Gráfico 1 - Modelo de gráfico sequencial aleatório



Fonte: autoria própria

Para definição da meta de um projeto é preciso analisar os dados históricos do problema, que são visualizados em gráficos sequenciais. Algumas interpretações que podem ser feitas dessas séries temporais são: tendência ascendente, tendência decrescente, sazonalidade, pontos fora (*outliers*), periodicidade, sequência ou aleatoriedade. Segundo Werkema (2012), é importante interpretar a série temporal para fazer previsões, pois os valores interferem na variável de interesse.

### 2.4.2.2 Brainstorming

O *Brainstorming* é uma ferramenta de geração de ideias, por isso é conhecido como “chuva de ideias”, e tem como saída diversos pensamentos e sugestões distintas advindas de várias pessoas juntas. Essa ferramenta apoia diretamente o desenvolvimento do diagrama de *Ishiwaka* e segundo Lobo (2010), existem regras a serem seguidas para um brainstorming, dentre elas:

- Gerar ideias em massa;
- Registrá-las;
- Combiná-las;
- Manter o fluxo de ideias contínuo;
- Suspender a crítica.

### 2.4.2.3 4W1H

O 4W1H é uma ferramenta de auxílio à fase de planejamento da atividade ou problema, isto é, a partir dela é possível sanar as dúvidas que pode surgir sobre o processo. Ela é baseada em 5 (cinco) dimensões, em formas de perguntas e ao respondê-las o problema fica apresentado de forma mais clara e focada. As perguntas utilizadas no 4W1H são: *What* (O quê?), *Where* (Onde?), *When* (Quando?), *Who* (Quem?) e *How* (Quanto?).

A ferramenta também pode ser acrescentada de duas perguntas: *Why* (Porque?) e *How Much* (Quanto?), formando o 5W2H. Neste caso, é utilizada como um plano de ação para solucionar um problema ou tomar decisões, podendo até sair com soluções em alguns casos (FRANKLIN, 2006). O Quadro 1 ilustra um 4W1H.

**Quadro 1 - Exemplos de pergunta do 4W1H**

4W	<i>What</i>	O quê?	O que está acontecendo?
	<i>Who</i>	Quem?	Quem está relacionado com o problema?
	<i>Where</i>	Onde?	Em que lugar o problema acontece?
	<i>When</i>	Quando?	Em que momento o problema pode ser identificado?
1H	<i>How</i>	Quanto?	Qual o impacto do problema?

Fonte: autoria própria

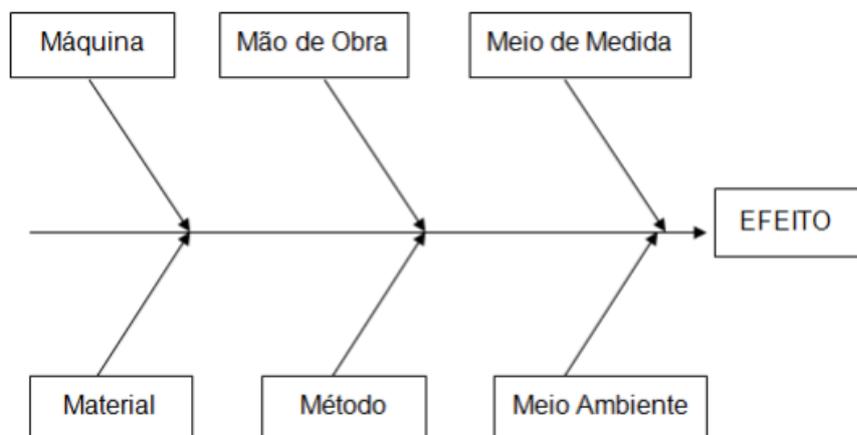
#### 2.4.2.4 Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito, também chamado como diagrama de *Ishikawa*, “6Ms” ou “espinha de peixe” é uma ferramenta da qualidade a qual representa a relação entre o efeito do problema e suas possíveis causas separadas em 6 (seis) perspectivas: mão de obra, material, método, medida, máquina e meio ambiente.

Na maioria das vezes, a construção de um diagrama de causa e efeito vem de um *brainstorming* feito pela equipe envolvida a respeito dos possíveis fatores do processo que podem gerar o problema (WERKEMA, 2012).

O objetivo final esperado com o uso da ferramenta é identificar causas fundamentais para determinação de ações que futuramente serão tomadas. Além disso, tendo a análise do fenômeno, as causas menos prováveis já podem ser eliminadas. A Figura 5 traz a estrutura de um diagrama de causa e efeito.

Figura 5 - Diagrama de causa e efeito



Fonte: Adaptado de Corrêa e Corrêa (2012, p. 200)

#### 2.4.2.5 “5 por quês”

O 5 por quês é uma ferramenta utilizada desde o sistema Toyota de Produção para encontrar causas raízes dentre todas as possíveis causas listadas do problema em questão. Isso porque se atacarmos o efeito do problema ele tem grande chance de voltar a acontecer, já quando atua-se em cima da causa raiz, ele é eliminado (Ohno, 1997).

Seu método consiste em realizar a pergunta “Por quê?” de maneira consecutiva até chegar na causa raiz do problema, lembrando que as perguntas são

sempre feitas com base na última resposta e que não é obrigatório fazer as 5 (cinco) perguntas.

Pode parecer fácil, mas essa análise requer pensamento lógico do líder e de toda a equipe para que no fim, a análise tenha um bom fundamento. A seguir, um exemplo de Ohno (1997) a respeito de um problema relacionado à parada de máquina:

“1. Por que a máquina parou?

Porque houve uma sobrecarga e o fusível queimou.

2. Por que houve uma sobrecarga?

Porque o mancal não estava suficientemente lubrificado.

3. Por que não estava suficientemente lubrificado?

Porque a bomba de lubrificação não estava bombeando suficientemente.

4. Por que não estava bombeando suficientemente?

Porque o eixo da bomba estava gasto e vibrando.

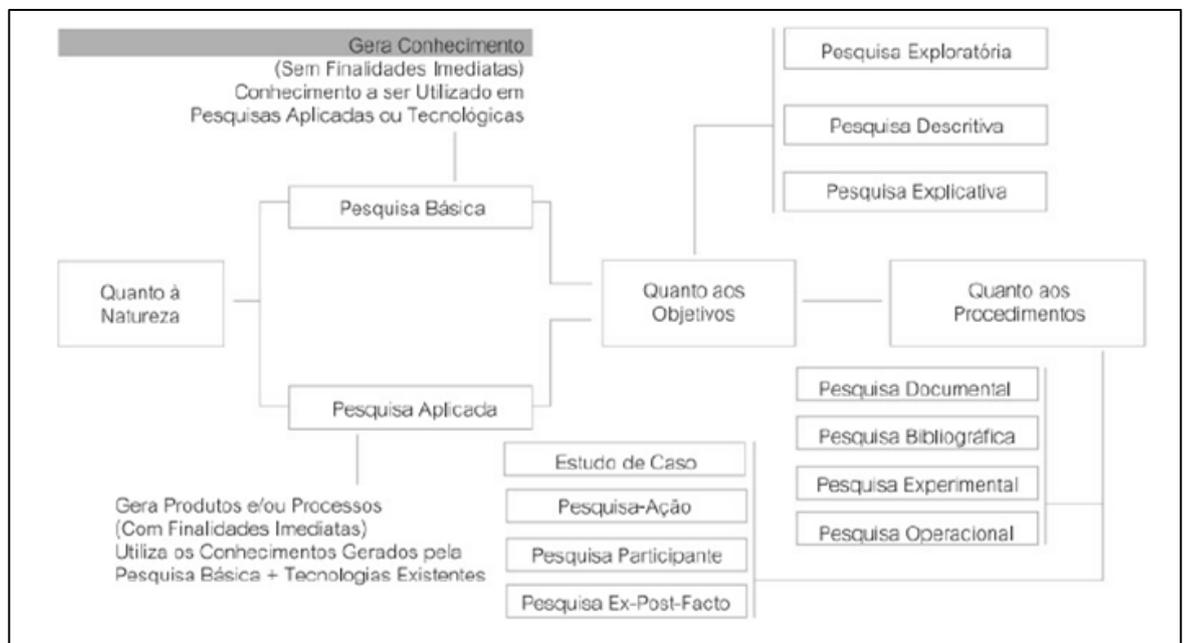
5. Por que o eixo estava gasto?

Porque não havia uma tela acoplada e entrava limalha.”

### 3 MÉTODOS DE PESQUISA

As pesquisas são classificadas em natureza podendo ser básicas ou aplicadas. Ao classificar de acordo com o problema os tipos são analisados como quantitativos ou qualitativos. Já os objetivos possuem as seguintes vertentes: pesquisa descritiva, explicativa ou exploratória. Por fim os procedimentos se subdividem em pesquisa bibliográfica, documental, experimental, levantamento, estudo de caso, *ex-post-Facto*, pesquisa-ação ou participante. A Figura 6 ilustra os tipos de pesquisa científica.

**Figura 6 - Tipos de pesquisa científica**



Fonte: PRODANOV (2013)

Este trabalho é classificado como uma pesquisa-ação com natureza aplicada, método qualitativo e procedimento descritivo a respeito da abordagem de problemas. O processo desse método de pesquisa é composto por uma estrutura definida baseada nos estudos de Coughlan e Coughlan (2002), como pode-se ver na Figura 7.

**Figura 7 - Estruturação pesquisa-ação**



Fonte: Adaptada de Coughlan e Coughlan (2002)

Na pesquisa-ação, o pesquisador interfere no objeto de estudo junto com os participantes a fim de resolver um problema de maneira cíclica, seguindo cinco passos: planejamento da pesquisa, coleta de dados, análise de dados, tomada de ações e avaliação das ações. A metodologia DMAIC, em conjunto com PDCA, segue basicamente o mesmo fluxo o qual se encaixa no ciclo de melhoria contínua (COUGHLAN E COUGHLAN, 2002).

As informações necessárias para desenvolvimento do caso foram retiradas da própria empresa, especificamente no setor de enlatamento, diretamente do sistema de informação utilizado para apontamentos de paradas não planejadas das máquinas. Além disso as aparas de papelão encontrados na linha de produção foram diretamente coletadas pelos operadores das encaixotadoras de maneira manual, inserindo-as em um recipiente plástico e pesando.

Após evidenciar a confiabilidade dos dados, foi possível iniciar a análise dos mesmos e planejamento de ações. Algumas ferramentas utilizadas nessa etapa foram gráfico sequencial, diagrama de causa e efeito e análise dos 5 por quês. Com elas foi possível identificar as causas raízes do problema buscando propor soluções efetivas, que impedissem de o problema acontecer novamente.

Segundo Coughlan e Coughlan (2002), a concepção crítica da análise de dados na pesquisa-ação é colaborativa, ou seja, tanto o pesquisador quanto os participantes a realizam juntos. Dessa maneira, a boa relação com o fornecedor da

matéria prima em questão foi importante para elaboração de um plano de ação, atuando como facilitador das mudanças.

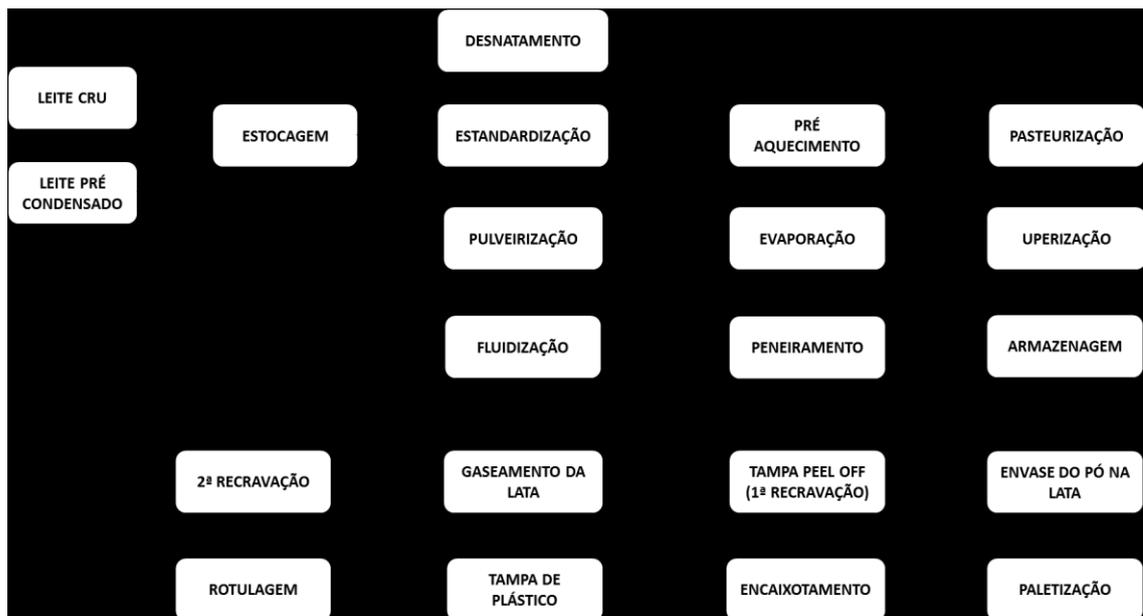
A efetividade das ações foi avaliada coletando as mesmas informações e das mesmas fontes em um prazo de três meses, para que fosse possível identificar o sucesso ou não da meta estabelecida. Esse monitoramento mostrou-se relevante para que o projeto fosse eficaz e bons resultados para a empresa.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Definir

O estudo foi realizado em uma empresa do ramo alimentício localizada na cidade de Ituiutaba, Minas Gerais, a qual possui cerca de 200 funcionários, entre funções de operação e administrativa. A mesma é fabricante de leite em pó dos tipos integral, instantâneo e semidesnatado em latas de 116 mm e sacos de 500Kg ou 25Kg, envasando em média de 200 toneladas por dia. Em busca pela obtenção da qualidade total de seu processo, a empresa conta com diversas certificações, como: ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007 e ISO 22000:2005. Na Figura 8, é apresentado o fluxograma do processo produtivo da empresa estudada.

**Figura 8 - Fluxograma do processo de produção do leite em pó**



Fonte: autoria própria

O processo de produção do leite em pó tem como base as seguintes etapas: recepção de leite cru e do leite pré-condensado, mix da receita dos tipos de leites, condensação, pulverização e envase do pó tanto na lata de 400 gramas, a qual vai para o mercado, quanto em sacos de 25kg e 500kg, os quais vão para outras fábricas serem utilizados como matéria-prima.

Um diferencial da empresa é que, além de produzir seu principal produto, o leite em pó, também produz seu material de embalagem, que é a lata de folha de flandres. No processo de acondicionamento, a lata chega à máquina envasadora do pó já no seu formato redondo e com o fundo recravado. Daí em diante, com o pó já dentro da lata, ela passa por máquinas com diversas funções como recrevação, aplicação da membrana de alumínio (*peel off*), aplicação das tampas de plástico, colagem do rótulo e por último, encaixotamento do produto final em caixas de papelão com vinte e quatro latas, a fim de serem paletizadas.

As caixas são paletizadas por uma célula robótica, contendo 64 caixas/pallets e após isso são direcionadas até o armazém pelas empilhadeiras. A logística da empresa gira em torno apenas do transporte rodoviário e tem como destinos, os centros de distribuições (CDs) e *brokers*, fazendo as pontes para atacadistas e varejistas de todo o Brasil.

A fim de detalhar mais o processo de encaixotamento, pode-se ver na Figura 9 que as latas chegam formando filas, enquanto a caixa de papelão vem ao seu encontro na direção horizontal. As ventosas presentes na máquina são capazes de fazer a sucção da caixa para que ela fique na parte inferior das latas. Após isso ela tem suas partes dobradas e coladas para poder fechar por completo com todas essas latas no seu interior.

**Figura 9 - Ilustração do encontro das 24 latas com a caixa de papelão**



Fonte: autoria própria

Nessa parte, foi notada uma falha no processo, que é a existência de uma fonte de sujeira representada pelo acúmulo de pequenos pedaços de caixa de papelão

ou aparas, que se espalham não só pelo chão, mas também pelas peças no interior do equipamento, como por exemplo nas ventosas. A Figura 10 ilustra este problema.

**Figura 10 - Pedacos de caixa de papelão presentes no chão da encaixotadora**



Fonte: autoria própria

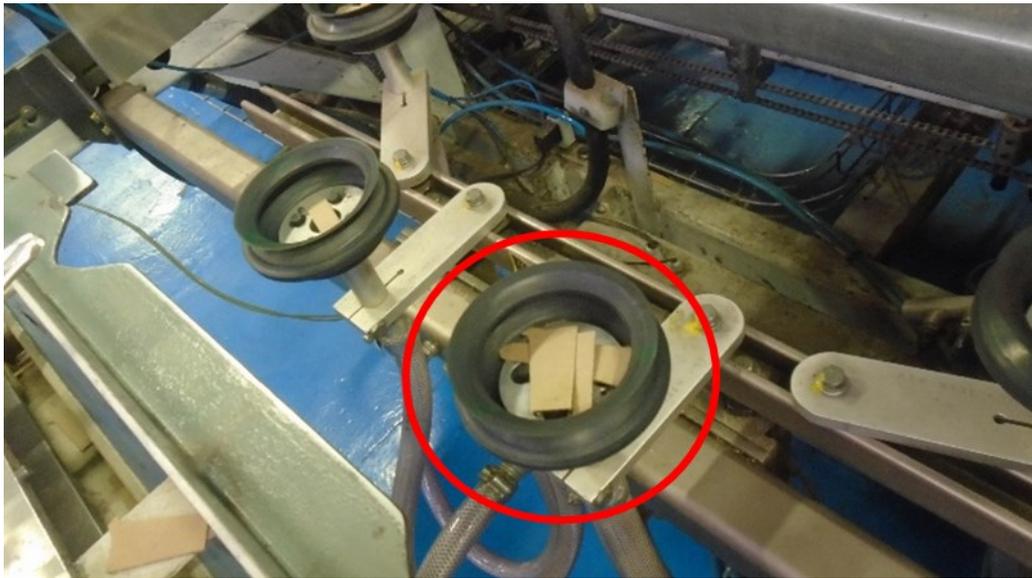
Diante desse problema, o estudo se iniciou com o objetivo de eliminar a fonte de sujeira presente em função das consequências que estava causando ao processo, entre elas: sujeira da linha de produção e paradas não planejadas na encaixotadora.

Na empresa, a Manutenção Preventiva Total (TPM) já é implementada há 4 (quatro) anos e todas máquinas do processo possuem um padrão de limpeza que é executado a cada 2 (dois) dias no período de uma hora e neste padrão estão contemplados todos os pontos que devem ser limpos, inspecionados e lubrificados para que as perdas e paradas do processo sejam mínimas. Nota-se que, com a presença da sujeira, tem-se uma perda de tempo, pois é necessário utilizar o tempo programado de 1 (uma) hora para executar uma outra limpeza que não contempla no padrão operacional. Sem a sujeira, a mão de obra operacional poderia estar sendo aproveitada para executar o padrão com maior eficácia.

Além do tempo não previsto na limpeza das máquinas, as aparas das caixas de papelão podem demandar paradas não planejadas do processo, especialmente quando obstruem a passagem de ar das ventosas.

Ao analisar a Figura 11, pode-se ver que há uma obstrução da passagem de ar ocasionada pelos pedaços de caixas que se acumulam nas ventosas, impedindo-as de realizar o efeito de sucção e gerando assim paradas não planejadas na encaixotadora. É importante ressaltar que as duas consequências geram impactos na qualidade contínua do processo, afetando diretamente o coeficiente de produtividade da fábrica.

**Figura 11 - Pedaços de caixa presente no interior das ventosas**



Fonte: autoria própria

Primeiramente, os operadores da encaixotadora mapearam a fonte de sujeira através da abertura de uma “etiqueta vermelha”, uma ferramenta do pilar Manutenção Autônoma, que auxilia na identificação de anomalias nas máquinas (Passo 01 do pilar de Manutenção Autônoma). Depois de aberta a etiqueta, a fonte de sujeira foi priorizada por meio da matriz impacto x esforço para definir quão antes resolvê-la e qual o método de resolvê-la (Passo 02 do pilar de Manutenção Autônoma). A Figura 12 ilustra a gestão de anomalias.

**Figura 12 - Gestão de anomalias da operação**

FONTE DE SUJEIRA																		
Fábrica:	Ituiutaba		Linha:	Linha 2														
PASSO 1 - Preenchimento GTA						PASSO 2 - Preenchimento GTA / GTM												
Identificação da anomalia						Priorização		Impacto X Esforço		Tratativa		Conclusão						
Nº da Etiqueta	Máquina	Tipo de etiqueta	Tipo de anomalia	Descrição do problema	Foto do local	Fonte de contaminação	Deterioração Forçada	Perda significativa de material	Ganho efetivo para a operação	Impacto	Esforço	Impacto X Esforço	Complexo	Prioritário (Ação Imediata)	Ver e Agir	DMAIC	Status	Lição de Aprendizagem
1234	Encaixotadora	Vermelha	FS	ACUMULO DE APARAS DE CAIXAS NA MAQUINA				X		Baixo	Alto	Baixo/Alto				X	Em andamento	

Fonte: autoria própria

Através de um *brainstorming* com os operadores, foi definido que a resolução teria um baixo impacto, porque mesmo a sujeira tendo impacto direto na linha de produção, o índice de paradas não planejadas gerado era pequeno em comparação com outras máquinas da linha; e um alto esforço, pois era visível que a resolução não dependeria somente de ações realizadas na própria empresa.

Todo esse cuidado com a fonte de sujeira existe, pois, os passos do pilar de Manutenção Autônoma possuem algumas entregas. No passo 1, o objetivo é restaurar a condição básica dos equipamentos, ou seja, garantir que as máquinas estejam limpas, ajustadas e lubrificadas a fim de evitar a deterioração acelerada das mesmas. Já no passo 2 o objetivo é eliminar as fontes de sujeiras e locais de difícil acesso para simplificar as tarefas e para facilitar a limpeza, a inspeção e a operação. Portanto, os operadores devem realizar a avaliação atual das fontes de sujeiras, para executar um plano de ação e no final avaliar os resultados das ações.

Ainda mais, o pilar Melhoria Específica mostra-se como um grande contribuidor para solução do caso, pois ele é um pilar específico e ativo na identificação e resolução de problemas, podendo ser do mais simples até o mais complexo. Buscando solucionar o caso e promover melhoria, o conceito de PDCA, junto ao DMAIC mostram-se como métodos importantes para o caso, por isso foram escolhidos.

Desse modo, as principais atividades foram: presenciar o problema, entender como ele acontece, calcular o impacto dele no processo, analisar suas possíveis causas, encontrar a causa raiz, implementar ações que o solucionem o problema, e por fim, criar padrões que sejam sustentáveis. Lembrando que todas essas atividades foram executadas em grupo, o qual era composto por participantes de áreas como: garantia da qualidade, armazém, melhoria contínua, operação e manutenção.

O primeiro passo da implementação da melhoria foi a ida até o local da ocorrência e a identificação da fonte de sujeira junto com as suas principais consequências. A Figura 13 consegue mostrar claramente o acúmulo que existe no local.

**Figura 13 - Evidência do acúmulo de pedaços de caixa de papelão**



Fonte: autoria própria

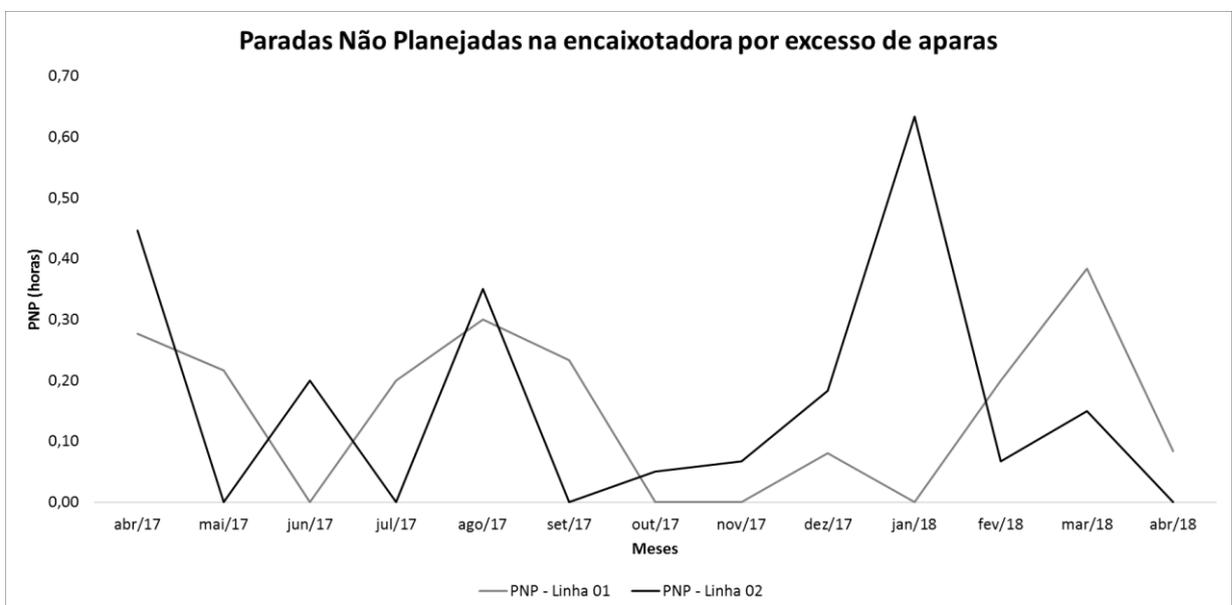
#### **4.2 Medir**

Para um melhor diagnóstico foram analisados os apontamentos de paradas realizados pela operação. A cada turno, os operadores inserem em um sistema todas as ocorrências em suas máquinas, em horas, como: tempo de paradas planejadas, tempo de paradas não planejadas, tempo utilizado retrabalhando o material ou tempo perdido com produtos que não foram liberados. O objetivo desse sistema é calcular o índice de produtividade da linha de produção, podendo ser por turno, por dia, por

semana, por mês, etc. Sabendo disso, foi construído o Gráfico 2 que mostra o impacto da sujeira, em horas, nas duas linhas de produção.

O TPM se sustenta a partir da integração de oito pilares, os quais fornecem base metodológica para eliminar as perdas do processo de diversas maneiras como, por exemplo, através de treinamento, inspeção, melhoria, manutenção, controle da qualidade, entre outros. Com isso será possível visualizar de que forma suas ferramentas são importantes na resolução do problema.

**Gráfico 2 - Gráfico sequencial das paradas não planejadas causadas pelo excesso de aparas na máquina**



Fonte: autoria própria

Paralelamente, foi realizado a primeira coleta de dados com a ajuda dos operadores da máquina dos três turnos e após isso, o estabelecimento da meta do projeto. Para definição da meta, foram consideradas as equações a seguir:

$$Lacuna = média - benchmarking \quad (1)$$

$$Meta = média - (\% \text{ de Redução da Lacuna} \cdot Lacuna) \quad (2)$$

$$\% \text{ redução do projeto} = 1 - \frac{meta}{média} \quad (3)$$

Substituindo os dados coletados na equação (1) temos:

$$Lacuna = 0,360 - 0,150$$

$$Lacuna = 0,210 \text{ g}$$

A lacuna no problema encontrada foi de 210 gramas, sendo ela a diferença entre o valor médio e o melhor resultado de aparas no período coletado, o qual pode

ser chamado de *benchmarking*. Diante disso, após reunião com o supervisor da linha de envase, foi decidido reduzir 70% dessa lacuna.

$$Meta = 0,360 - (70\% \cdot 0,210)$$

$$Meta = 0,213 \text{ g}$$

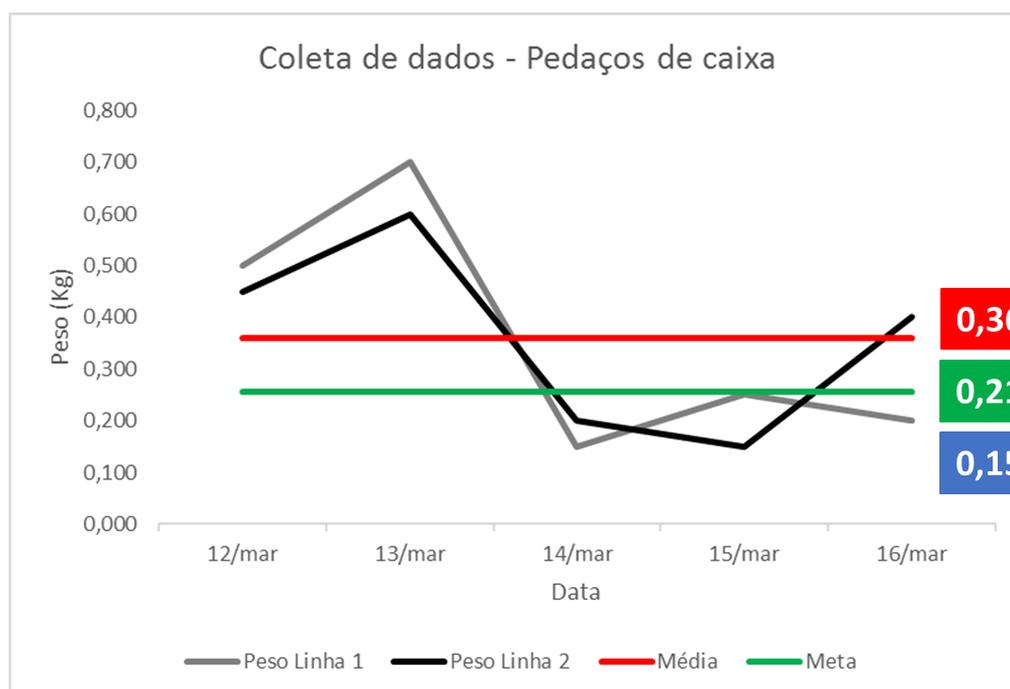
Daí então a meta seria alcançar um valor de 213 gramas de aparas por dia. Portanto, através da definição da redução da lacuna, foi possível encontrar a redução do projeto em si, que será de 41% como apresentado na equação a seguir.

$$\% \text{ redução do projeto} = 1 - \frac{0,213}{0,360}$$

$$\% \text{ redução do projeto} = 41\%$$

A partir disso, pode-se verificar os resultados no Gráfico 3.

**Gráfico 3 - Gráfico referente à coleta de dados do projeto, com a média e a meta**

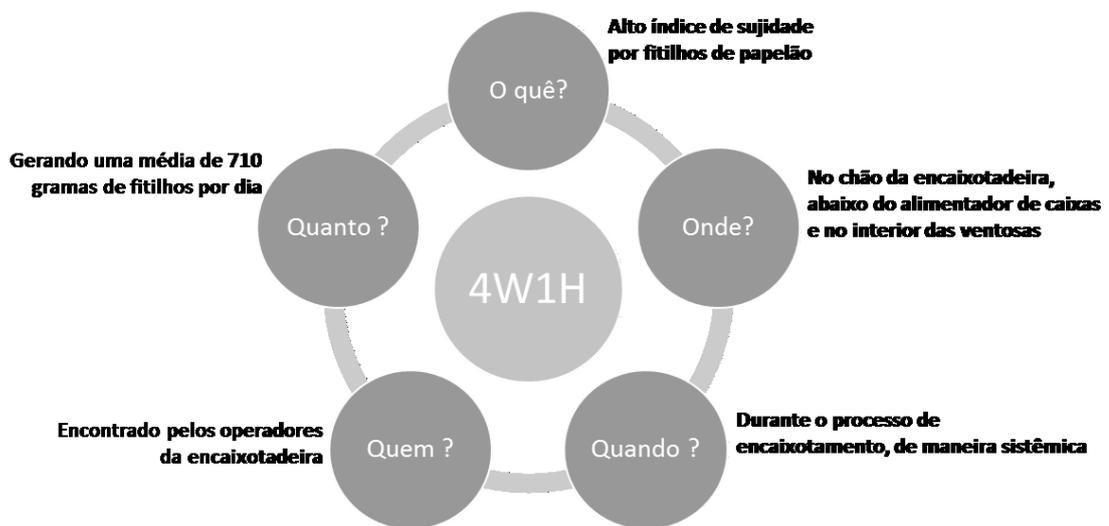


Fonte: autoria própria

O segundo passo, foi aplicar uma ação temporária como tentativa de amenizar o impacto da fonte de sujeira no processo e essa ação foi a intensificação da limpeza pelos operadores da máquina de duas maneiras: a primeira utilizando uma vassoura com alcance capaz de retirar as aparas e a segunda, aproveitando as oportunidades de parada de linha para executar a limpeza tanto do chão quanto das ventosas.

A fim de entender como e onde o problema acontece de uma maneira bem clara, foi utilizada uma ferramenta a qual a empresa utilizava como suporte, o 4W1H. Essa ferramenta auxilia para que não deixe dúvidas sobre o que está acontecendo em relação ao problema, em 5 (cinco) dimensões. Isso permite agilizar o processo através das diretrizes: *what* (O quê?), *where* (Onde?), *when* (Quando?), *who* (Quem?) e *how* (Quanto?). Portanto, na Figura 14 possível visualizar os focos do problema, a qual sintetiza a aplicação do 4W1H no estudo. 4W1H realizado referente à fonte de sujeira

Figura 14 - 4W1H realizado referente à fonte de resíduo



Fonte: autoria própria

Respondendo às perguntas base da ferramenta 4W1H foi possível obter uma definição clara do que realmente estava acontecendo. Sendo assim, a descrição do problema foi definida da seguinte maneira: “Alto índice de sujeira por aparas de papelão no chão da encaixotadora, abaixo do alimentador de caixas e no interior das ventosas, durante o processo de encaixotamento, de maneira sistêmica, encontrado pelos operadores e gerando em média 710 gramas de fitilhos por dia”. Tudo isso contribuiu para estabelecer novas diretrizes na resolução do problema.

### 4.3 Analisar

Com as etapas D (Definir) e M (Medir) bem estruturadas, o próximo passo foi realizar uma análise dos padrões e procedimentos existentes que poderiam

ser aplicáveis ao problema, pois é de extrema importância garantir os *standards* ou padrões antes de realizar a melhoria. Garantindo a execução dos padrões, na etapa A (Analisar), é possível identificar as falhas no processo de maneira mais nítida, pois é levado em consideração que o processo se encontra controlado.

No Quadro 2, pode-se ver os padrões e procedimentos que foram checados:

**Quadro 2 - Checagem de padrões e procedimentos relacionados à fonte de sujeira**

<b>PADRÃO PROCEDIMENTOS</b>	<b>Existe ?</b>	<b>Está sendo seguido ?</b>	<b>As pessoas foram treinadas ?</b>	<b>É claro e de fácil entendimento ?</b>
Limpeza da encaixotadeira	✓	✓	✓	✓
Inspeção da encaixotadeira	✓	✓	✓	✓
5S	✓	✓	✓	✓
Especificação do material	✓	✗	✗	✗
Liberação da MP - Armazém	✓	✓	✓	✓
Liberação da MP - Garantia da Qualidade	✓	✓	✓	✓

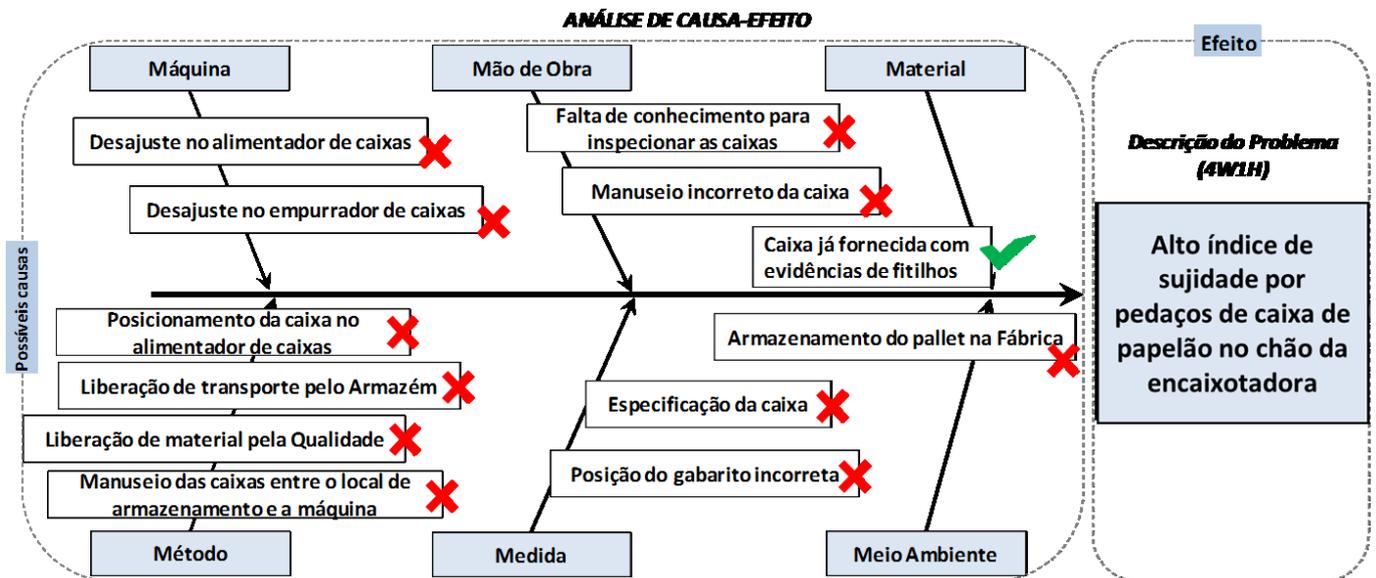
Fonte: autoria própria

Através da checagem desses padrões, foi possível concluir que o material, caixa de papelão, não estava de acordo com as especificações, pois o padrão é a caixa não apresentar nenhum tipo de apara ao ser recebida, e a realidade não condiz com a declaração. Em vista disso, a primeira ação a ser mapeada foi a de contatar o fornecedor para realização de uma visita com o objetivo de mostrar o atual problema e estreitar a relação em busca de uma solução.

A visita do fornecedor na empresa foi de grande valia, pois foi possível realizar um *brainstorming* entre o time da empresa estudada e o da empresa fornecedora. Após essa etapa, as possíveis causas raízes começam a ser investigadas.

Durante a visita, foi possível acompanhar em tempo real de produção a ocorrência do problema e então pôde-se realizar diversas argumentações ao fornecedor da caixa de papelão. O *brainstorming* explorou todas as possíveis causas que poderiam levar ao nosso problema da fonte de sujeira, tanto pensando nas “causas fábrica”, ou seja, de que maneira nosso processo poderia contribuir com o problema, quanto nas “causas fornecedor” como é mostrado na Figura 15.

Figura 15 - Diagrama de causa e efeito realizado para análise de causas fábrica



Fonte: autoria própria

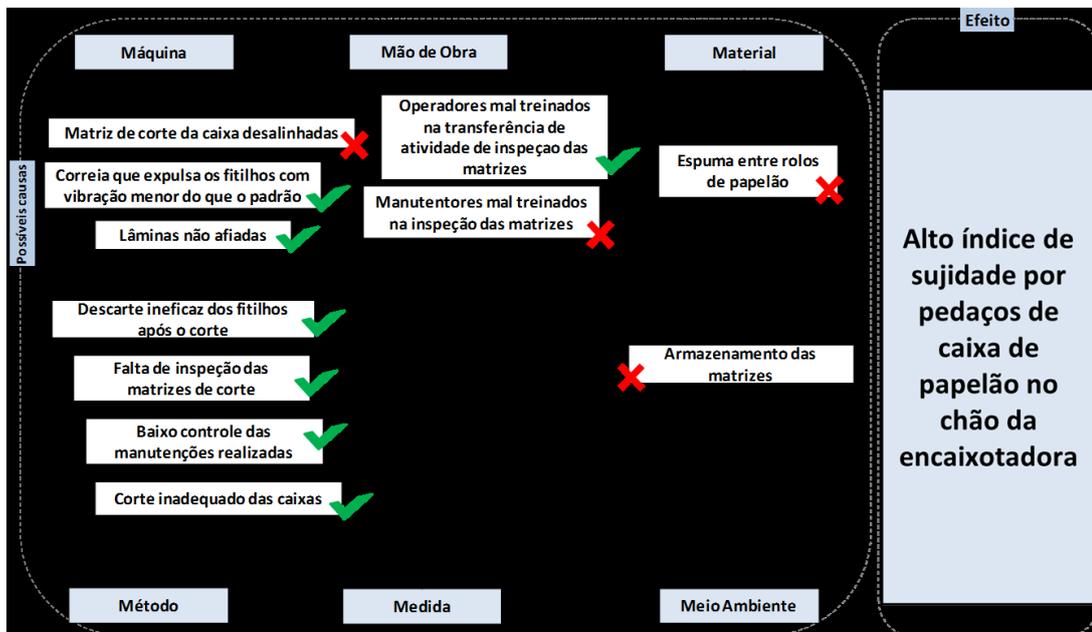
Através da visita do fornecedor na fábrica, foi possível entender um pouco sobre o processo de manufatura das caixas de papelão e isso mostrou um ponto importante para listagem das possíveis causas no fornecedor, já que a gestão da fábrica não aprovou a visita o fornecedor.

As caixas de papelão são embalagens muito utilizadas atualmente, pois possuem valores baixos e condizentes com orçamento, por serem compostas de materiais recicláveis. Além disso, é um produto que otimiza a gestão de armazenagem dos produtos e promove segurança no transporte dos produtos que estão dentro delas. Alguns dos pontos principais da produção da caixa de papelão são as matrizes,

ou seja, máquinas que conseguem cortar e criar vincos no papelão. Também pode-se citar o método de descarte dessas aparas, que pode contribuir para que esses pedaços não se soltem da caixa.

Durante o *brainstorming* com o fornecedor, pôde-se notar alguns fatores que ocasionariam o problema, entre eles: as lâminas presentes nas matrizes poderiam estar desafiadas; as correias vibratórias que descartam as aparas poderiam estar fora da sua condição básica; não existia um procedimento padrão para revisão, inspeção ou troca dessas lâminas; e os operadores que assumiam o posto de trabalho para substituição de férias não eram devidamente treinados. Todos esses pontos podem ser vistos no diagrama da Figura 16.

**Figura 16 - Diagrama de causa e efeito realizado para a análise de causas fornecedor**



Fonte: autoria própria

Analisando os diagramas pode-se concluir que as análises de causas fábrica acaba nos remetendo às causas fornecedor, pois o material, foi visto como o grande vilão da fonte de sujeira. A ferramenta de diagrama de causa e efeito contribui para essa etapa da resolução do problema, por que ele é uma ferramenta guia, a qual nos ajuda a identificar as relações entre as possíveis causas e o efeito existente, que são os pedaços de caixas chegando até a linha de produção do cliente.

Focando apenas nas causas do fornecedor, pode-se utilizar outra ferramenta da qualidade para ajudar na descoberta da(s) causa(s) raiz(es) da fonte de sujeira: análise dos 5 (cinco) porquês. Essa ferramenta é fundamental para evitar o que as tratativas girem em torno do efeito e não da causa, além de nos ajudar a se embasar em dados e não em causas pré-concebidas. Então, para cada possível causa listada anteriormente, deve-se responder à pergunta “Por que?” quantas vezes for necessário até chegarmos a causa raiz. O resultado pode ser visto no Quadro 3.

**Quadro 3 - Análise dos 5 por quês relacionado às causas fornecedor**

P/R	POSSÍVEIS CAUSAS	POR QUE?	POR QUE?	POR QUE?	POR QUE?	POR QUE?
PERGUNTA	Lâmina não afiadas	Por que as lâminas não estão afiadas?	Por que não possuem frequência de troca?			
RESPOSTA		Porque não possuem uma frequência de troca	Por que não possuem uma frequência de troca sistemática de revisão periódica			
PERGUNTA	Corte inadequado das caixas	Por que o corte da caixa está inadequado ?	Por que as lâminas não estão cortando bem as caixas ?	Por que as lâminas não são adequadas para realizar um bom c		
RESPOSTA		Porque as lâminas não estão cortando bem as caixas	Porque as lâminas não são adequadas para realizar um bom corte	Porque as lâminas possuem 7 dentes, sendo insuficiente para realizar o corte adequadamente		
PERGUNTA	Descarte ineficaz dos refis após o corte	Por que o descarte dos refis após o corte não é eficaz?	Por que as correias não estão expulsando a maioria dos refis?	Por que sua vibração está fraca?	Por que a correia está desajustada ?	
RESPOSTA		Porque as correias não estão expulsando a maioria dos refis	Porque sua vibração está fraca	Porque a correia está desajustada	Porque a máquina está fora das suas condições básicas de funcionamento	
PERGUNTA	Falta de inspeção das matrizes	Por que não é realizado inspeção das matrizes?				
RESPOSTA		Porque não existe um padrão de inspeção				
PERGUNTA	Falta de inspeção das matrizes	Por que não é realizado inspeção das matrizes?	Por que o responsável pela inspeção estava ausente e seu suplente não sabia como executar ?			
RESPOSTA		Porque o responsável pela inspeção estava ausente e seu suplente não sabia como executar	Porque seu suplente não foi treinado no padrão de inspeção			

Fonte: autoria própria

Como pode-se ver, as causas raízes encontradas foram: inexistência de um padrão de revisão periódico para as matrizes, lâminas de cortes ineficazes para o

processo, correias fora da condição básica de funcionamento, ausência de um padrão de inspeção das matrizes e falha na capacitação operacional em casos de substituição. As causas raízes encontradas, marcam o fim da etapa A (analisar), pois a partir de agora as oportunidades serão centralizadas nos pontos levantados.

#### **4.4 Implementar**

A fim de iniciar a etapa I (Implementar), um plano de ação foi criado propondo soluções preventivas e sustentáveis, ou seja, tanto ações de melhorias quanto ações de padronização. Ele relaciona a causa raiz com a solução e também esclarece o responsável e prazo para execução da mesma.

O plano de ação abaixo foi criado juntamente com o fornecedor, isto é, todas essas tratativas foram devidamente acordadas com os responsáveis de cada área. Essa etapa foi concentrada em soluções simples de serem implementadas e que gerassem um impacto positivo na solução do problema, sendo sintetizadas no Quadro 4.

**Quadro 4 - Ações de brainstorming final com o fornecedor de caixas**

<b>Causa Raiz*</b>	<b>Lista de Ações</b>	<b>Quem</b>	<b>Quando</b>
1	Implementar sistemática de revisão periódica da matriz a cada 15 dias, avaliando máximo de 1 milhão de batidas ou 3 milhões de caixas	<i>Responsável X</i>	<b>20/04/2018</b>
2	Realizar substituição da matriz utilizando lâminas para o tipo "ultra" com 12 dentes	<i>Responsável X</i>	<b>20/04/2018</b>
3	Restauração da condição básica das correias que auxiliam a expulsar os refiles	<i>Responsável Y</i>	<b>23/04/2018</b>
4	Criar padrão de inspeção das matrizes todo início de produção/troca de matriz (Verificando condição do emborrachamento, lâmina ou quebra da matriz)	<i>Responsável Z</i>	<b>23/04/2018</b>
4	Intensificar as auditorias das inspeções durante as próximas produções (15 em 15 dias) verificando o preenchimento das etiquetas	<i>Responsável W</i>	<b>23/04/2018</b>
5	Treinamento do operador João para substituição do operador José quando ausente	<i>Responsável X</i>	<b>23/04/2018</b>

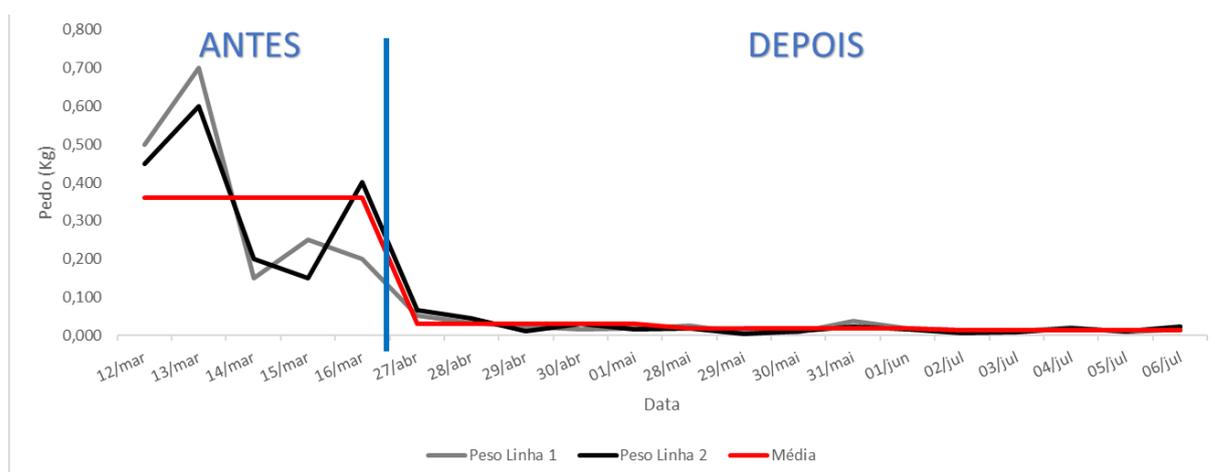
Fonte: autoria própria

#### **4.5 Controlar**

Ainda em contato com o fornecedor, teve-se o retorno que todas as ações listadas foram concluídas no prazo estabelecido e a partir daí, iniciou-se o processo de controle (Etapa Controlar), verificando se elas tiveram os resultados esperados.

Para isso, foram acompanhados 3 (três) meses de coletas de dados (5 dias por mês), semelhante ao início do estudo, quantificando os pedaços de caixas de papelão na linha de produção que recebia do fornecedor, além de coletar os apontamentos de paradas nesse intervalo de tempo. As coletas foram realizadas pelos operadores, nos seus determinados turnos de trabalho, e seguem resultados no Gráfico 4.

**Gráfico 4 - Gráfico sequencial referente à primeira, segunda e terceira coleta de dados da etapa controlar**



Fonte: autoria própria

Além do plano de ação que foi desenvolvido junto do fornecedor, foram criadas também algumas ações internas, na fábrica, de padronização para auxiliar no controle da melhoria, ou seja, ações que podem prevenir possíveis impactos na linha de produção caso o problema volte a acontecer. Essas ações giram em torno da criação de um padrão visual aceitável/não aceitável de quantidade aparas no chão da máquina, pois com essa percepção é possível dar autonomia ao operador para determinar a partir de que momento o problema impactou na sua máquina, estando elas dispostas no Quadro 5.

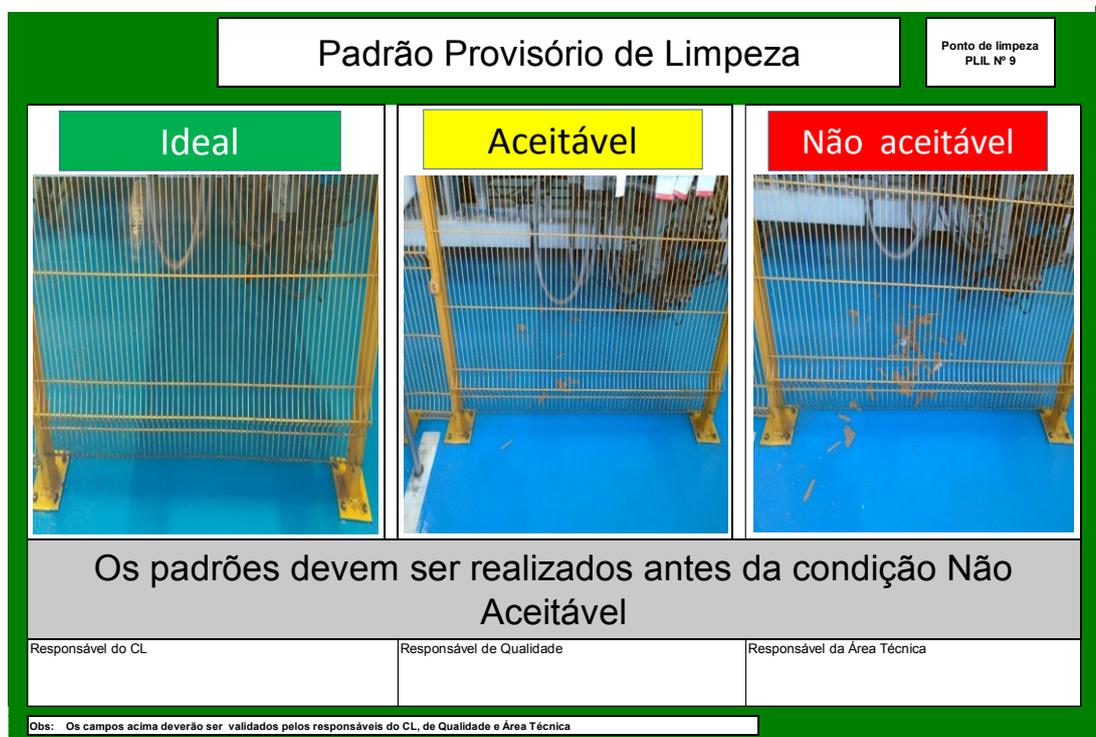
Quadro 5 - Ações de brainstorming para padronização

<b>Plano de Ação - Fábrica</b>			
<b>Ação</b>	<b>Comentário</b>	<b>Quem</b>	<b>Quando</b>
Criar/atualizar o padrão	Criar padrão aceitável/ não aceitável da quantidade de refiles no chão da Pack Master	Membro 1	15/jun
	Fazer acordo com fornecedor sobre padrão aceitável/não aceitável	Membro 1	20/jun
Treinar no padrão novo/atualizado	Treinar operadores no padrão aceitável/não aceitável	Membro 1	30/jun
Transferir conhecimento (ex. LPP)			
Replicar as melhorias para processos/áreas similares			

Fonte: autoria própria

Com a criação desse padrão, foi possível realizar o acordo com o fornecedor para que quando o problema voltasse a acontecer, as ações deveriam ser revistas e se possível reimplementadas, buscando sempre melhoria contínua. Também foram atualizados os padrões de limpeza de modo a se antecipar a novos problemas, conforme evidenciado na Figura 17.

Figura 17 - Padrão aceitável criado para controlar o nível de resíduo



Fonte: autoria própria

É evidente nos gráficos de coletas que houve uma melhora significativa na quantidade de pedaços de caixa de papelão presentes nas linhas de produção. A média caiu de 360 (setecentos e dez) gramas por dia para 31 (trinta e uma) gramas por dia na primeira coleta, 17 (dezessete) gramas por dia na segunda e 13 (treze) gramas por dia na última coleta. Os apontamentos de paradas desses três meses mostraram que não houveram impactos causados pelas aparas.

Como resultado final, a eficácia das soluções implementadas variou de 91% à 96% ao comparar os resultados finais com a coleta realizada no início do estudo. A fonte de sujeira foi reduzida, contribuindo para a mudança de passo de Manutenção Autônoma e o tempo de paradas por pedaços de caixa de papelão foi eliminado 100%, não tendo ocorrências durante a etapa Controlar. A Figura 18 mostra a melhoria na limpeza na linha de envase decorrente das ações realizadas.

**Figura 18 - Pouca quantidade de pedaços de caixa no chão da máquina**



Fonte: autoria própria

Já a Figura 19 traz evidências de melhora do corte das caixas de papelão pelos fornecedores, não sendo possível mais identificar a presença de aparas entre elas.

**Figura 19 - Evidência de melhora no corte das caixas de papelão**



Fonte: autoria própria

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **5.1 Conclusões do trabalho**

A aplicação da metodologia DMAIC nos possibilita encontrar soluções de problemas. Problemas são interpretados como perdas para o processo produtivo. Perdas devem ser evitadas pelas empresas a fim de reduzirem custos, aumentarem a produtividade, dentre outros benefícios. Seguindo esse caminho, neste trabalho foi possível aplicar a metodologia DMAIC em uma fábrica de leite em pó com o objetivo de reduzir uma fonte de sujeira ocasionada por pedaços de caixa de papelão em uma linha de envase de latas.

Todas as etapas da metodologia foram executadas, sendo elas: Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar. Ao seguir o escopo de cada uma delas foram obtidas análises que geraram ações de melhoria e padronizações, buscando estabilizar o processo e evitar que o problema não torne a acontecer novamente.

O sucesso da pesquisa-ação se deu muito pelo contato direto com o fornecedor de caixas de papelão da empresa, o qual participou ativamente do estudo, demonstrando comprometimento em implementar ações propostas.

A equipe alcançou resultados como a redução de 100% das paradas não planejadas que eram ocasionadas pelas aparas de papelão, as quais tiveram redução, em Kg, em torno de 90%. Logo, o método se provou adequado, reforçando seus benefícios também neste contexto.

Por fim, a iniciativa também entrega benefícios à implementação de TPM na fábrica, pois melhora os resultados de eficiência da linha e agrega conhecimento aos colaboradores.

### **5.2 Limitações do estudo**

O trabalho apresentou êxito quanto ao cumprimento do seu objetivo de reduzir a fonte de sujeira gerada pelas aparas de papelão. Porém uma limitação que pode ser citada seria a não autorização por parte do corpo de gestão da empresa de realizar visita in loco no fornecedor de caixas de papelão.

Felizmente, tal limitação foi superada devido ao forte contato estabelecido com o fornecedor via telefone, além da vontade do mesmo em entender o impacto do que seu produto estava causando na linha de envase de latas.

### **5.3 *Trabalhos futuros***

Para dar continuidade no trabalho, é sugerido complementar o estudo com análises referente à qualidade do material utilizado pelo fornecedor que chegam até a empresa que são as caixas de papelão. Talvez, o fornecedor de caixas não trabalha com uma matéria prima de qualidade, o que faz com que seu produto também não seja entregue com a qualidade requerida.

Da mesma forma, a partir da experiência da utilização do DMAIC pra a redução de desperdícios, outros processos podem ser melhorados com foco em redução de perdas utilizando esta metodologia.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Ed. de Desenvolvimento Gerencial, 2002.
- CAMPOS, Vicente Falconi; **TQC - Controle Da Qualidade Total (No Estilo Japonês)**. Minas Gerais. Fundação Christiano Ottoni. 1992.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: Manufatura e serviços, uma abordagem estratégica**. 3 ed. São Paula: Atlas, 2012.
- CORTEZ, Ana Tereza Cáceres. **Embalagens: o que fazer com elas?** Rio Claro, S.P.Viena, 2011.
- COUGHLAN, P.; COGHLAN, D. **Action research for operations management**. International Journal of Operations & Production Management, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.
- DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da Administração**, Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.
- FRANKLIN, Yuri; NUSS, Luiz Fernando. **Ferramenta de Gerenciamento**. Resende: AEDB, Faculdade de Engenharia de Resende, 2006.
- GEHRKE, Éder. **Análise da composição do custo, volume e resultado da produção leiteira**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Regional do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2012.
- KLEFSJÖ, B.; WIKLUND, H.; EDGEMAN, R. L. **Six Sigma seen as a methodology for total quality management**. Measuring Business Excellence, [S. l.]: v. 5, n. 1, p. 31-35, 2001.
- KLOCK, U. **Manual Didático- Fabricação do Papel**. Recuperado em 18 de abril, 2010, de <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/polpaepapel/polpapapel.htm>.
- LOBO, R. N. **Gestão da qualidade: As sete ferramentas da qualidade, Análise e solução de problemas, Jit, Kaisen, Housekeeping, Kanban, Femea, Reengenharia**. 1 ed. São Paulo: Érica, 2010.
- MACEDO, M. M. **Gestão da produtividade nas empresas**. Revista Organização Sistêmica, 2012. v. 01, n, 01, p. 01.

MOURA, Reinaldo A.; BANZATO José Maurício. **Embalagem Unitização e Containerização**. IMAM, São Paulo, 2000.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM: Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Educativos, 1989.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PASSARINI, G R. **Gerenciamento de processos produtivos através de abordagem sistêmica**. São Paulo: SENAI Editora, 2014.

PYZDEK, T. **Uma ferramenta em busca do defeito zero**. HSM Management, n. 38, maio-junho 2003.

SUZUKI, T. **TPM in Process Industries**. 1ª. ed. New York: Productivity Press, 1994.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM/MPT: Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Instituto IMAM, 1993, 322p.

VELOSO, Álvaro Luís. **Sistemas de custos da produção: a gestão de custos fabris para a competitividade**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS, IV, 1995, Campinas - SP. Anais... São Paulo: UNICAMP, 1995, p. 841-852.

WERKEMA, Cristina. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.