



**Pablo Artur Savicki Preissler**

**APLICAÇÃO DO MASP EM UM PROCESSO DE SOLDAGEM E  
MONTAGEM DE COLHEITADEIRAS**

**Horizontina - RS**

2017

**Pablo Artur Savicki Preissler**

**APLICAÇÃO DO MASP EM UM PROCESSO DE SOLDAGEM E  
MONTAGEM DE COLHEITADEIRAS**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Prof. Me. Kleber Ristof.

**Horizontina - RS  
2017**

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso**

**Aplicação do MASP em um processo de soldagem e montagem de  
colheitadeiras**

**Elaborado por:**

**Pablo Artur Savicki Preissler**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Produção

Aprovado em: 06/12/2017  
Pela Comissão Examinadora

---

Mestre. Kleber Ristof  
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

---

Mestra. Juliana da Luz  
FAHOR – Faculdade Horizontalina

---

Mestre. Luiz Carlos Wachholz  
FAHOR – Faculdade Horizontalina

**Horizontalina - RS  
2017**

## DEDICATÓRIA

A minha família, em especial a minha esposa Joice Lipke e a minha filha Gabriela Preissler, que me motivaram e estiveram sempre a meu lado, não medindo esforços para que eu chegasse até esse momento da minha vida.

## AGRADECIMENTO

A todos os amigos e professores da Instituição que contribuíram para minha formação acadêmica. Em especial ao professor orientador Kleber Ristof pelo desprendimento em ajudar-me.

## RESUMO

Em um mercado competitivo é de suma importância que as empresas possuam produtos/serviços com qualidade diferenciada em relação aos seus concorrentes, de maneira que possam atrair e fidelizar clientes. No mercado agroindustrial onde as empresas buscam constantemente aumentar sua participação no mercado é extremamente importante produzir com qualidade, evitando desperdícios, aumentando a produtividade e assim entregando produtos confiáveis e no momento certo para o cliente. Dessa forma o presente trabalho tem por objetivo identificar e propor soluções para problemas de qualidade, num processo de soldagem e montagem de colheitadeiras com a utilização da Metodologia MASP. O estudo trata-se de uma pesquisa ação. Para o desenvolvimento utilizou-se pesquisa documental e bibliográfica. Após a execução do MASP e a implementação de algumas melhorias propostas, objetivando solucionar e ou reduzir os principais problemas evidenciados no processo em estudo o resultado obtido foi uma redução no percentual de defeitos comparando o antes e depois da implementação das melhorias do plano de ação. Para falta de cordões de solda a redução foi de 80% e para porosidade e cordão mal aplicado em cada um dos casos a redução foi de 33,33%.

**Palavras-chave:** MASP, Qualidade, Defeitos, Reduzir.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas para aplicação do MASP.....	19
Figura 2: Diagrama de causa e efeito. ....	23
Figura 3: Diagrama de Pareto. ....	24
Figura 4: O ciclo PDCA. ....	25
Figura 5: Soldagem MIG/MAG .....	28
Figura 6: Sistema de soldagem MIG/MAG.....	28
Figura 9: Gráfico da frequência mensal de defeitos por porosidade .....	35
Figura 10: Trinca em cordões de solda. ....	35
Figura 11: Gráfico da frequência mensal de defeitos por trinca na solda.....	36
Figura 12: Respingos de solda.....	37
Figura 13: Gráfico da frequência mensal de problemas por respingo de solda .....	37
Figura 14: Cordão de solda mal aplicado.....	38
Figura 15: Gráfico da frequência mensal de cordões de solda mal aplicados. ....	38
Figura 16: Falta de cordão de solda.....	39
Figura 17: Gráfico da frequência mensal de problemas relacionados a falta de cordão de solda.....	39
Figura 18: Peça soldada fora de posição. ....	40
Figura 19: Gráfico da frequência mensal de peças soldadas fora de posição .....	40
Figura 20: Tensor da correia desalinhado.....	41
Figura 21: Gráfico da frequência mensal de casos de tensor desalinhado .....	41
Figura 22: Polias tensoras.....	42
Figura 23: Gráfico da frequência de polias tensoras desalinhadas .....	42
Figura 24: Gráfico de frequência de componente soldado em conjunto errado .....	43
Figura 25: Gráfico de Pareto .....	44
Figura 26: Diagrama de Ishikawa, causas de porosidade.....	45
Figura 27: Diagrama de Ishikawa, causas de cordão de solda mal aplicado.....	46
Figura 28: Diagrama de Ishikawa, causas de falta de cordão de solda. ....	46
Figura 29: Gráfico do antes e depois da execução do plano de ação.....	52

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2: Matriz GUT.....	26
Quadro 3: Priorização das prováveis causas de porosidade na solda.....	47
Quadro 4: Matriz de priorização para cordões de solda mal aplicado.....	47
Quadro 5: Matriz de priorização para falta de cordões de solda.....	48
Quadro 6: Plano de ação.....	49
Quadro 7: Ações não executadas.....	51
Quadro 8: Padronização das ações implementadas.....	53



# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 TEMA .....	15
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	15
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA .....	16
1.4 HIPÓTESES.....	16
1.5 JUSTIFICATIVA .....	16
1.6 OBJETIVOS .....	17
1.6.1 Objetivo geral .....	17
1.6.2 Objetivos específicos.....	17
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
2.1 QUALIDADE.....	18
2.2 GESTÃO DA QUALIDADE .....	18
2.3 MASP .....	19
2.4 RELAÇÃO ENTRE O MASP E O CICLO PDCA .....	20
2.5 FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	21
2.5.1 Diagrama de causa e efeito.....	22
2.5.2 Diagrama de Pareto .....	23
2.5.3 Brainstorming .....	24
2.6 O MÉTODO PDCA.....	24
2.7 5W2H .....	25
2.8 MATRIZ GUT .....	26
2.9 SOLDAGEM .....	26
2.9.1 Defeitos em juntas soldadas .....	27
2.9.2 Soldagem MIG/MAG .....	27
2.9.3 Software para monitoramento de soldagem.....	29
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>30</b>
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	30
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS .....	30
3.3 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA .....	30
3.3.1 Caracterização da empresa .....	30
3.3.2 Delimitação do local de estudo.....	31
3.3.3 Processos de soldagem .....	32
3.3.4 Controles de qualidade.....	32
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE E RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>

4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA .....	33
4.1.1 Histórico do problema.....	34
4.1.2 Análise de Pareto .....	43
4.2 OBSERVAÇÃO DO PROBLEMA .....	44
4.3 ANÁLISE .....	45
4.4 PLANO DE AÇÃO .....	48
4.5 VERIFICAÇÃO .....	51
4.6 PADRONIZAÇÃO.....	52
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>54</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Em um cenário cada vez mais competitivo torna-se imprescindível que as empresas possuam alto nível de qualidade em seus produtos/serviços, aliados a índices de produtividade que possam colocar a organização em posição competitiva no mercado. A qualidade na produção de bens está atrelada a processos utilizados na obtenção do produto, mão de obra e melhoria contínua, tudo aliado a uma gestão eficiente desses fatores.

Utilizar indicadores de performance (qualidade, produtividade, segurança e outros) é prática comum nas grandes organizações no gerenciamento de resultados, possibilitando a empresa avaliar seu desempenho diante das métricas para produtos/serviços previamente estabelecidas.

O presente trabalho tem como objetivo aplicar o MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), metodologia para a gestão da qualidade que auxilia na análise e solução de problemas, em um processo de soldagem e montagem do alimentador do cilindro de colheitadeiras em uma empresa do ramo agroindustrial da região Noroeste no estado do Rio Grande do Sul.

Esse trabalho procura identificar os problemas de qualidade, investigar as causas potenciais e propor soluções de melhorias para os processos de manufatura afim de melhorar o indicador de qualidade (DPM - Defeitos por Máquina) do produto do local em estudo.

## 1.1 TEMA

O presente trabalho tem como tema o MASP aplicado aos processos de soldagem e montagem do alimentador do cilindro de colheitadeiras em uma empresa do ramo agroindustrial da região Noroeste no Estado do Rio Grande do Sul.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O trabalho procurou identificar as causas e propor soluções para problemas de qualidade no alimentador do cilindro de colheitadeiras, em uma empresa do ramo agroindustrial na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Para tal utilizou-se o MASP, ferramenta que auxilia a gestão da qualidade.

O estudo teve como foco principal a célula de produção do alimentador, mas se estendeu para a linha de montagem de colheitadeiras, onde foram levantadas informações sobre os defeitos ocorridos no mesmo, esses defeitos são detectados através de inspeções da qualidade definidos pela organização, registrados e compõem o indicador de qualidade do produto definido como DPM (defeitos por máquina).

### 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Utilizar indicadores de desempenho (qualidade, produtividade, segurança, outros) é prática comum nas grandes organizações, possibilitando a empresa avaliar seus resultados diante de metas previamente estabelecidas pela organização.

Atualmente alguns problemas relacionados aos processos de soldagem e montagem do alimentador do cilindro estão afetando a qualidade final do produto, isso pode ser evidenciado pelo acompanhamento do indicador de qualidade do produto DPM.

A utilização da metodologia MASP, para identificar e propor melhorias, afeta positivamente os indicadores de desempenho da célula de produção do alimentador do cilindro?

### 1.4 HIPÓTESES

Com o uso da metodologia MASP é possível mapear os principais problemas de qualidade do processo, possibilitando conhecer as reais causas geradoras dessas falhas e realizar um plano de ação com foco em solucionar e/ou reduzir significativamente o impacto desses problemas nos indicadores de performance.

### 1.5 JUSTIFICATIVA

Quando o processo produtivo não está sendo capaz de garantir a qualidade de produto/serviço, se faz necessário um estudo de identificação e análise de problemas, com foco em melhorar continuamente processos e resultados da empresa. Para isso pode-se utilizar o MASP, metodologia que permite a análise e solução de problemas a partir do estudo de um histórico de dados e informações, com auxílio de uma série

de ferramentas da qualidade (PDCA, Ishikawa, Pareto, dentre outras) que ajudam na melhoria da eficiência e eficácia numa organização.

A realização do trabalho justifica-se na necessidade da organização em reduzir o número de defeitos evidenciados através da análise indicador de qualidade do produto no local em estudo.

Para o acadêmico a realização do trabalho é uma oportunidade de colocar em prática conhecimentos adquiridos no decorrer do aprendizado acadêmico.

## 1.6 OBJETIVOS

### 1.6.1 Objetivo geral

O objetivo desse trabalho é a identificação das principais não-conformidades no processo de soldagem e montagem do alimentador do cilindro. Investigar suas causas e propor soluções para esses problemas que afetam a qualidade do produto e, da mesma forma, por consequência os indicadores de desempenho da organização. Para tanto será utilizada a metodologia de solução de problemas preconizada pelo MASP. De forma geral busca-se a redução no número defeitos na produção do alimentador do cilindro e conseqüentemente melhorar a qualidade do produto final.

### 1.6.2 Objetivos específicos

- Apresentar o produto estudado (alimentador do cilindro);
- Obter histórico de problemas de qualidade relacionados ao alimentador do cilindro;
- Relacionar os principais problemas que afetam os indicadores de desempenho do local estudado;
- Elaborar um plano de ação para solucionar e ou reduzir o número de problemas evidenciados através do estudo;

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 QUALIDADE

Um tema bastante discutido no ambiente acadêmico e que merece uma discussão mais aprofundada: A percepção da qualidade pode mudar com o tempo?

Para Miguel (2001), a resposta é “sim”. Segundo o autor, o conceito de qualidade tem mudado com o passar dos tempos. Desde o início da era industrial a ideia de qualidade já era trabalhada mesmo que com a simples conferência do trabalho pelo artesão. Com o passar do tempo com a globalização e o aumento na concorrência entre as empresas o enfoque da qualidade muda. O cliente passa a reger o mercado ao invés de quem detém os meios de produção.

Josefh Moses Juran, considerado um dos grandes gurus da qualidade, conceitua a qualidade como “características do produto que vão ao encontro das necessidades dos clientes e, dessa forma, proporcionam a satisfação destes em relação ao produto”. (Miguel, 2001).

Segundo Kaoru Ishikawa (apud. Carvalho, 2005), em uma de suas definições da qualidade: “Qualidade é satisfazer radicalmente ao cliente, para ser radicalmente competitivo.”

### 2.2 GESTÃO DA QUALIDADE

O conceito de qualidade passa por um processo de mudança histórica como citado anteriormente. Essas mudanças trazem novos elementos para a forma de fazer gestão da qualidade. A gestão da qualidade passa a ter impacto estratégico dentro das organizações, onde a qualidade torna-se diferencial competitivo e as empresas passam a utilizar métodos que visam a melhoria de produtos/serviços afim de satisfazer as necessidades do cliente (Carvalho et al. 2005).

Para Junior et al. (2008), “especialmente nas duas últimas décadas do século XX a qualidade passou efetivamente a ser percebida como uma disciplina de cunho estratégico, além de seu viés tradicionalmente técnico”.

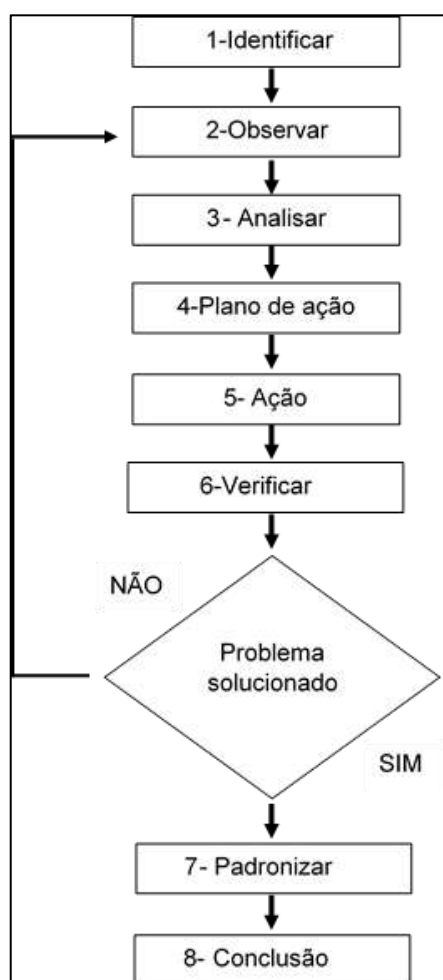
Ainda segundo Carvalho et al. (2005), a partir do desenvolvimento da NBR ISO 8402/1994 (uma norma de terminologias da qualidade), a gestão da qualidade consiste no conjunto de atividades coordenadas para dirigir e controlar uma

organização com relação a qualidade, englobando o planejamento, o controle, a garantia e a melhoria da qualidade.

### 2.3 MASP

O MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), é uma metodologia que auxilia grupos engajados na solução de problemas, utilizando uma sequência de etapas baseada no ciclo PDCA em conjunto com algumas ferramentas da qualidade (Meira, 2003).

Figura 1: Etapas para aplicação do MASP.



**Fonte:** Adaptado de Viana, 2013, p.1.

O MASP desdobra o ciclo PDCA em alguns passos como mostra a figura acima, assim sendo:

-Identificação do problema: etapa de definição do problema com base em dados e fatos, levantamento inicial de informações sobre o problema. Nessa etapa pode se utilizar ferramentas da qualidade como Pareto e Brainstorming para auxiliar o estudo (MEIRA, 2003).

-Observação: o objetivo dessa etapa é a investigar e analisar as características específicas do problema, para tanto pode ser utilizado ferramentas como Análise de Pareto, Lista de Verificação e Fluxograma (MEIRA, 2003).

-Análise: nessa etapa o objetivo é descobrir as causas fundamentais do problema, com um grupo de pessoas relacione as causas prováveis do problema, pode ser utilizado o Diagrama de Ishikawa, Histograma, Pareto para auxiliar o trabalho (MEIRA, 2003).

-Plano de ação: o objetivo é criar um plano para conter as causas do problema, pode ser utilizado para elaboração do plano de ação o 5W2H (MEIRA, 2003).

-Treinamento e execução do plano de ação: o objetivo é conter as causas fundamentais do problema, para isso divulgue o plano de ação buscando cooperação das pessoas e acompanhe a execução do plano (MEIRA, 2003).

-Verificação: compara-se os resultados antes e depois do plano de ação, se o objetivo não for atingido retorne à etapa de observação, ferramentas (Pareto, Lista de Verificação, Diagrama de Dispersão) (MEIRA, 2003).

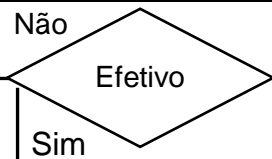
-Padronização e conclusão: estabelece-se um novo procedimento padrão ou altera-se um já existente, divulgue o novo padrão e treine os envolvidos e por fim faça um balanço do planejado e o realizado (MEIRA, 2003).

## 2.4 RELAÇÃO ENTRE O MASP E O CICLO PDCA

A relação entre as etapas do MASP e as quatro fases do PDCA é apresentada conforme o quadro a seguir:



Quadro 1: Relação MASP E PDCA.

PDCA	MASP	ETAPA	OBJETIVO
P	1	Identificação do problema.	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	2	Observação.	Investigar as características específicas do problema.
	3	Análise.	Descobrir as causas principais.
	4	Plano de ação.	Conceber um plano para bloquear principais causas.
D	5	Ação.	Bloquear principais causas.
C	6	Verificação.	Verificar se as ações foram efetivas.
	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="margin-right: 5px;">Não</span>  <span style="margin-left: 5px;">Efetivo</span> </div>	Bloqueio foi efetivo?	
A	7	Padronização.	Prevenir o reaparecimento do problema.
	8	Conclusão.	Recapitular todo o processo de solução do problema para o trabalho futuro.

**Fonte:** Adaptado de FILHO; NETO, 2016, p. 4.

O MASP e o PDCA são métodos eficazes na solução de problemas, podendo ser utilizados nas mais variadas situações para melhorar processos (FILHO; NETO, 2016).

## 2.5 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

São ferramentas tradicionalmente utilizadas como auxílio na obtenção da qualidade, dentre elas abaixo cita-se as sete ferramentas tradicionais da qualidade (Miguel, 2001):

- Diagrama de causa efeito;
- Histograma;
- Gráfico de Pareto;

- Diagrama de Correlação;
- Gráfico de Controle;
- Folha de verificação;
- Brainstorming;

Para estabelecer uma base sólida e um ambiente favorável para a melhoria da qualidade, é imprescindível a utilização de ferramentas que auxiliem na transformação de dados em informações (Meira, 2003).

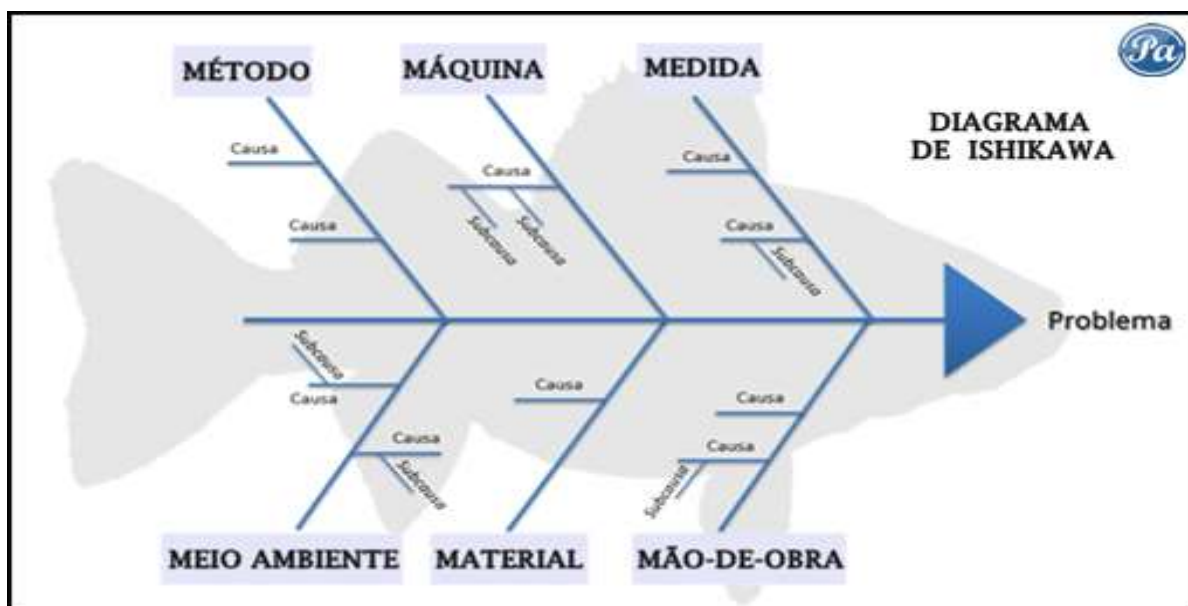
### 2.5.1 Diagrama de causa e efeito

De acordo com Miguel (2001), o Diagrama de causa e efeito ou Diagrama de Ishikawa, consiste em uma metodologia gráfica para representar causas de um determinado problema. O diagrama pode ser elaborado da seguinte forma:

- Determinar o problema de estudo;
- Através de brainstorming com um time multifuncional, listar e registrar as possíveis causas do problema;
- Elaborar o diagrama relacionando as causas aos “6M” (Mão-de-obra, Máquina, Método, Matéria-prima, Medida e Meio ambiente);
- Analisar os dados e identificar as causas verdadeiras.

Para Meira (2003), diagrama deve ser utilizado quando há a necessidade de identificar, explorar ou ressaltar as causas que contribuem para existência de um problema. A figura 2, apresenta a estrutura do Diagrama de causa e efeito:

Figura 2: Diagrama de causa e efeito.



Fonte: Bezerra, 2014, p. 1.

As causas são agrupadas por categorias e semelhanças previamente estabelecidas, ou percebidas durante o processo de classificação. A grande vantagem é que se pode atuar de modo mais específico e direcionado no detalhamento das causas possíveis (JUNIOR et al. 2008).

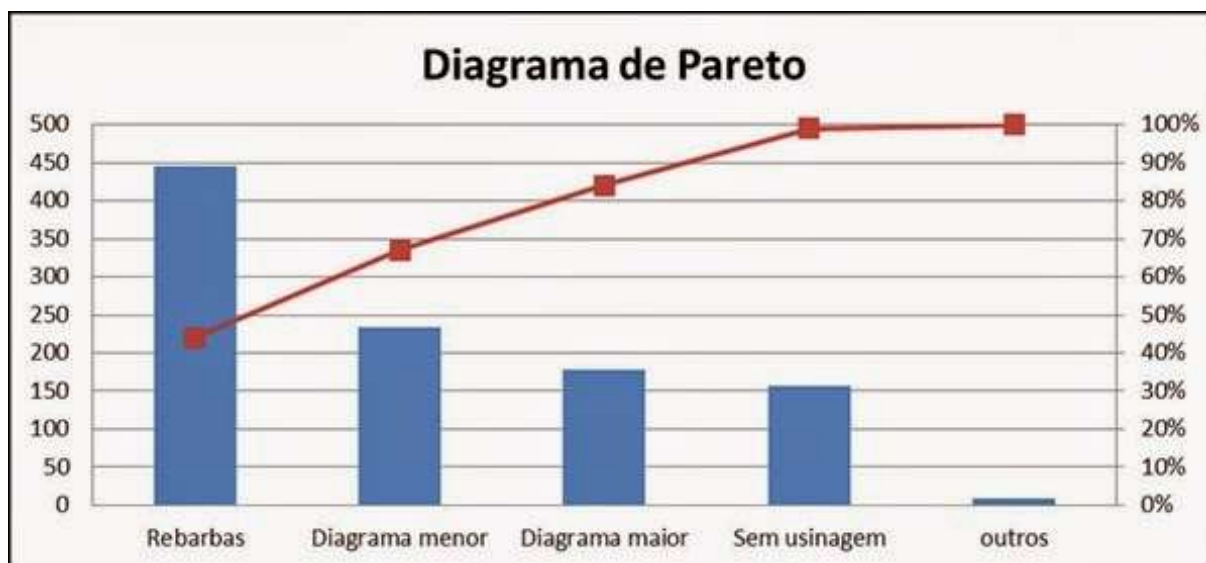
### 2.5.2 Diagrama de Pareto

Para Miguel (2003), o "Diagrama de Pareto" é um recurso gráfico utilizado para ordenar por frequência causas de problemas que necessitam de resolução. O gráfico é composto por colunas e relacionados a percentuais. O Diagrama tem objetivo de priorizar a ação que trará melhor resultado, a sequência para análise do diagrama pode seguir os seguintes passos:

- Elencar os elementos que contribuem para o problema;
- Determinar a frequência com que ocorre cada elemento;
- Organizar os fatos em ordem decrescente de acordo com a frequência;
- Calcular a frequência acumulada;
- Interpretar o gráfico e priorizar ações (Miguel, 2003).

Ainda segundo Miguel (2003), o Diagrama de Pareto é também conhecido como diagrama 80/20, por mostrar uma tendência de que 80% dos problemas estão relacionados a 20% das causas. Assim após análise é possível identificar causas principais que devem ser trabalhadas afim de eliminar problemas. A Figura 3, mostra um exemplo de Gráfico de Pareto:

Figura 3: Diagrama de Pareto.



**Fonte:** Bezerra, 2014, p. 1.

### 2.5.3 Brainstorming

Brainstorming ou tempestade de ideias é um processo onde um grupo multifuncional de pessoas, expõem ideias de forma espontânea, onde as mesmas são anotadas e não passam por crítica inicial. A participação das pessoas deve ocorrer de forma voluntária com regras claras e tempo previamente definido (Junior et al. 2008).

Para Junior et al. (2008), “o propósito do brainstorming é lançar e detalhar ideias com um certo enfoque, originais e em atmosfera sem inibições”.

### 2.6 O MÉTODO PDCA

O PDCA é uma ferramenta utilizada pelas empresas que desejam gerenciar de forma eficiente seus métodos e processos (Aguiar, 2002).

O ciclo PDCA constitui-se de quatro etapas:

-*PLAN* (planejamento): nessa etapa se estabelece metas e objetivos de acordo com o planejamento da empresa e como essas metas serão alcançadas.

-*DO* (execução): a fase de execução envolve o treinamento de funcionários de acordo com o plano a execução e a coleta de dados para análise posterior.

-*CHECK* (verificação): com base nos dados coletados na execução, são avaliados os resultados em relação as metas estabelecidas anteriormente.

-*ACTION* (ação): é ao mesmo tempo fim e início da etapa, pois de acordo com os resultados obtidos, são tomadas ações para manter os resultados positivos e melhorar pontos que não foram atingidos no projeto, iniciando-se novo giro do PDCA com objetivo de alcançar as diferenças entre a meta e o resultado obtido (Aguilar, 2002). A Figura 4, demonstra o ciclo PDCA:

Figura 4: O ciclo PDCA.



**Fonte:** Periard, 2011, p. 1.

Para Junior et al. (2008), “o ciclo PDCA é um método gerencial para a promoção da melhoria contínua e reflete, em suas quatro fases, a base da filosofia da melhoria contínua”.

## 2.7 5W2H

Para Meira (2003), “é um método que permite definir o mais claramente possível um problema, uma causa ou uma solução”. Pode ser utilizado para descrever um problema ou plano de ação de forma completa, definindo claramente informações básicas do assunto através das seguintes questões:

- What?* (O que). Assunto;
- Who?* (Quem). Quem está envolvido/responsáveis?
- When?* (Quando). Duração, momento.
- Why?* (Por quê).
- Where?* (Onde).
- How?* (Como).

-*How Much?* (Quanto). Custo (Meira,2003).

Segundo Junior et.al. (2008), “esta ferramenta é de cunho basicamente gerencial e busca o fácil entendimento através da definição das responsabilidades, métodos, prazos, objetivos e recursos associados”.

## 2.8 MATRIZ GUT

A Matriz GUT é a representação de problemas, ou riscos potenciais, através de quantificações que buscam estabelecer prioridades para abordá-los, visando minimizar os impactos. Os problemas são analisados sobre os aspectos de gravidade (G), urgência (U) e tendência (T), como mostra o Quadro 2 (Junior, et.al., 2008).

Quadro 2: Matriz GUT.

<b>Problemas</b>	<b>G</b>	<b>U</b>	<b>T</b>	<b>G x U x T</b>
1. Demora na formação de investidores.	5	5	4	100
2. Retração dos investidores por tendências macroeconômicas.	4	3	3	36
3. Desistência de 25% dos investidores durante a execução da obra.	5	5	2	50
4. Esfriamento do mercado imobiliário.	4	3	3	36
5. Concepção do imóvel em não conformidade com as expectativas do mercado.	5	4	1	20
6. Planejamento de compras inconsistente.	5	3	2	30
7. Longos períodos de chuva.	4	3	2	24

**Fonte:** Adaptado de, Junior et. al. 2008, p. 112.

Para cada uma das dimensões (G, U, T), atribui-se um número entre 1 a 5, sendo 1 a menor intensidade e 5 a maior, multiplica-se os valores obtidos para G, U e T obtendo assim um valor para cada problema analisado, a maior pontuação será tratada com prioridade (Junior, et.al, 2008).

## 2.9 SOLDAGEM

Soldagem é considerado o processo de união de peças metálicas através do contato e aquecimento das superfícies de modo a ocorrer a fusão das partes, com ou sem a utilização de material de adição. O resultado da operação é denominado solda (Chiaverini, 1986).

Segundo Quites (2002, pag.15), “soldagem é a operação que visa a união de duas ou mais peças, assegurando na junta a continuidade das propriedades químicas e físicas”.

Segundo Chiaverini (1986), os processos de soldagem podem ser classificados de acordo com a energia empregada no processo e a condição da superfície metálica em contato, desse modo surgem dois grupos principais que são:

- Processos por fusão: fonte de aquecimento e material de adição.

- Processo por pressão: fonte de aquecimento e pressão.

### 2.9.1 Defeitos em juntas soldadas

Segundo Chiaverini (1986), durante a soldagem podem ocorrer alguns defeitos nas juntas soldadas:

- Falta de penetração entre material de adição e metal base, devido a aplicação incorreta da soldagem.

- Porosidade, que caracteriza-se pela formação de bolhas na superfície do cordão de solda isso pode ocorrer devido a presença de gases no metal, umidade no fluxo, etc.

- Fissuras, devido a tensões estruturais, presença de impurezas no metal.

- Rebaixos, devido aplicação inadequada do material de adição.

Desse modo é importante que se tenha um controle de qualidade das juntas soldadas, que podem ser desde ensaios mecânicos que permitem analisar a estrutura e propriedades da solda e até mesmo a simples inspeção visual para análise da solda (Chiaverini, 1986).

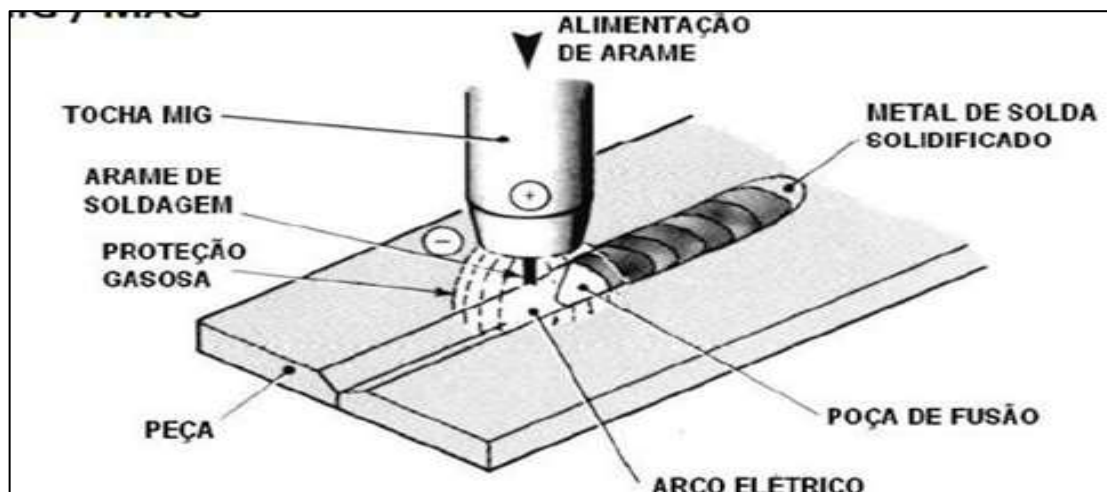
Quando a solda apresenta algum defeito, define-se então critérios de aceitação para avaliar se a solda pode ser aceita ou deve ser retrabalhada, esses critérios devem levar em conta a posterior aplicação do item soldado e a definição dos critérios deve ser rigorosa (Quites, 2002).

### 2.9.2 Soldagem MIG/MAG

Processo de soldagem que utiliza proteção gasosa para evitar contaminação pela atmosfera do arco e da região soldada, onde o gás utilizado no processo pode ser ativo ou inerte, sendo assim MAG (Metal Active Gas), o gás ou mistura de gases

utilizado no processo de soldagem é ativo e MIG (Metal Inert Gas), a proteção usada é um gás ou mistura de gases inertes (Marques et. Al. 2007).

Figura 5: Soldagem MIG/MAG

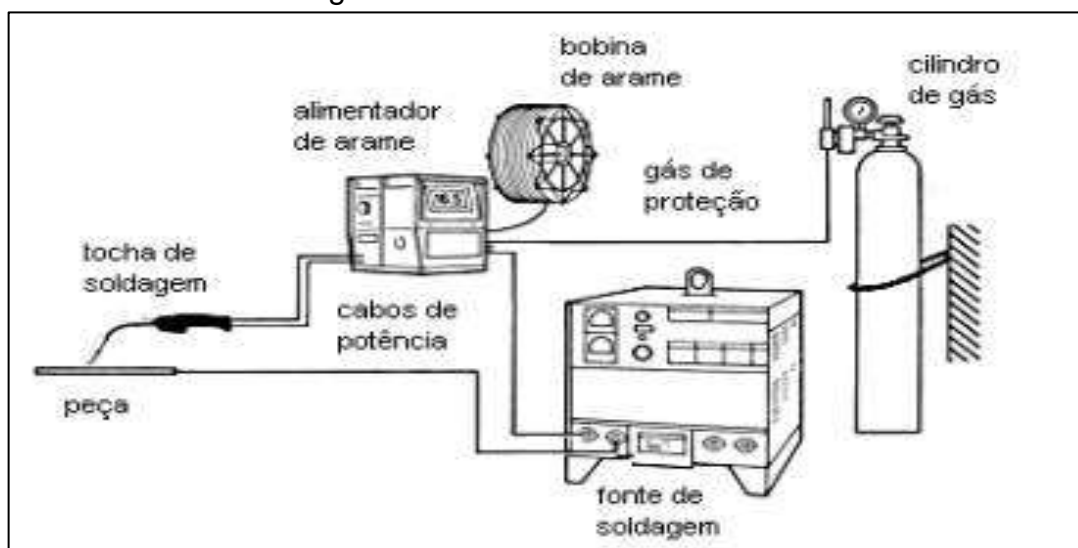


**Fonte:** ESAB, 2014, p. 1.

O processo de soldagem MIG/MAG é um processo geralmente semiautomático, onde a alimentação do arame eletrodo é feita mecanicamente e o soldador é quem inicia e interrompe a soldagem ao longo do processo (Marques et. Al. 2007).

A seguir a Figura 6, mostra os componentes de um sistema de soldagem MIG/MAG.

Figura 6: Sistema de soldagem MIG/MAG.



**Fonte:** ESAB, 2014. p. 1.

A principal limitação do processo é a sensibilidade a variação dos parâmetros elétricos de operação do arco de soldagem, que influenciam diretamente na qualidade



do cordão de solda, além da necessidade de ajuste rigoroso destes parâmetros para se obter determinado conjunto de características do cordão de solda (Marques et. Al. 2007).

Em geral pode se dizer que as maiores vantagens do processo MIG/MAG são;

- Alta produção de material de adição e fator de trabalho;

- Aplicação a diversos materiais e espessuras;

- Não há necessidade de remoção de escória;

- Menor exigência de habilidade do soldador em relação ao processo de soldagem com eletrodo revestido (Quites, 2002).

Por outro lado as principais desvantagens do processo MIG/MAG são:

- Pouca variedade de arames para soldagem;

- Equipamento de soldagem mais caro e complexo;

- Dificuldade para soldar em locais de difícil acesso devido ao formato da pistola de soldagem.

- O arco voltaico deve estar protegido contra correntes de ar que podem turbilhonar o fluxo de gás de proteção, contaminando a solda com nitrogênio e oxigênio, o que limita a utilização do processo em determinados locais (Quites, 2002).

### 2.9.3 Software para monitoramento de soldagem

O software de monitoramento de dados do processo de soldagem é uma ferramenta que possibilita gerar *feedback* de operador em tempo real para evitar soldas perdidas, utilizando sequências de solda adequadas a fim de garantir uma consistente qualidade da solda. Possibilita redução de tempo de treinamento para soldadores, guiando operadores através de sequências de solda complicadas e alertando para erros em tempo real (Eletric, 2017).

O software possui controle completo do processo de soldagem, incluindo monitor visual que pode guiar um operador através de uma sequência predeterminada de soldas. Monitora a corrente, a tensão, a velocidade de alimentação do arame de solda, a duração e o fluxo de gás para ajudar a eliminar as soldas perdidas garantindo um controle de sequência apropriado (Eletric, 2017).

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS**

O estudo consiste em uma pesquisa ação, na qual a partir de informações gerenciais dos indicadores de qualidade evidencia-se a necessidade de uma análise e implementação de melhorias no processo de soldagem e montagem do alimentador do cilindro de colheitadeiras em uma empresa do ramo agroindustrial da região Noroeste no estado do Rio Grande do Sul, para melhorar a qualidade do produto e consequentemente os indicadores de desempenho do local em estudo.

Segundo Miguel et al.(2010), pesquisa ação é uma estratégia de pesquisa que tem por objetivo produzir conhecimento e solucionar um problema prático. Para auxiliar o estudo serão utilizadas ferramentas da qualidade para coleta e análise de dados/informações, pesquisa bibliográfica e conversas com gestores responsáveis pelo local em estudo.

### **3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS**

Para auxiliar na realização do trabalho utilizou-se:

-Indicadores de desempenho da célula de produção do alimentador do cilindro;

-Relatórios do DPM;

### **3.3 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA**

#### **3.3.1 Caracterização da empresa**

A empresa onde realizou-se o estudo é fabricante de máquinas agrícolas, está localizada na região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, a mesma teve início de suas atividades no Brasil na década de 70, quando assumiu participação em uma fábrica de máquinas agrícolas na região, vindo mais tarde a adquirir 100% dos direitos sobre a mesma e tornando-se a partir daí uma das principais fabricantes do país do ramo onde atua.

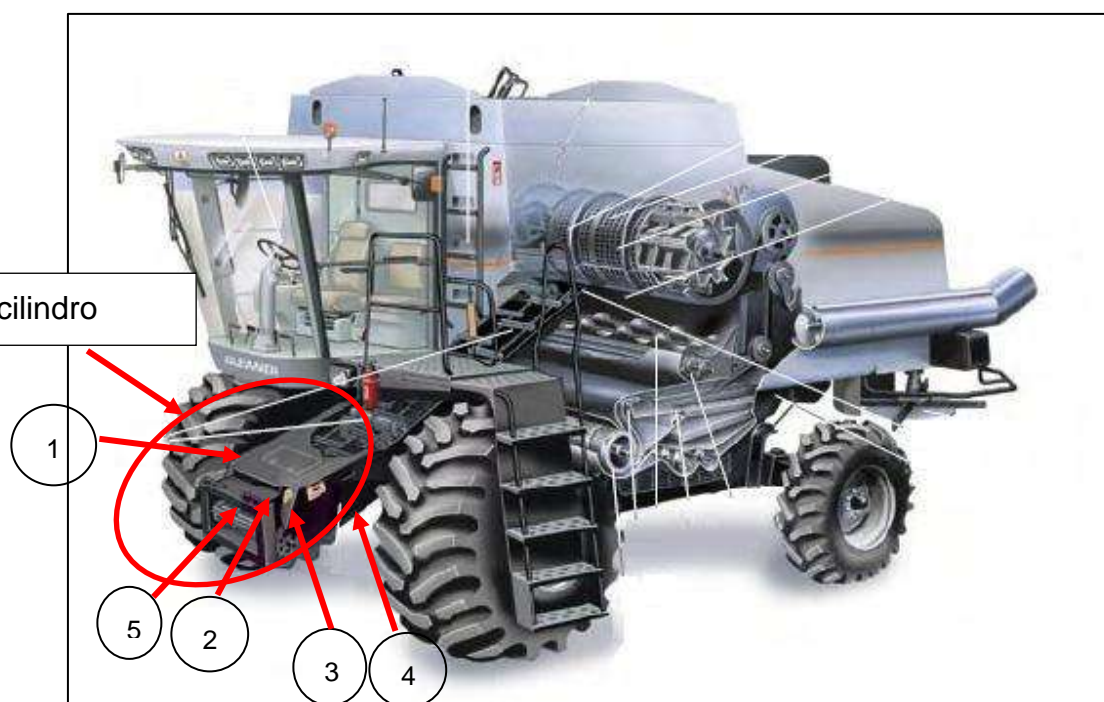
A organização tem como valores principais a integridade, qualidade, comprometimento e inovação, atualmente conta com mais de 1000 funcionários distribuídos nos diversos setores de sua planta fabril. Seus produtos contam com grande valor agregado em tecnologia, proporcionando ganhos em produtividade e precisão.

### 3.3.2 Delimitação do local de estudo

Devido a busca constante da organização em estudo pela qualidade de seus produtos, sendo essa um de seus valores primordiais. Optou-se por realizar o estudo em um dos setores que atualmente vem despendendo um grande esforço por parte da empresa e colaboradores na busca por melhorias da qualidade, esse local é a soldagem e montagem do alimentador do cilindro de colheitadeira.

Para um estudo completo foram utilizadas informações da planilha de acompanhamento diário dos defeitos por máquina (DPM), onde são gerados dados para indicadores de desempenho da qualidade que a empresa utiliza para gerenciar métodos e processos. A Figura 7, ilustra uma colheitadeira de grãos (a imagem não está relacionada ao produto e empresa em estudo):

Figura 7: Colheitadeira de grãos.



**Fonte:** Adaptado de, Junior, 2011, p. 35.

O alimentador do cilindro é composto por subconjuntos, são eles:

1-Estrutura ou caixa do alimentador;

2-Estrutura frontal;

3-Intermediária;

4-Chapa de fundo;

5-Cilindro.

Todos esses componentes são produzidos separadamente e em processo posterior são todos acoplados e formam o conjunto final.

### 3.3.3 Processos de soldagem

A produção de colheitadeiras na empresa segue os conceitos da manufatura enxuta, e a produção é puxada. Sendo assim a partir do momento em que são geradas ordens de produção dá-se início aos diversos processos existentes na fábrica para obtenção de colheitadeiras.

O processo de soldagem, que é o foco principal do estudo segue padrões definidos por normas para definição de material, parâmetros de soldagem, dentre outras variáveis utilizadas para obtenção de um processo confiável. Todos esses requisitos são definidos e controlados por equipes de engenharia.

Os soldadores que atuam na empresa são devidamente treinados de acordo com as atribuições de seu cargo, recebendo orientações e cursos de qualificação para execução de suas atividades. A empresa também conta com auditorias periódicas de processos para certificar-se de que seus colaboradores seguem as orientações de trabalho as quais são instruídos e treinados para realizar, assegurando assim um controle sobre seus processos.

### 3.3.4 Controles de qualidade

Para assegurar que seus produtos atendam aos requisitos de qualidade especificados pela empresa, são realizadas verificações antes, durante e depois a execução das diversas etapas do processo de fabricação.

No caso da solda, essas inspeções ocorrem desde o momento da escolha do material a ser soldado, após a realização da soldagem com verificações realizadas pelo soldador antes de enviar o item para próxima operação. Essas verificações estão

descritas no roteiro de trabalho que o operador utiliza para execução de suas atividades. Além disso, um inspetor da qualidade verifica o item antes do mesmo ir para o processo de pintura.

Para avaliar se a solda executada atende as especificações de projeto, utilizam-se critérios de aceitação para soldagem, que foram previamente definidos e estão documentados e a disposição dos colaboradores da empresa para que os mesmos utilizem na sua rotina de trabalho. Tais critérios possuem especificações de tolerância que são permitidas no processo de soldagem.

Além dessas etapas de controle de qualidade são realizadas inspeções na linha de montagem final, para verificar possíveis defeitos que passam despercebidos pelos *checks* nos processos anteriores.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE E RESULTADOS**

### **4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA**

A qualidade de máquinas e equipamentos agrícolas é primordial em um mercado de grande concorrência, onde problemas em equipamentos resultam em perdas diretas ao produtor. Em se tratando de colheitadeiras a quebra do equipamento no campo pode gerar atrasos na colheita e consequentes perdas ao produtor por possíveis alterações climáticas.

Para se manter como uma das referências de mercado na produção de colheitadeiras, a organização em que este trabalho foi desenvolvido, possui ações que visam melhorar continuamente métodos e processos. Para auxiliar essas ações faz uso de indicadores de desempenho para medir a qualidade do produto, a entrega, produtividade, dentre outros indicadores, que servem de parâmetros para tomada de ações.

Em se tratando do alimentador do cilindro, que é o foco do estudo por se tratar de um produto atualmente crítico dentro do processo, o mesmo apresenta atualmente um índice de DPM acima da meta definida pela empresa. Tais problemas além de afetar os atributos do produto, também acabam gerando perdas em produtividade, pois toda não conformidade gerada necessita de retrabalho para evitar que o problema chegue ao cliente. Tendo em vista o exposto acima, buscou-se através do

trabalho a identificação da causa raiz dos problemas e posteriormente a definição de propostas para a solução ou redução dos problemas.

#### 4.1.1 Histórico do problema

A seguir expõem-se o histórico dos problemas encontrados no alimentador do cilindro no período do mês de julho de 2016 a junho de 2017. Os dados provêm da planilha de gerenciamento dos defeitos por máquina e foram disponibilizados pela área da qualidade.

Os problemas evidenciados através dessa ação estão relatados abaixo:

- ✓ Porosidade em cordões de solda;
- ✓ Trincas no cordão de solda;
- ✓ Falta de cordão de solda;
- ✓ Respingos de solda;
- ✓ Cordão de solda mal aplicado;
- ✓ Peça soldada fora de posição;
- ✓ Peça soldada em conjunto errado;
- ✓ Polias desalinhadas;
- ✓ Tensor da correia do alimentador desalinhado;

A seguir o histórico detalhado de cada um dos problemas expostos anteriormente:

**-Porosidade em cordões de solda:** de acordo com as definições do critério de aceitação de soldagem utilizado pela empresa é permitido um número reduzido de poros por cordão de solda onde o item não é considerado classe A, esse número varia de acordo com o tamanho do cordão. Para itens classe A não é permitido porosidade na solda. A porosidade se dá em geral devido a presença de gases na poça de fusão, e depois que o material solidifica o cordão de solda apresenta poros, que podem comprometer a qualidade do mesmo, conforme mostra a Figura 8:

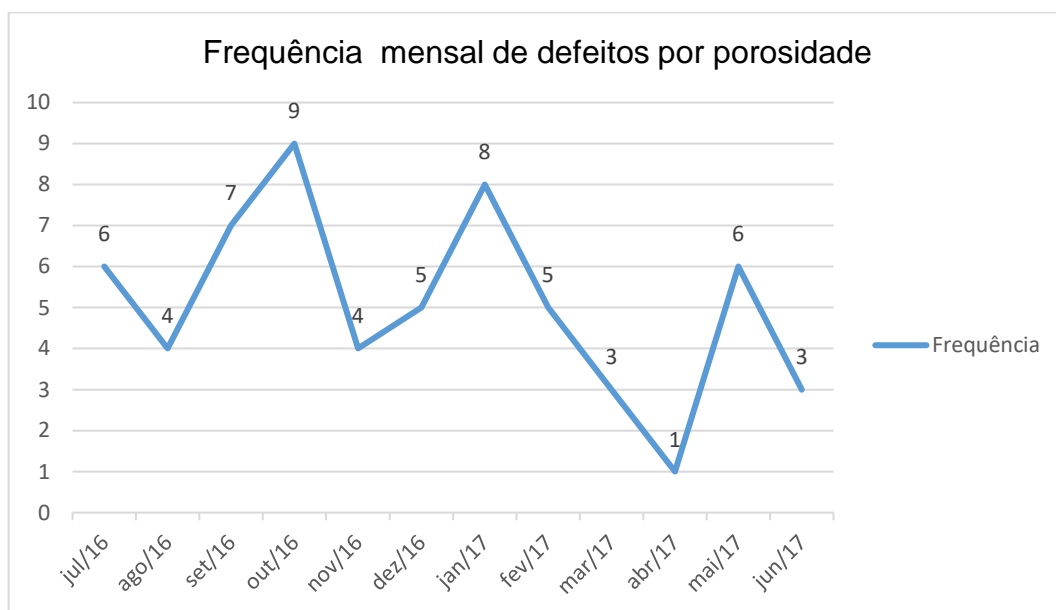
Figura 8: Porosidade em cordões de solda.



**Fonte:** O Autor, 2017.

Para análise mais detalhada sobre o problema buscou-se dados do período do mês de julho de 2016 a junho de 2017. Os dados são provenientes de um registro realizado das ocorrências de não conformidades e estão representados na Figura 9:

Figura 9: Gráfico da frequência mensal de defeitos por porosidade



**Fonte:** O Autor, 2017.

O gráfico mostra o histórico de defeitos ao longo do tempo e a tendência do mesmo, onde se pode evidenciar uma pequena redução das ocorrências no ano de 2017.

**-Trinca em cordões de solda:** a trinca no cordão de solda não é permitida de acordo com critérios de aceitação de soldagem, abaixo a Figura 10 ilustra o referido problema:

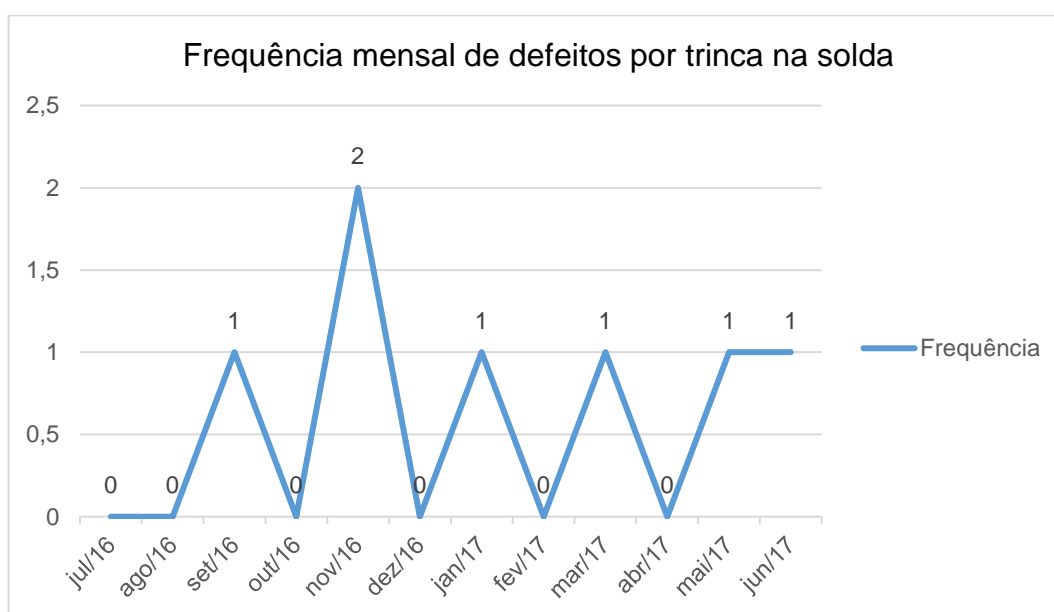
Figura 10: Trinca em cordões de solda.



**Fonte:** O autor, 2017.

A seguir na Figura 11, o número de ocorrências de trinca no processo de soldagem que estão relatadas na planilha de defeitos por máquina e envolvem o alimentador do cilindro:

Figura 11: Gráfico da frequência mensal de defeitos por trinca na solda



**Fonte:** O Autor, 2017.

Pode-se perceber um pequeno número de ocorrências relacionados a trinca na solda ao longo do tempo, mesmo assim o problema inspira cuidados pois pode causar grandes danos ao equipamento (colheitadeira) quando o mesmo em uso.

**-Respingos de solda:** são partículas de metal que se desprendem durante o processo de soldagem e acabam se prendendo a peça soldada. Como já citado



anteriormente a empresa utiliza critérios de aceitação para diversas situações que envolvem o processo soldagem, em se tratando de respingos de solda superfícies que sofrem atrito com outros componentes devem estar livres dos mesmos, bem como superfícies de itens classificados como classe A.

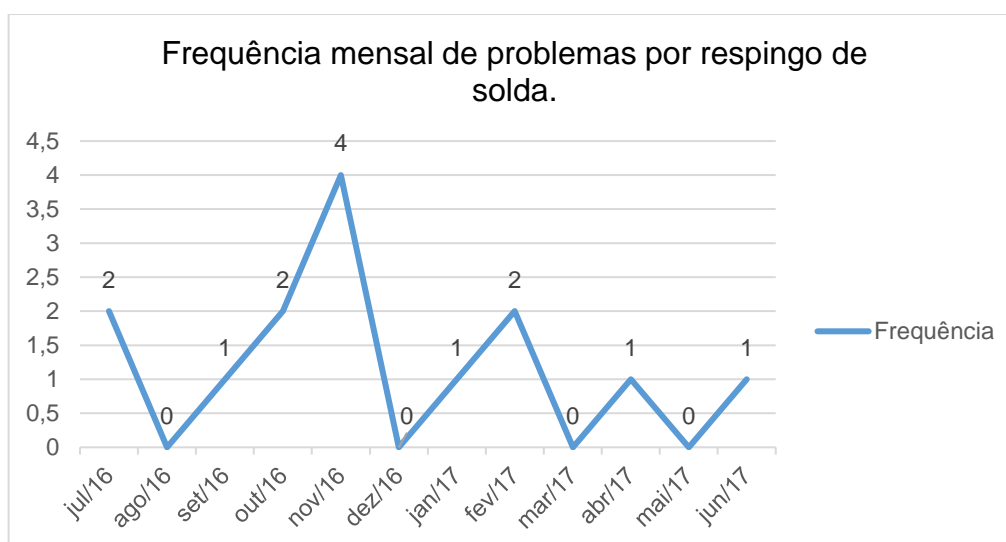
Figura 12: Respingos de solda.



Fonte: O Autor, 2017.

A Figura 13, mostra a frequência em que ocorreram os problemas relacionados a respingos de solda, envolvendo o alimentador do cilindro no período de junho de 2016 a junho de 2017.

Figura 13: Gráfico da frequência mensal de problemas por respingo de solda



Fonte: O Autor, 2017.

Percebe-se um número maior de ocorrências através do gráfico nos meses de outubro e novembro de 2016, o que coincide também com o período em que aumenta a produção de colheitadeiras na empresa.

**-Cordões de solda mal aplicados:** cordão com má aparência, não está de acordo com o projeto, cordão côncavo, cordão de solda não uniforme, esses são os principais problemas relatados quanto a cordões de solda mal aplicados. Alguns destes estão exemplificados na Figura 14:

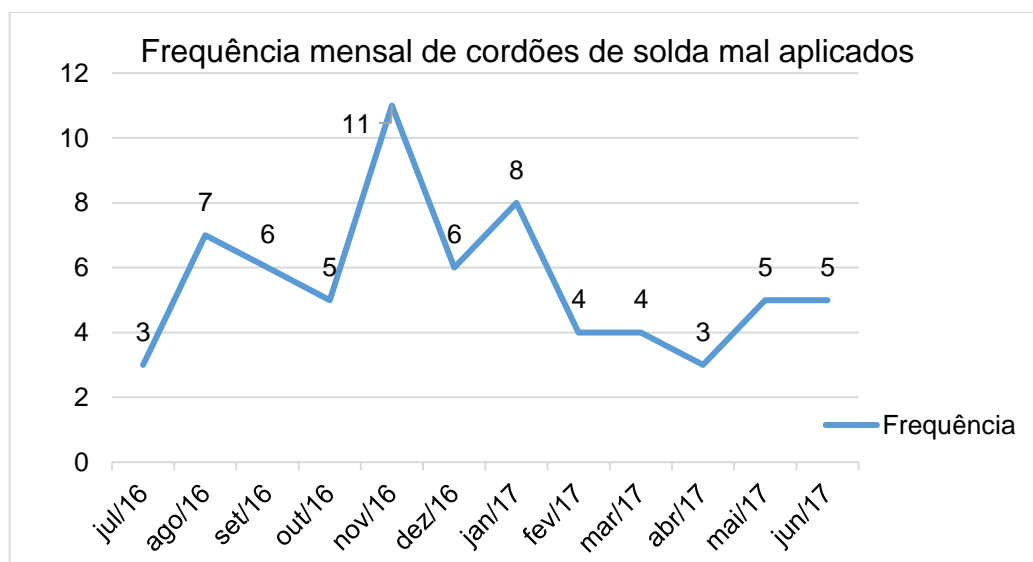
Figura 14: Cordão de solda mal aplicado.



Fonte: O Autor, 2017.

A imagem mostra um cordão de solda mal aplicado, que está côncavo com pouca deposição de material e com fissuras no cordão de solda. A frequência com que ocorre o problema de cordão de solda mal aplicado está representada na Figura 15:

Figura 15: Gráfico da frequência mensal de cordões de solda mal aplicados.



Fonte: O Autor, 2017.

Percebe-se um grande número de ocorrências ao longo do tempo e em maior número no mês de novembro, momento em que há um aumento na produção de colheitadeiras na empresa.

**-Falta de cordões de solda no alimentador:** a falta de cordões de solda pode implicar na diminuição da resistência ao esforço de determinado componente e o mesmo pode vir a falhar quando a colheitadeira estiver operando.

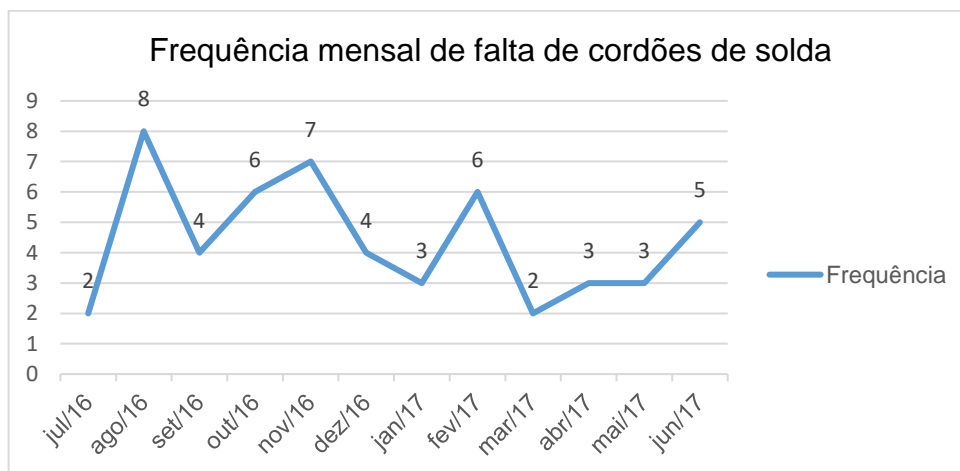
Figura 16: Falta de cordão de solda.



Fonte: O Autor, 2017.

A seguir no Figura 17, está representado o histórico do problema no período do mês de julho de 2016 a junho de 2017.

Figura 17: Gráfico da frequência mensal de problemas relacionados a falta de cordão de solda



Fonte: O Autor, 2017.

O gráfico demonstra que o problema ocorreu em todos os meses no período em que foram levantados os dados, com pequenas variações no número de ocorrências.

**-Peça soldada fora de posição:** o problema está relacionado a itens soldados desalinhados, fora de posição e peças soldadas viradas. Quando possível é efetuado o retrabalho para correção do erro, por vezes a peça é sucateada e se faz necessário a fabricação de outra para substituição.

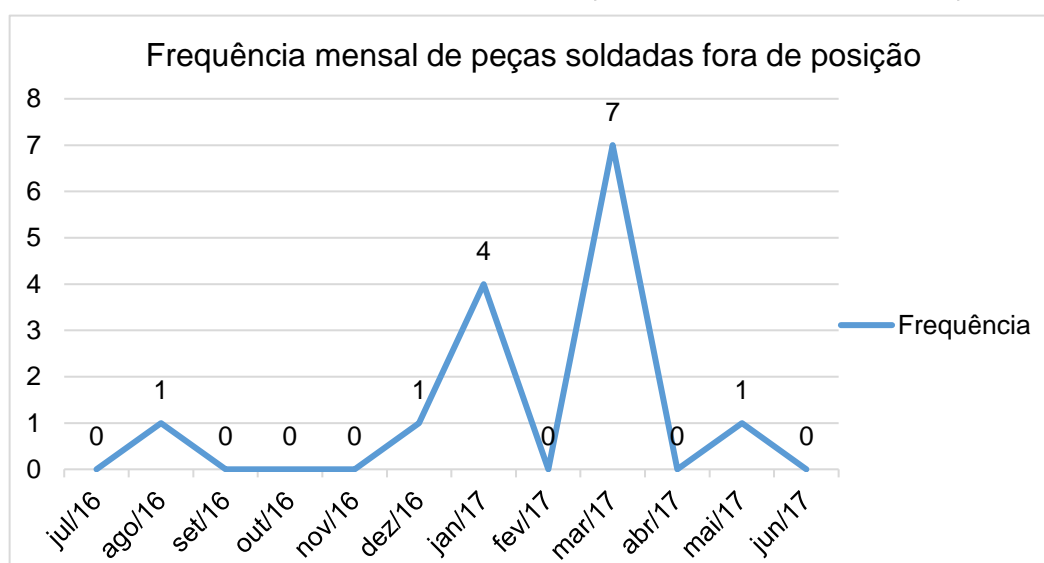
Figura 18: Peça soldada fora de posição.



**Fonte:** O Autor (2017).

Nesse caso cada ocorrência requer uma análise a parte por se tratar de itens diferentes. A seguir a Figura 19, traz a frequência com que ocorreu o problema no período em que foram levantados os dados.

Figura 19: Gráfico da frequência mensal de peças soldadas fora de posição



**Fonte:** O Autor, 2017.

De acordo com o gráfico percebe-se picos do problema nos meses de janeiro e março de 2017.

**-Tensor da correia desalinhado:** a imagem a baixo mostra o problema que é proveniente do desalinhamento do item durante a soldagem.

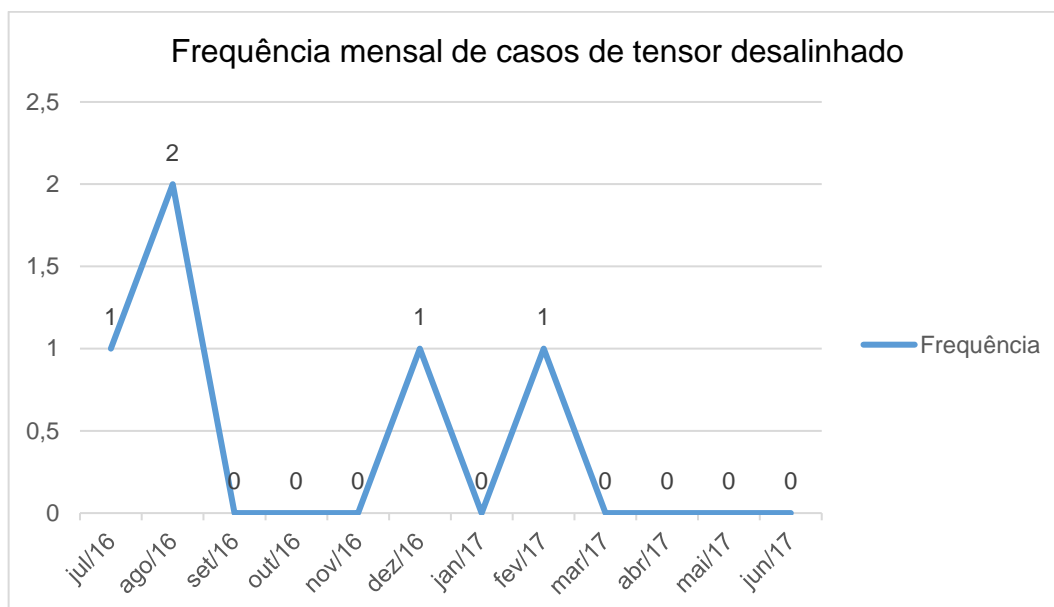
Figura 20: Tensor da correia desalinhado.



**Fonte:** O Autor, 2017.

A frequência com que ocorreu o problema está exposta Figura 21.

Figura 21: Gráfico da frequência mensal de casos de tensor desalinhado



**Fonte:** O Autor, 2017.

De acordo com os dados apresentados no gráfico percebe-se um pequeno número de ocorrências relacionados ao problema, onde o mês que apresentou o

maior índice de acontecimentos foi o mês de agosto de 2016, com apenas dois registros.

**-Polias tensoras desalinhadas:** o problema está relacionado a montagem das polias que acabam ficando desalinhadas durante o processo, o problema fica mais evidente no momento em que o alimentador é montado após o processo de pintura e acoplado a colheitadeira onde o mesmo passa pelos primeiros testes de funcionamento.

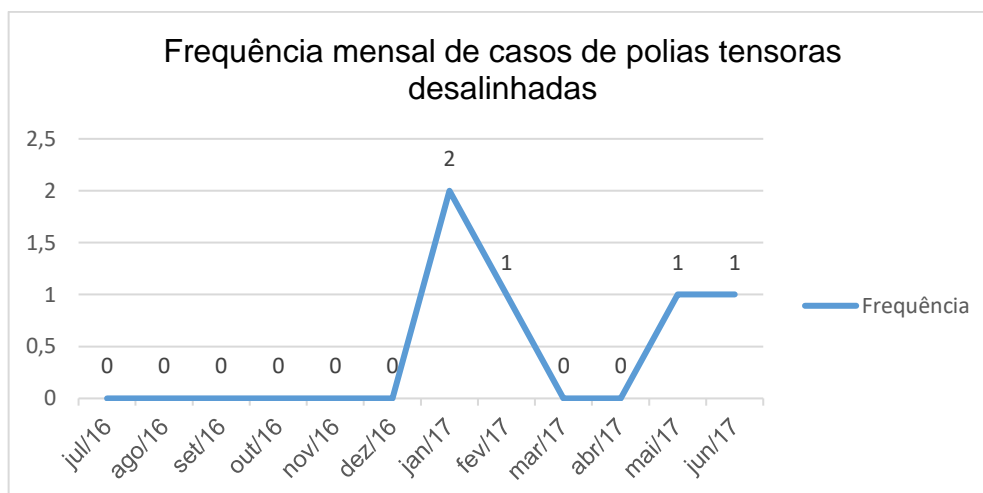
Figura 22: Polias tensoras



Fonte: O Autor, 2017.

Assim que diagnosticado o problema é corrigido, através do correto posicionamento das polias tensoras. Abaixo o tem-se a Figura 23, apresentando a frequência com que ocorreu os registros de não conformidade.

Figura 23: Gráfico da frequência de polias tensoras desalinhadas

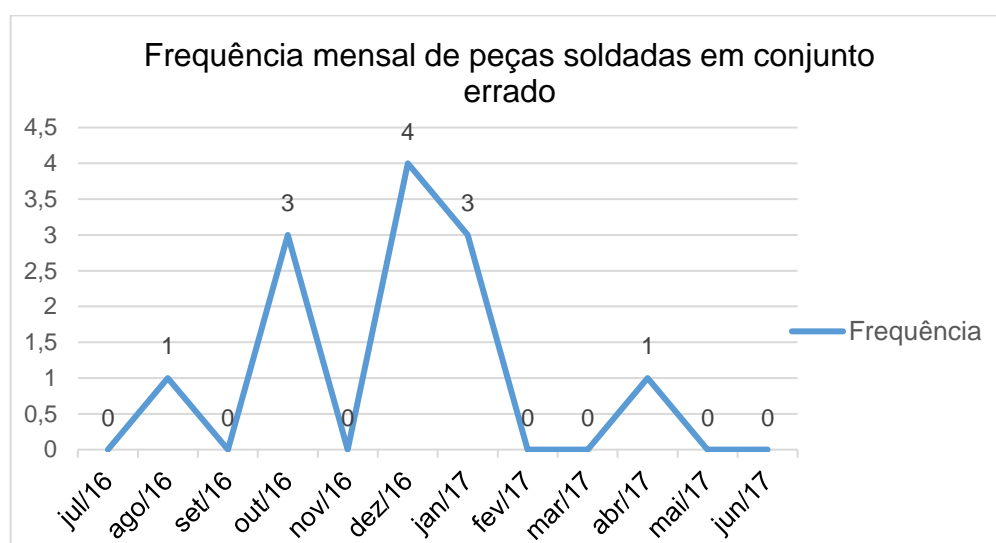


Fonte: O Autor, 2017.

Há poucos registros a respeito do problema no período estudado, com maior frequência de acontecimentos entre os meses de janeiro e junho de 2017.

**-Componente soldado em conjunto errado:** as colheitadeiras fabricadas pela empresa estudada apresentam configurações que variam de acordo com o pedido do cliente. Por vezes itens acabam sendo soldados a um conjunto ao qual não pertencem, gerando uma não conformidade, a mesma precisa ser corrigida para que a configuração requerida na ordem de produção seja atendida. Abaixo a Figura 24, com o número de ocorrências registradas no período do estudo.

Figura 24: Gráfico de frequência de componente soldado em conjunto errado



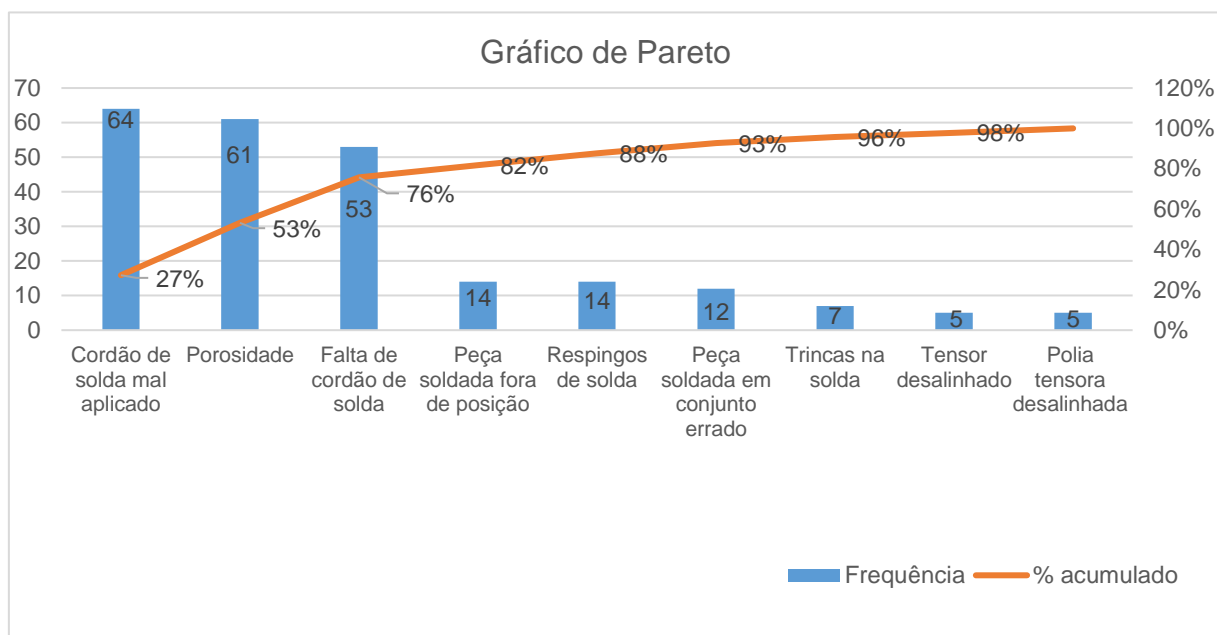
**Fonte:** O Autor, 2017.

O gráfico mostra que o problema vem diminuindo ao longo do tempo, no ano de 2017 há apenas um registro de peça soldada em conjunto errado.

#### 4.1.2 Análise de Pareto

Dando sequência a execução do MASP, utilizou-se a Análise de Pareto após o levantamento de dados para identificar quais problemas possuem maior impacto sobre a qualidade do alimentador do cilindro. Abaixo na Figura 25, o gráfico de Pareto mostra o resultado da análise.

Figura 25: Gráfico de Pareto



**Fonte:** Preissler, 2017.

Analisando o gráfico evidenciou-se que aproximadamente 80% das ocorrências de não conformidade no alimentador do cilindro estão relacionadas aos seguintes problemas:

- Cordão de solda mal aplicado;
- Porosidade em cordões de solda;
- Falta de cordão de solda;

Para a sequência do trabalho fez-se necessária a participação de outras pessoas ligadas ao processo produtivo, que contribuíram com conhecimentos e informações para o andamento do trabalho.

#### 4.2 OBSERVAÇÃO DO PROBLEMA

A próxima etapa do MASP é a observação, onde para entender melhor os problemas foram realizadas observações durante o processo de soldagem do alimentador, conversas com os soldadores, onde os mesmos relataram algumas dificuldades e oportunidades de melhoria para o processo. Além disso foram realizadas reuniões com gestores da área para que os mesmos pudessem contribuir com informações para o desenvolvimento do trabalho.



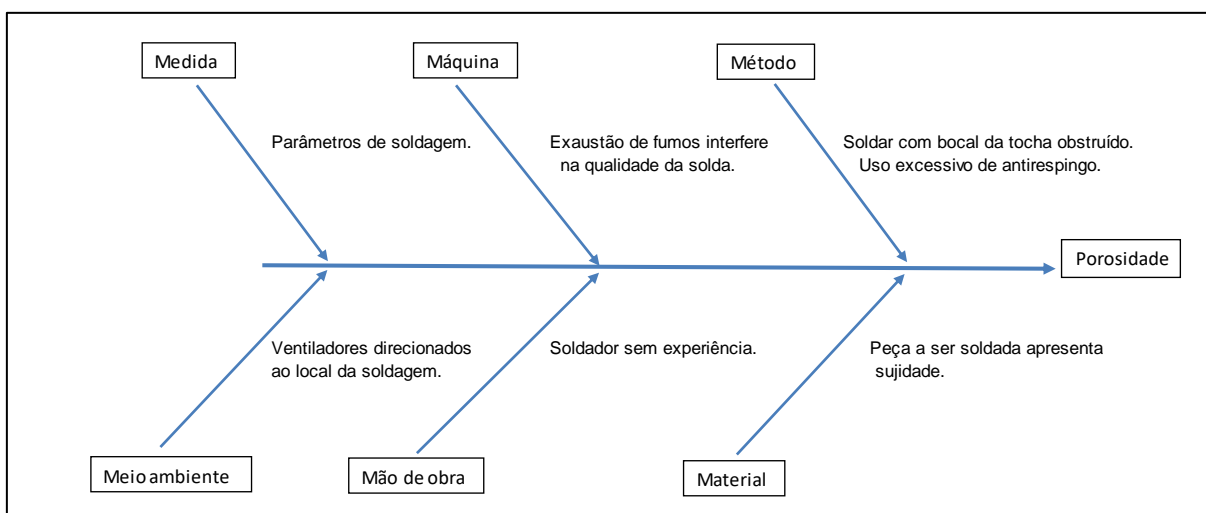
### 4.3 ANÁLISE

Para a realização da terceira etapa do MASP utilizou-se o Diagrama de Ishikawa, para listar as possíveis causas dos principais problemas de qualidade elencados no Gráfico de Pareto. Para tanto foram utilizadas informações da fase de observação do problema e Brainstorming.

Para a realização do brainstorming foram convidados alguns soldadores, o facilitador de produção do local em estudo. Nesse momento todos puderam contribuir com informações relevantes ao estudo.

Após o levantamento de dados foi estruturado o diagrama de Ishikawa para os problemas de porosidade, falta de cordões e solda mal aplicada, os mesmos são apresentados a seguir nas Figuras 26, 27 e 28.

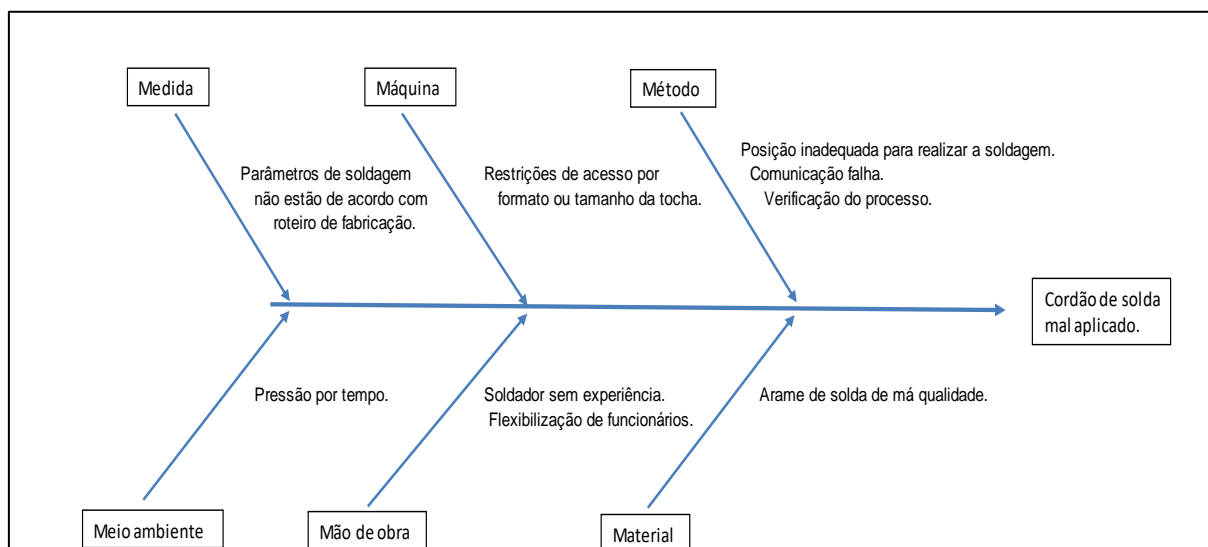
Figura 26: Diagrama de Ishikawa, causas de porosidade.



**Fonte:** O Autor, 2017.

Na aplicação do Diagrama de Causa e Efeito para levantar as possíveis causas para o problema de porosidade, foram elencados sete possíveis fatores influentes.

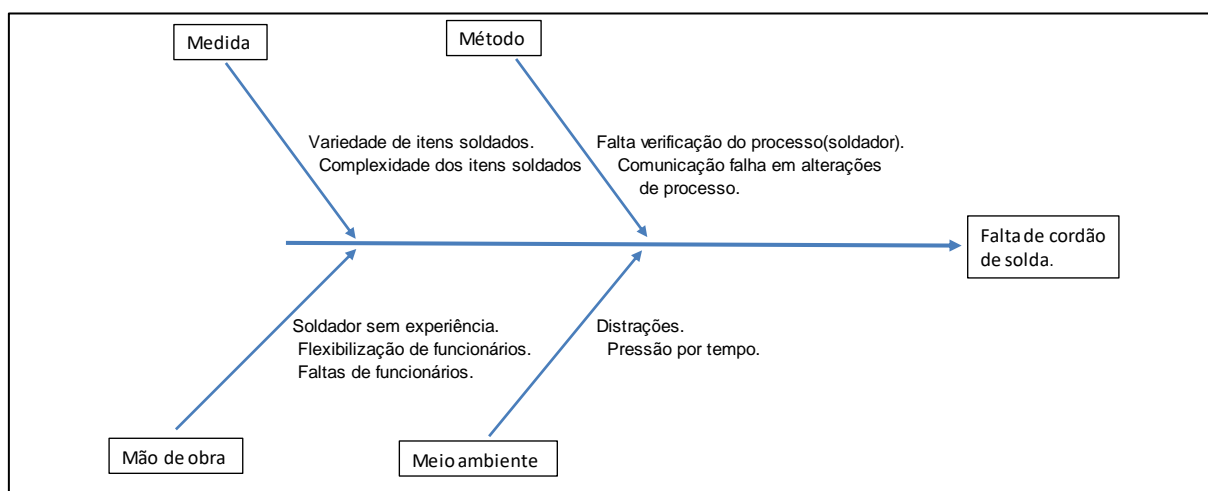
Figura 27: Diagrama de Ishikawa, causas de cordão de solda mal aplicado.



Fonte: O Autor, 2017.

Na análise das possíveis causas para a ocorrência de cordões de solda mal aplicado, foram observados nove possíveis fatores que podem ocasionar o problema.

Figura 28: Diagrama de Ishikawa, causas de falta de cordão de solda.



Fonte: O Autor, 2017.

Observadas as categorias medida, método, mão de obra e meio ambiente foram observadas nove possíveis causas que contribuem para a ocorrência de falta de cordão de solda no alimentador do cilindro.

Após essa etapa concluída utilizou-se a matriz GUT para priorização dos problemas de acordo com a gravidade, urgência e tendência para cada situação relatada no diagrama de Ishikawa, com a elaboração da matriz GUT foi possível identificar os principais fatores causadores do problema, auxiliando na criação do plano de ação. As matrizes são apresentadas a seguir nos Quadros 3, 4, e 5.

Quadro 3: Priorização das prováveis causas de porosidade na solda.

Descrição do problema	Gravidade	Urgência	Tendência	Prioridade
Ventiladores muito próximos ao local de soldagem	5	5	5	125
Soldador sem experiência	5	5	5	125
Exaustão de fumos afeta a soldagem	4	5	5	100
Uso excessivo de antirespingo na soldagem	4	4	5	80
Soldar com bocal da tocha obstruído por respingos de solda	4	5	4	80
Peça soldada apresenta sujidade	4	4	5	80
Parâmetros de soldagem	3	5	5	75

**Fonte:** O Autor, 2017.

Para criar um plano de ação serão utilizadas as causas prováveis que atingiram pontuação máxima (125), estima-se que cerca de 30% dos casos de porosidade na solda estão ligadas a essas causas.

Quadro 4: Matriz de priorização para cordões de solda mal aplicado.

Descrição do problema	Gravidade	Urgência	Tendência	Prioridade
Arame de solda de má qualidade.	5	5	5	125
Parâmetros de soldagem não estão de acordo com roteiro de fabricação.	5	5	5	125
Restrições de acesso pelo tamanho da tocha.	5	5	5	125
Soldador sem experiência.	5	5	5	125
Flexibilização de funcionários.	5	5	5	125
Comunicação falha.	5	5	5	125
Posição inadequada para realizar soldagem.	5	5	5	125
Verificação do processo.	5	5	5	125
Pressão por tempo	4	5	5	100

**Fonte:** O Autor, 2017.

Definidas as causas mais prováveis para o problema de cordões de solda mal aplicada, estima-se que cerca de 50% da incidência do problema está ligada as causas elencadas como prioridade máxima (125).

Quadro 5: Matriz de priorização para falta de cordões de solda.

Descrição do problema	Gravidade	Urgência	Tendência	Prioridade
Soldador sem experiência.	5	5	5	125
Flexibilização de funcionários.	5	5	5	125
Complexidade dos itens soldados.	5	5	5	125
Falta de verificação do processo (soldador).	5	5	5	125
Falha de comunicação em alterações de processo.	5	5	5	125
Pressão por tempo.	4	3	4	48
Faltas de funcionários.	3	4	4	48
Variedade de itens soldados.	3	3	4	36
Distrações	3	3	3	27

**Fonte:** O Autor, 2017.

Estima-se que 60% dos problemas de falta de cordão de solda no alimentador do cilindro está relacionado as causas elencadas com maior número de prioridade na matriz de priorização acima. Com a priorização das causas prováveis através da Matriz GUT, encerrou-se a terceira etapa da aplicação do MASP.

#### 4.4 PLANO DE AÇÃO

Após terminada a etapa de análise, a próxima etapa do MASP foi a elaboração de um plano de ação, para tanto foi utilizada a matriz 5W2H, o objetivo foi criar ações para solucionar ou reduzir o número de problemas no alimentador do cilindro, o plano de ação levou em consideração as causas que obtiveram maior pontuação na matriz de priorização GUT e está descrito no Quadro 6.

Quadro 6: Plano de ação.

O que?	Por quê?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
Ajustar posição dos ventiladores.	Para que o vento não atrapalhe a soldagem.	Equipe de manutenção.	Soldagem do alimentador do cilindro.	10/10/2017	Ajustar posição dos ventiladores.	R\$ 0,00
Melhorar dispositivo de soldagem A1.	Facilitar o acesso com a tocha e a soldagem.	Engenharia de Manufatura.	Soldagem do alimentador do cilindro.	20/10/2017	Fabricar novo sistema de fixação da peça no dispositivo de soldagem.	R\$5.000,00
Dimensionar o tamanho das tochas de acordo com a necessidade de cada posto de trabalho.	Soldadores relataram dificuldades em manipular tochas.	Engenharia de Manufatura.	Soldagem do alimentador do cilindro.	10/10/2017	Verificar cada atividade e dimensionar tochas.	R\$ 0,00
Aumentar o uso do quadro de gestão diária.	Otimizar o processo de melhoria contínua.	Gestores do alimentador do cilindro.	Soldagem do alimentador do cilindro.	10/10/2017	Orientar colaboradores sobre a importância do uso do quadro.	R\$ 0,00
Instalar programa de auxílio e monitoramento a soldagem.	Auxiliar a soldagem de itens complexos.	Engenharia de Manufatura.	Soldagem do alimentador do cilindro.	20/02/2018	Adquirir equipamentos e instalar programa.	R\$200.000,00
Melhorar programas de qualificação e certificação de funcionários.	Desenvolver habilidades de novos funcionários.	Gestores do alimentador do cilindro e RH.	Soldagem do alimentador do cilindro	15/04/2018	Disponibilizar período de tempo maior para qualificação de novos funcionários.	R\$10.000,00
Criar padrão de identificação para itens inspecionados.	Certificar-se que a inspeção da qualidade foi realizada.	Engenharia da Qualidade.	Soldagem do alimentador do cilindro.	10/02/2018	Criar padrão de identificação para itens inspecionados.	R\$ 0,00
Definir áreas críticas de soldagem do alimentador do cilindro e não realizar flexibilização de funcionários nesses locais.	Reduzir o número de problemas relacionados a flexibilização de funcionários.	Engenharia de Manufatura.	Soldagem do alimentador do cilindro.	15/10/2017	Definir quais locais são críticos dentro do processo e não flexibilizar soldadores nesses locais.	R\$ 0,00
Definir alguns soldadores como responsáveis pela inspeção final do produto.	Garantir que a inspeção da qualidade seja realizada.	Gestores do alimentador do cilindro.	Soldagem do alimentador do cilindro.	10/10/2017	Definir responsáveis pela inspeção final do produto.	R\$ 0,00

Fonte: O Autor, 2017.

Os valores envolvidos para realização das ações são estimados, com base em algumas ações similares realizadas pela empresa em estudo.

## 4.5 AÇÕES

Criado o plano de ação, o mesmo foi apresentado aos gestores do alimentador do cilindro para análise e posterior execução das ações, cabe salientar que algumas ações são de longo prazo, pois envolvem tempo e custo maior para implementação.

Sendo assim as primeiras ações tomadas foram as consideradas de simples execução. As ações executadas foram:

Ação 1- Ajuste dos ventiladores pela equipe de manutenção da empresa, para que o ar proveniente do ventilador não incida sobre a solda no momento da execução da atividade, evitando assim a porosidade na solda.

Ação 2- Ajustes no dispositivo de soldagem A1, efetuados pela Engenharia de Manufatura, o sistema de fixação da peça no dispositivo foi modificado para que o mesmo não obstrua locais onde o soldador necessita aplicar cordões de solda, o que facilita a execução correta da atividade.

Ação 3- Foram dimensionadas tochas de soldagem de acordo com a necessidade de cada posto de trabalho, para facilitar a execução da soldagem.

Ação 4- Treinamentos sobre o uso do quadro de gestão diária, objetivando melhorar o uso do mesmo para evidenciar dificuldades e oportunidades de melhoria no processo produtivo;

Ação 8- Definição das áreas críticas na soldagem do alimentador e a não flexibilização de funcionários nesses locais.

Ação 9- Definição dos responsáveis pela realização da inspeção final do produto, antes que o mesmo avance para o próximo posto de trabalho, afim de garantir a qualidade e a inspeção do produto, esses responsáveis são soldadores da área com maior conhecimento do processo produtivo. As atividades relatadas no Quadro 7, não foram executadas até a entrega do referido trabalho por demandarem de tempo maior para estudo e implementação.

Quadro 7: Ações não executadas

Ação	O que?	Por quê?	Quem?	Quando?
Ação 5.	Instalar programa de monitoramento e auxílio a soldagem.	Auxiliar soldagem de itens complexos.	Engenharia de Manufatura.	20/02/2018
Ação 6.	Melhorar os programas de qualificação e certificação dos funcionários.	Desenvolver habilidades de novos funcionários.	Gestores do alimentador do cilindro e RH.	15/04/2018
Ação 7.	Criar padrão para identificação de itens inspecionados.	Certificar-se que a inspeção da qualidade foi realizada.	Engenharia da Qualidade.	10/02/2018

**Fonte:** O Autor, 2017.

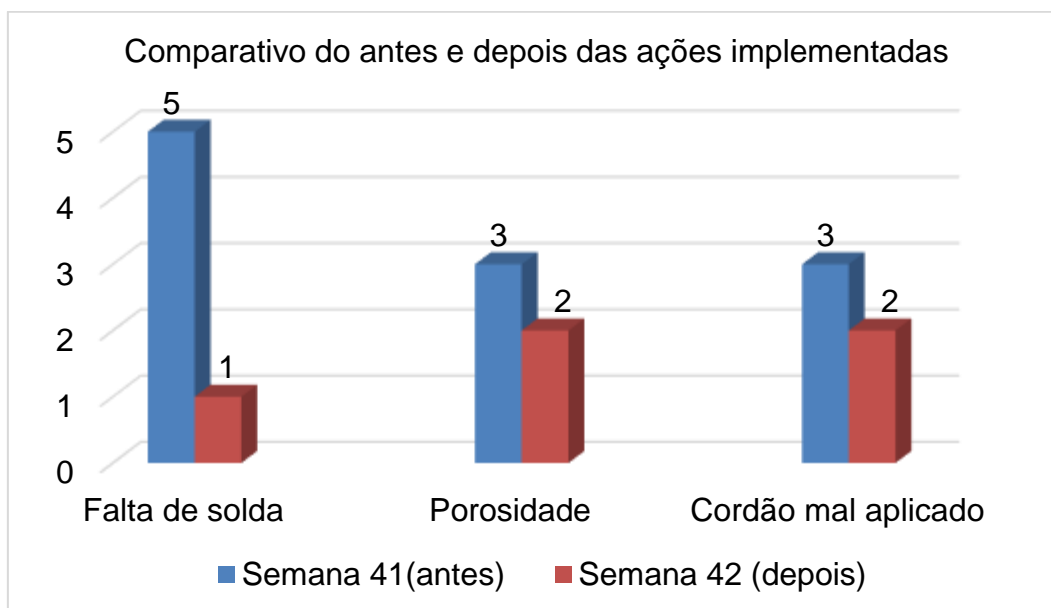
As ações não executadas ficam a cargo dos gestores da área para análise e implementação futura.

#### 4.5 VERIFICAÇÃO

Após concluída a etapa ação, o próximo passo da Metodologia MASP é a verificação, que tem relação com a fase CHECK do ciclo PDCA.

Para verificação dos resultados foram comparadas informações do DPM (defeitos por máquina), antes e depois da execução do plano de ação, os dados são da semana 41 e 42 no mês de outubro de 2017 e estão expostos a seguir na Figura 29.

Figura 29: Gráfico do antes e depois da execução do plano de ação



Fonte: O Autor, 2017.

A redução percentual no número de defeitos comparando o antes e depois da implementação de melhorias do plano de ação, para falta de cordões de solda é de 80% e para porosidade e cordão mal aplicado 33,33%. Porém para uma análise mais completa e confiável é necessário um acompanhamento do desempenho por um período de tempo maior.

#### 4.6 PADRONIZAÇÃO

A próxima etapa da Metodologia MASP é a padronização, que tem por objetivo evitar o reaparecimento de problemas futuros. Para tanto a seguir no Quadro 8, apresenta-se o plano de padronização para as ações implementadas (algumas ações possuem procedimento interno da empresa para tal).



Quadro 8: Padronização das ações implementadas

<b>Ação</b>	<b>Padronização</b>
Ajuste dos ventiladores.	Criar procedimento para manutenção sobre como fazer o ajuste e estender a ação a todas as áreas de soldagem da fábrica.
Definir responsáveis pela inspeção final do produto.	Estender a todas as áreas da fábrica.
Uso do quadro de gestão diária.	Treinar colaboradores e documentar a atividade.
Dimensionamento de tochas de acordo com a necessidade de cada posto de trabalho.	Estender ação a todas as áreas de soldagem.
Definir áreas críticas e não realizar flexibilização de funcionários nesses locais.	Estender a todas as áreas da fábrica.
Ajustes e modificações em dispositivos de soldagem.	Atualizar documentos, treinar operadores e registrar treinamento (procedimento interno existente).

**Fonte:** O Autor, 2017.

A padronização visa treinar, documentar e até mesmo estender a outras áreas as ações sugeridas e implementadas na soldagem do alimentador, afim de se obter através de melhores práticas uma qualidade distinta ao produto final.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Entregar um produto com qualidade para o consumidor é de suma importância para a empresa para manter sua participação significativa no mercado. Problemas de qualidade no produto afetam a reputação da organização, bem como trazem consequências negativas no processo produtivo. Um número elevado de defeitos gera excesso de perdas por retrabalho que impacta negativamente na produtividade da empresa.

O objetivo do trabalho foi a aplicação da Metodologia MASP em uma célula de soldagem e montagem de colheitadeiras, afim de identificar e propor solução para os problemas que afetam a qualidade do produto (alimentador do cilindro). Todas as etapas da metodologia de análise e solução de problemas foram executadas, gerando dados e informações sobre o processo que são relevantes para o estudo, bem como para ações futuras.

Dessa forma a proposta inicial da aplicação da Metodologia MASP foi atingida e os resultados obtidos foram satisfatórios, evidenciando a importância da melhoria contínua e da gestão de métodos e processos. Tais ações impactam na melhora da qualidade do produto e na otimização do processo produtivo.

## REFERÊNCIAS

- \_\_\_\_\_. **Diagrama de Pareto: Guia geral (passo a passo)**. Disponível em: <<http://www.portal-administracao.com>>. Acesso em: 30 de mar. 2017.
- \_\_\_\_\_. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Elsevier. Rio de Janeiro, 2010.
- AGUIAR, SILVIO. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa Seis Sigma**. VOL.1: Editora de Desenvolvimento Gerencial. Belo Horizonte, 2002.
- BEZERRA, FILIPE. **Diagrama de Ishikawa – Causa e Efeito**. Disponível em: <<http://www.portal-administracao.com>>. Acesso em: 30 de mar. 2017.
- CARVALHO, M. M. de; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: Teoria e casos**. 12ª impressão: Elsevier. Rio de Janeiro, 2005.
- CHIAVERINI, VICENTE. **Tecnologia mecânica**. 2 ed. Editora McGraw-Hill. São Paulo, 1986.
- ELETRIC, MILLER. **Insight Center Point - Arc Data Monitoring Software**. Disponível em: < <https://www.millerwelds.com> >. Acesso em 24 de set. 2017.
- ESAB. **Processo de soldagem MIG/MAG**. Disponível em: < <http://www.esab.com.br> >. Acesso em 30 de set. 2017.
- FILHO, A. I. de L; NETO, A. M. de S. [Artigo científico]. **Análise com a ferramenta MASP para solução de problema de qualidade em uma linha de usinagem de uma empresa do setor automotivo**. Disponível em: < <http://abepro.org.br/biblioteca> >. Acesso em: 13 de out. 2017.
- JÚNIOR, ALBERTO HÖHER. **Design de uma peneira rotativa para colheitadeira de grãos**. Disponível em: < <http://docplayer.com.br/> >. Acesso em 12 de out. 2017.
- JUNIOR, ISNARD MARSHALL et. al. **Gestão da Qualidade**. 9 ed. Editora FGV. Rio de Janeiro, 2008.
- MARQUES, P. V.; MODENESI, P. J.; BRACARENSI, A. Q. **SOLDAGEM-fundamentos e tecnologia**. 2 ed. UFMG. Belo Horizonte, 2002.
- MEIRA, ROGÉRIO CAMPOS. **As ferramentas para a melhoria da qualidade**. 2 ed. SEBRAE/RS. Porto Alegre, 2003.

MIGUEL, PAULO AUGUSTO CAUCHICK. **Qualidade: Enfoque e ferramentas.** Artliber Editora. São Paulo, 2001.

PERIARD, GUSTAVO. **O Ciclo PDCA e a melhoria contínua.** Disponível em:<<http://www.sobreadministracao.com>>. Acesso em 05 de abr. de 2017.

QUITES, Almir M. **Introdução à soldagem a arco voltaico.** 1 ed.: Soldasoft. Florianópolis, 2002.

VIANA, MARCEL. **MASP - Método de Análise e Solução de Problemas.** Disponível em: <<http://marcelviana.com>>. Acesso em: 26 de mar. 2017.