

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**JÉSSICA NESI**

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE  
PROBLEMAS (MASP) EM UMA EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE  
PANELAS DE ALUMÍNIO**

**FRANCISCO BELTRÃO**

**2019**

**JÉSSICA NESI**

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE  
PROBLEMAS (MASP) EM UMA EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE  
PANELAS DE ALUMÍNIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Engenharia de Produção da UTFPR- Universidade Tecnológica Federal do Paraná em exigência para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Douglas da Costa Ferreira

**FRANCISCO BELTRÃO**  
2019



**TERMO DE APROVAÇÃO**  
**Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização**

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (MASP)**  
**EM UMA EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE PAINÉIS DE ALUMÍNIO**

por

**JÉSSICA NESI**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado às 8 horas do dia 7 de dezembro de 2019, como requisito parcial para obtenção do grau de especialista em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão. A candidata foi arguida pela Banca Avaliadora composta pelos professores que abaixo assinam este Termo. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

\_\_\_\_\_  
**Dr. Douglas da Costa Ferreira**

Professor Orientador

\_\_\_\_\_  
**MSc. Maiquiel Schmidt de Oliveira**

Membro da Banca

\_\_\_\_\_  
**Dra. Andriele de Prá Carvalho**

Membro da Banca

\_\_\_\_\_  
**Prof. Maiquiel Schmidt de Oliveira**

Responsável pela Coordenação do CEEP  
Curso de Especialização em Engenharia de Produção

***A FOLHA DE APROVAÇÃO ORIGINAL (ASSINADA) ENCONTRA-SE NA COORDENAÇÃO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.***

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador Douglas da Costa Ferreira, por estar disponível sempre que necessário, pelo aprendizado, pelo conhecimento repassado durante o desenvolvimento desse trabalho, pela atenção, compreensão e disposição me auxiliando em tudo o que foi preciso.

Aos meus amados pais, Gilmar e Dirlene Nesi pelo incentivo desde o início da especialização, demonstrando carinho, paciência, por me aconselharem e transmitirem palavras que me faziam sempre obter coragem para enfrentar os empecilhos que atravessassem meu caminho.

Ao meu marido Andrei Basotti que, desde o início dessa jornada, esteve ao meu lado, sempre me apoiando, com amor, paciência e companheirismo, acreditando em meu potencial para que eu pudesse concluir essa etapa.

A minha irmã Rafaela Loiany Nesi e a minha cachorrinha Belinha, agradeço pelos momentos de descontração e diversão.

A empresa, onde pude realizar a análise do processo, agradeço por abrirem as portas para que eu pudesse realizar esse trabalho.

## RESUMO

O processo de fabricação de painéis de alumínio fundido gera muitos desperdícios, sendo que várias dessas perdas podem ser consideradas normais do processo, como trincas, faltas de material e porosidade. No entanto, um índice aceitável de perdas deve ser estipulado para que possa ser possível identificar causas especiais de desvio no processo de produção. Dessa maneira, o presente trabalho foi desenvolvido em uma indústria metalúrgica de fabricação de painéis de alumínio fundidos, localizada na cidade de Francisco Beltrão/PR, com aplicação da metodologia de análise e solução de problemas (MASP), para identificar os índices de perdas; realizar análise dessas causas para identificar as fontes geradoras de desperdícios na fabricação de painéis em alumínio fundido e propor ações de melhoria para a empresa estudada. Realizou-se uma coleta de dados no setor de fundição com aplicação de ferramentas de estratificação para segregarmos os problemas mais prementes. Depois realizou-se uma análise de causas com aplicação de ferramentas de diagrama de Ishikawa, cinco porquês e *brainstorming*. Por fim, foi realizado um plano de ação baseado na ferramenta 5W2H para propor soluções à empresa.

**Palavras-chave:** Melhoria da Qualidade. MASP. Gráfico de Pareto. Diagrama de Causa e Efeito. Plano de Ação. Redução de Desperdícios.

## ABSTRACT

The process of manufacturing molten aluminum cookware generates a lot of waste. Several of these losses can be considered normal process, such as cracks, material shortages and porosity. However, an acceptable loss index should be stipulated so that it may be possible to identify special causes of deviation in the production process. In this way, the present was developed in a metallurgical industry of manufacture of molten aluminum pots, located in the city of Francisco Beltrão / PR, with application of the methodology of analysis and solution of problems (MASP), to identify the indices of losses; to carry out an analysis of these causes to identify the sources of waste generated in the manufacture of molten aluminum pots and to propose improvement actions for the company studied. A data collection was carried out in the foundry sector with application of stratification tools to segregate the most pressing problems. Then, a root cause analysis was applied using Ishikawa diagram, five why and brainstorming tools. Finally, an action plan based on the 5W2H tool was developed to propose solutions to the company.

**Keywords:** Quality Improvement. MASP. Pareto's chart. Cause and Effect Diagram. Action Plan. Waste Reduction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Passos do Método de Análise e Solução de Problemas .....	20
Figura 2 – Layout da produção.....	27
Figura 3 – Exemplo de cadinho.....	27
Figura 4 – Exemplo de coquilhas .....	27
Figura 5 – Exemplo de torno de usinagem.....	28
Figura 6 – Exemplo de sucata de alumínio .....	28
Figura 7 – Exemplo de forno de fusão de alumínio a óleo .....	29
Figura 8 – Remoção de impurezas .....	30
Figura 9 – Transferência do metal líquido .....	31
Figura 10 – Peças com defeito segregadas .....	34
Figura 11 – Principais defeitos .....	36
Figura 12 – Fluxograma do processo .....	37
Figura 13 – Diagrama de causa e efeito.....	39
Figura 14 – Cinco Porquês.....	40

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Gurus da Qualidade .....	15
Quadro 2 – Brainstorming com colaboradores .....	38
Quadro 3 – Plano de ação.....	42



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Índice de perdas de panelas em alumínio fundido.....	35
Gráfico 2 – Porcentagem de perdas por defeito.....	35
Gráfico 3 – Índice geral de perdas .....	44

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1 Objetivo Geral .....	13
2.2 Objetivos Específicos .....	13
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>14</b>
3.1 Engenharia de Produção .....	14
3.2 Gestão da Qualidade .....	14
3.3 Desperdícios da Produção .....	17
3.4 Método de Análise e Solução de Problemas .....	19
3.5 Ferramentas da Qualidade .....	22
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS</b> .....	<b>23</b>
4.1 A pesquisa .....	23
4.1.1 Tipos de pesquisa .....	23
4.1.1.1 Pesquisa descritiva .....	24
4.1.1.2 Pesquisa qualitativa .....	24
4.1.1.3 Pesquisa quantitativa .....	25
4.1.1.4 Estudo de caso .....	25
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>27</b>
5.1 Apresentação da empresa .....	27
5.2 O Processo de produção .....	27
5.2.1 Layout geral da produção .....	28
5.2.2 Matéria-prima .....	29
5.2.3 Forno de fusão .....	30
5.2.4 Moldagem .....	32
5.3 Aplicação do MASP .....	34
5.3.1 Primeira Etapa: Identificação do Problema .....	34
5.3.2 Segunda Etapa: Observação .....	37
5.3.3 Terceira Etapa: Análise .....	39
5.3.4 Quarta e Quinta Etapa: Plano de ação / Ação .....	41
5.3.5 Sexta Etapa: Verificação .....	45
5.3.5 Sétima Etapa: Padronização .....	47
5.3.5 Oitava Etapa: Conclusão .....	47
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>48</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A fabricação de painéis em alumínio fundido é um processo complexo que envolve a fabricação de moldes, a fundição de alumínio, o envase do alumínio fundido no molde, o desmoldamento e o acabamento da peça final. A quantidade de problemas que geram desperdícios é muito grande nesse processo. A fabricação dos moldes é realizada através da utilização de coquilhas e areia. Ao se preencher o molde, ele deve ser compactado de maneira que garanta sua integridade, evitando trincas e vazios na peça fundida. O processo de desmoldagem exige que o material já esteja totalmente solidificado, para assim após o resfriamento a peça possa ser acabada por meio do processo de usinagem.

Todas as possíveis falhas no processo de fabricação de painéis fundidos geram perdas de recursos, como resultado do reprocessamento, que impactam nos custos de fabricação e na imagem da empresa, caso peças com falhas cheguem aos clientes. Dessa maneira, a qualidade no processo e no produto são determinantes e estão diretamente relacionada com o planejamento estratégico organizacional, demonstrando a eficiência e a padronização, para que peças defeituosas não sejam encaminhadas ao consumidor.

O controle de qualidade nas organizações tem o objetivo de monitorar e prevenir eventuais falhas e defeitos, sendo estruturado com ferramentas de controle para a obtenção de dados. Assim, para auxiliar em análises, gestão e controle, o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) pode ser utilizado, tendo como base a identificação de problemas, a análise e a implementação de ações para que problemáticas sejam solucionadas.

Esse trabalho de conclusão de curso de pós-graduação em Engenharia de Produção aplicou a abordagem do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP), para identificar quais são as principais causas geradoras de perdas de um processo de fundição de painéis de alumínio em uma indústria metalúrgica localizada na cidade de Francisco Beltrão, Paraná, realizando análise e propondo ações para redução do índice de desperdício desse processo de transformação. A partir disso, é estabelecido o seguinte problema de estudo: “Por meio do método de análise e solução de problemas (MASP), quais são as principais causas geradoras de perdas no processo de fundição de painéis em alumínio?”

Para responder este questionamento, foram firmados os objetivos que servirão como resposta para o presente estudo.

## **2 OBJETIVOS**

Os objetivos vinculados ao respectivo problema de pesquisa são divididos em objetivo geral e específicos.

### **2.1 Objetivo geral**

Utilizar a metodologia de análise e solução de problemas (MASP) para identificar as causas geradoras de desperdícios em uma fundição de alumínio e propor ações de melhoria para a empresa.

### **2.2 Objetivos específicos**

Para que se atinja o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos são estabelecidos:

- Identificar as perdas do processo de fabricação;
- Elencar as perdas especiais mais significativas;
- Aplicar ferramentas de análise de causas para as perdas especiais mais significativas identificadas;
- Propor melhorias para reduzir ou eliminar as causas identificadas por meio da aplicação da ferramenta 5W2H;
- Propor padronização dos processos identificados.

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 Engenharia de produção**

A Engenharia de Produção é uma área de atuação ampla, que envolve a utilização de técnicas para resolução de problemas, obtendo profissionais diversificados no mercado de trabalho. As organizações atuais necessitam de profissionais capacitados e que busquem pelo desenvolvimento de melhorias, visando sempre a redução precisam de profissionais capacitados que enxerguem as oportunidades de melhoria, e realizem de forma contínua o planejamento e controle das operações presentes no processo produtivo.

A origem da Engenharia de produção aconteceu relacionada ao avanço industrial que segundo Netto e Tavares (2006) o marco inicial aconteceu nos Estados Unidos no século XX, fazendo com que representantes operacionais desenvolvessem a melhoria nos processos produtivos. No Brasil, obteve início em 1959, sendo que a industrialização estava emergindo, buscando a formação de profissionais com varias habilidades.

Segundo Netto e Tavares (2006), o Japão por sua vez, com a finalização da Segunda Guerra Mundial estava destruído, mas se reergueu ficando lado a lado com os concorrentes norte-americanos, distribuindo produtos com melhor qualidade, mas com baixo custo. Assim, as alterações que aconteceram com o Japão foram agrupadas a Engenharia de Produção, buscando o desenvolvimento e a melhoria dos processos.

O Engenheiro de Produção deve saber avaliar as incertezas que englobam o processo produtivo, organizando as atividades nas diversas operações, enfatizando a qualidade do que é fabricado e a utilização de recursos de forma efetiva, buscando o atingimento dos objetivos e desenvolvendo o aspecto cultural.

#### **3.2 Gestão da qualidade**

A gestão da qualidade é considerada uma atividade que envolve controle, desenvolvendo melhorias em produtos e serviços dentro de qualquer organização, buscando essencialmente atentes as expectativas dos clientes. Campos (1992) afirma

que a qualidade deve atender o que o cliente espera receber, de forma confiável, garantindo o atendimento de suas especificações.

A qualidade é baseada nas características exigidas pelos clientes, onde o produto ou serviço deve ser acompanhado para que a qualidade final possa ser garantida, sendo que é também considerada como a exclusão de defeitos, buscando sempre melhorar o processo e satisfazer as expectativas, envolvendo vários aspectos simultâneos desde a chegada da matéria-prima, processamento, colaboradores, expedição até chegar ao cliente.

A qualidade dentro das empresas atualmente é fundamental, pois garante que o produto chegue ao seu destino conforme o que foi solicitado. É de vasta diversidade, aplicada a qualquer produto ou serviço, e utilizam para que ocorram melhorias e o mercado em que as organizações estão inseridas tornem-se ainda mais competitivo e se desenvolvam ainda mais.

O conceito de qualidade historicamente teve início com o processo artesanal, em que os artesões obtinham a material prima, confeccionavam e vendiam seus produtos como utensílios, calçados, roupas e adornos, sendo que com a Revolução Industrial e o passar os anos desenvolveu-se novos métodos e, conseqüentemente, melhoria da qualidade, e a inserção de inspetores que realizavam a inspeção do produto.

A qualidade diferencia as organizações, independente de qual atividade realiza, mas nada adianta realizar a melhor prestação de serviço ou fabricar o melhor produto se o que o cliente está buscando não possui as características que o mesmo deseja, precisa realizar o que irá satisfazer e atender as necessidades do mesmo.

Em todos os processos fala-se sobre o termo conformidade, que retratada se o produto ou serviço está atendendo as expectativas para satisfazer o consumidor final. Segundo Slack (2008), os padrões de qualidade são definidos a partir de fronteiras entre o que é considerado aceitável e o que é inaceitável, sendo que os mesmos podem ser limitadores dos fatores operacionais, pois em alguns casos precisam ser adaptados para atender o que o consumidor requisitou.

A qualidade em sua definição pode ser retratada como excelência, retratando tanto o aspecto conforme ou também as não conformidades apresentadas, podendo obter assim oportunidades de melhoria no que está sendo analisado. O termo ainda é representado pelos gurus da qualidade que estão demonstrados no quadro abaixo.

Quadro 01 – Gurus da Qualidade.

<b>GURUS DA QUALIDADE</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Armand Feigenbaum	A administração da qualidade foi introduzida por Feigenbaum, onde explanava a melhoria da qualidade.
Willian Edwards Deming	É considerado no Japão como o pai do controle de qualidade, e buscou demonstrar que a qualidade começa na alta administração sendo uma atividade de nível estratégico, também afirmava que a qualidade e a produtividade aumentavam com a variação do processo, identificando estágios da melhoria da qualidade.
Joseph M. Juran	Tentou introduzir nas organizações que as especificações repassadas devem ser atendidas, mostrando que essa seria a visão tradicional da qualidade, bem como estava preocupado com as atividades administrativas e da qualidade, buscando motivação, participação e melhoria da qualidade.
Kaoru Ishikawa	Foi o criador dos círculos da qualidade e do diagrama de causa e efeito, destacando o papel do consumidor interno e externo, além do mais era comprometido para o desenvolvimento da administração.
Ginichi Taguchi	Foi o precursor da academia japonesa da qualidade, e estava preocupado com a qualidade da engenharia, sendo que para ele o conceito de qualidade está relacionado com as perdas dos produtos/serviços desde o momento em que ele é criado. Taguchi aborda o conceito de qualidade desde o design, reconhecendo o mesmo como um assunto de qualidade.
Phillip B. Crosby	É conhecido por desenvolver os custos da qualidade, mostrando que qualidade é obter conformidade as exigências, obtendo padrões de desempenho com zero defeitos.

Fonte: Adaptado pela autora de Slack, (2008).

Assim os gurus da qualidade foram os precursores do processo de obtenção da qualidade no dia a dia das organizações, onde é necessário continuamente obter um processo de melhoria continua, bem como é um dos principais fatores da qualidade. Segundo Robles Jr. e Bonelli (2008), a gestão da qualidade nas industrias prioriza o processo produtivo, no qual são direcionados aos clientes, definindo o que cada atividade pode contribuir para que haja processos em conformidade, onde os desperdícios são minimizados.



### 3.3 Desperdícios da produção

Os desperdícios da produção estão ligados ao processo de transformação da matéria prima e envolvem a ligação dos postos de trabalho do parque fabril. No panorama atual, as empresas que querem interagir ao mundo competitivo, precisam obter processos que reduzam, ou sejam isentos de perdas. Sendo assim, é considerado um processo desafiador, pois requer planejamento, treinamento e controle do que se realiza, identificando o que agrega ou não agrega valor, visando aumentar o tempo de agregação para garantir a redução de desperdício que as empresas atualmente precisam para serem inseridas no aspecto competitivo, buscando cada vez mais qualidade e eficiência no que produz e distribui.

O Sistema Toyota de Produção tem por objetivo eliminar os desperdícios no processo produtivo, aumentando a produtividade e utilização. Segundo Ohno (1988), desperdício é todo processo que não agrega valor e eleva o custo de fabricação, ou seja, erros de planejamento, operação e venda que acabam gerando desgaste na produção e impactando na lucratividade das organizações.

Existem vários desperdícios que envolvem as atividades industriais no dia a dia, que através do mapeamento do processo podem ser identificados. Contudo, a Toyota identificou atividades que não possuem valor agregado, onde as mesmas envolvem processos industriais. Segundo Liker (2007), foram identificados sete desperdícios principais:

- Superprodução: Produção de itens a mais do que foi solicitado pelo cliente, ou seja, produzir itens em excesso ou mais cedo. Realizando a produção mais cedo ou em maior quantidade, geram-se desperdícios de custos em armazenagem e transporte.
- Espera (tempo à disposição): Seria a espera pela próxima atividade do processo, ou ainda, por falta de matéria prima para processamento e gargalos na capacidade produtiva.
- Transporte ou transferência: Movimentação de materiais ou processos de um local para outro de forma desnecessária, tanto para dar continuidade na transformação ou para realizar a estocagem.
- Superprocessamento ou processamento em excesso: Realização de atividades desnecessárias para o processamento de materiais pode ocorrer

devido à má qualidade do ferramental ou esquematização do projeto do produto, no qual se acarreta na produção de itens defeituosos. Muitas vezes o processamento em excesso é realizado para preencher o tempo.

- Excesso de estoque: É gerado pelo excesso de matéria prima, produtos acabados ou estoques em processo, ocasionando maiores *lead times*, podendo gerar maiores custos, peças danificadas, atrasos e desequilíbrio produtivo.
- Deslocamentos desnecessários: Movimentos que os colaboradores realizam durante o período de trabalho que não agregam valor, ou seja, buscar ferramentas, empilhar, transportar ou encontrar peças.
- Defeitos: Fabricação ou retrabalho de peças defeituosas, realizar a produção para substituição e inspeção do processo significam desperdícios de tempo, esforço e manuseio.
- Não utilização da criatividade dos funcionários: Perda de ideias, tempo e habilidades, exposição de melhoria e aprendizagem por não ouvir os colaboradores.

Segundo Magge (2007), os desperdícios são difíceis de serem eliminados nas empresas, visto que para isso, os funcionários devem estar dispostos a aderirem mudanças, tendo ciência que o que realizam precisa ser adequado ou totalmente substituído. Contudo, existem medidas para eliminar os desperdícios:

- Superprodução: É necessário diminuir a velocidade de produção, realizando a fabricação do que é necessário, ou encomendado pelo cliente.
- Espera: Tempos ociosos não devem existir, contudo, se existirem, deve ser eliminado, utilizando o tempo de forma produtiva.
- Excesso de transporte: O transporte desnecessário deve ser suprimido tanto de peças ou de materiais de um posto de trabalho a outro.
- Excesso de processos: As ações que não agregam valor devem ser reduzidas, apenas devem-se possuir ações que enriqueçam o que será entregue ao cliente.
- Excesso de estoque: Deve-se ter em mãos o que será demandado pelo cliente e evita ter materiais em estoques.

- **Movimentação desnecessária:** Diminua a movimentação de equipamentos e pessoas, assim reduzirá o tempo de não agregação de valor ao produto entregue ao cliente.
- **Defeitos e correções:** Os defeitos devem ser identificados no seu ponto de partida, evitando que as anomalias passem para a próxima atividade.

Contudo, com a eliminação dos desperdícios da produção o processo de melhoria continua é firmado e executado constantemente nas organizações, que segundo Bessant *et al* (1994), a melhoria continua é um processo amplo, e é um processo constituído de inúmeras atividades, que em conjunto, modificam o que é necessário e aumentam a competitividade da empresa, por meio de pequenas atitudes obtém-se ciclos de mudança.

### **3.4 Método de análise e solução de problemas**

O Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) é uma metodologia bem elaborada para solucionar problemas provenientes dos processos das organizações, organizando os dados e fatos para que possam ser implantadas as decisões cabíveis de melhoria em cada uma de suas etapas de trabalho. Conforme Alvarez (2003), o método é uma afirmativa em que "o homem não pensa a menos que tenha um problema para resolver".

O MASP é um método utilizado para solucionar problemáticas diversas, proporcionando a implementação de ações corretivas e preventivas, que conforme Ishikawa (1993) é a forma de identificar problemas e propor ações para a melhoria continua possibilitando obter soluções que sejam específicas e cabíveis sendo o método é estruturado a partir do ciclo PDCA, abordando as não conformidades que ocorrem no processo. É um método considerado simples, que envolve a tomada de decisão juntamente com a utilização das ferramentas da qualidade, propiciando a análise das causas que geram a não conformidade no processo, buscando eliminá-las, obtendo, assim, a melhoria da qualidade do que é fabricado obtendo a resolução do problema.

A metodologia tem como base a melhoria de resultados de uma empresa, na qual a participação de todos é fundamental para que se obtenha um resultado desejável. Segundo Campos (1992), o método de análise e solução de problemas é

chamado pelos japoneses de “QC STORY”, pois se assemelha no que é realizado no controle de qualidade, e é fundamental para que se obtenha controle sobre a qualidade, obtendo assim maior desempenho gerencial e análise do processo.

Segundo Campos (2004) apud Feitosa *et al* (2013), o método MASP é utilizado para identificar as causas fundamentais da problematização e consiste em 8 disciplinas (8D):

1. **Identificação do problema:** Definir de forma clara o problema, mostrando a importância de os mesmos serem solucionados, estabelecendo critérios que identifique qual é a frequência do problema e como ocorre. A análise de Pareto deve ser utilizada para priorizar os temas e estabelecer metas, buscando identificar resultados indesejados.
2. **Observação:** Seria a coleta de dados, buscando a averiguação das características do problema, no local onde ocorre obtendo informações e entendendo o processo e suas características.
3. **Análise:** Estratificar os dados para delimitar as causas fundamentais (causa raiz) do problema. Deve-se buscar envolver as pessoas que exercem as atividades, utilizando a ferramenta *brainstorming* e o diagrama de causa e efeito.
4. **Plano de Ação:** Programar e colocar em prática as soluções para o problema, elaborando um plano de ação a fim de eliminar as causas fundamentais identificadas, podendo ainda, definir metas e controles para monitoramento dos resultados alcançados.
5. **Ação:** Bloquear as causas potenciais de geração do problema, devendo existir a participação de todo pessoal envolvido, demonstrando claramente as tarefas.
6. **Verificação:** Auditar a eficácia do plano de ação que foi executado, para que a problemática não volte a ocorrer, se forem obtidos resultados negativos, os passos devem ser implantados novamente. Contudo, deve-se avaliar os resultados, realizando a comparação dos dados antes e depois da aplicação do plano de ação.
7. **Padronização:** Adotar como padrão as ações eficazes presentes no plano de ação, eliminando que a causa do problema volte a ocorrer. Pode-se formular procedimentos de trabalho de sejam associados ao processo para que ocorra a padronização e o problema possa ser impedido de ocorrer, realiza-se nesse

momento, também, treinamentos operacionais através da documentação elaborada.

8. **Conclusão:** Avalia-se a aplicação do método utilizado, verificando o que pode ser aperfeiçoado.

As empresas no mundo atual devem adquirir métodos para resolução de problemas, para que haja controle e evite que a problemática volte a ocorrer causando danos aos produtos e também à imagem da empresa perante o mercado em que atua. Segundo Rios (2003), o MASP é uma ferramenta que se diferencia das demais ferramentas, é um método que aborda uma sequência lógica para aplicação. A Figura 01 demonstra as 8 disciplinas (8D) juntamente com o ciclo PDCA.

Figura 01 - Passos do Método de Análise e Solução de Problemas

PDCA	FLUXO	ETAPA	OBJETIVO
<b>P</b>	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vistas.
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	4	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
<b>D</b>	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais.
<b>C</b>	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	?	(Bloqueio foi efetivo?)	
<b>A</b>	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

Fonte:Campos, (1992).

Segundo Campos (1992), a melhoria dos processos parte da descoberta de problemas que acontecem no dia a dia das organizações, pode-se perceber que o MASP auxilia na análise e solução dos problemas para posteriormente realizar as melhorias no processo. Sendo que a melhoria da qualidade é uma atividade rotineira em todos os setores produtivos onde devem ser avaliados e melhorados continuamente.

É importante ressaltar que o processo a ser melhorado deve ser analisado, verificando o que ocorre na rotina diária, para que possa se buscar a melhoria. Na empresa onde se realizou o estudo, o MASP obteve relevância para o processo de melhoria, assim as etapas da metodologia puderam ser aplicadas e desenvolvidas para que as tratativas pudessem ser aplicadas no processo produtivo.

O método de análise e solução de problemas é um método utilizado para tratar e solucionar problemas, juntamente com a utilização de ferramentas da qualidade que auxiliam na identificação e coleta de dados dos resultados indesejados de um determinado item que se obtém controle.

### **3.5 Ferramentas da qualidade**

As ferramentas da qualidade são utilizadas para análise e para a busca de resolução de problemas, buscando avaliar o desempenho e a melhoria da qualidade. Segundo Meireles (2001) as ferramentas da qualidade são essenciais para a gestão das empresas, buscando auxiliar na minimização ou resolução de problemas. As sete ferramentas mais utilizadas são:

1. Folhas de Verificação;
2. Diagrama de Pareto;
3. Estratificação;
4. Diagrama de Causa e Efeito;
5. Histograma;
6. Diagrama de Dispersão;
7. Cartas de Controle.

Contudo, precisa-se avaliar onde é necessário utiliza-las, para que o processo possa ser avaliado e para que ocorra o controle e a melhoria contínua. Além das ferramentas já listadas, também pode ser usada a matriz de priorização (GUT), o *brainstorming*, o fluxograma, os cinco por quês e o plano de ação (5W2H) para que o processo seja analisado e as decisões aplicáveis possam ser tomadas.

## **4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Neste capítulo, serão abordados os métodos para desenvolvimento deste trabalho, também será exposto o tipo de pesquisa utilizada para obtenção dos dados, tendo como base a empresa estudada. Conforme Gil (2008), o termo método pode ser definido como o caminho para se chegar a algum objetivo.

Contudo a pesquisa é abordada por estudiosos de diferentes formas, sendo que cada autor explana o conceito da forma semelhante, mas também com algumas contradições. Para Marconi e Lakatos (2008), a pesquisa é a verificação de circunstâncias, com o objetivo de averiguação, encontrando as respostas para o que foi abordado e proposto.

### **4.1 A pesquisa**

A pesquisa para Gil (2008), é um processo formal para desenvolvimento do método científico, obtendo respostas para as problemáticas abordadas. Bem como obtém relevante importância em determinar o tipo de pesquisa que podem ser utilizadas durante o processo de obtenção de dados, análises e posteriores discussões.

Para o desenvolvimento de um trabalho é essencial a descoberta de respostas para os assuntos que obtém abrangência no tema abordado. Para Marconi e Lakatos (2008), a pesquisa é utilizada para homologar os dados escritos e conhecidos, onde a mesma deve obter base em alguma teoria firmada, sendo o processo inicial para investigação de um problema. Bem como para a elaboração deste trabalho, utilizou-se o tipo de pesquisa para levantamento de dados, os quais serão abordados durante a realização do trabalho. Como metodologias de pesquisa, para este estudo de caso foram utilizadas as pesquisas quantitativa, qualitativa, abordando a pesquisa descritiva.

#### **4.1.1 Tipos de pesquisa**

A pesquisa pode ser classificada de diversas maneiras, sendo que cada uma delas possui objetivos de aplicação específicos, podendo também ser agrupadas para poder realizar estudos distintos. Gil (2008) cita Duverger (1962) o qual aborda uma

distinção entre os níveis de pesquisa, sendo que os principais são: exploratória, descritiva, experimentais, quantitativas e qualitativas. Desse modo as formas de pesquisas utilizadas para este estudo estão descritas nos itens a seguir.

#### 4.1.1.1 Pesquisa Descritiva

A pesquisa descritiva é direcionada a análise de aspectos que envolvem o registro, a descrição, a análise e a interpretação dos fenômenos, para que os fatos ocorram em perfeitas condições.

Segundo Marconi e Lakatos (2008), os estudos descrevem o que a situação está abordando, e o que foi realizado em um determinado tempo. A pesquisa não é meramente a coleta e tabulação dos dados, mas também requer elementos de análise e interpretação.

Assim realiza-se a documentação dos dados, analisando-os de forma sequencial, utilizando algumas ferramentas da qualidade para aplicabilidade da Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP). Algumas ferramentas principais como *brainstorming*, gráfico de Pareto, “5 porquês” e diagrama de causa e efeito foram utilizadas para documentar os dados. Bem como realizou a verificação de quais causas estavam acarretando a perda excessiva de painéis fundidas, assim que constatado os principais defeitos aplica-se a metodologia MASP propondo ações para minimizar os problemas.

#### 4.1.1.2 Pesquisa Qualitativa

A pesquisa qualitativa preocupa-se em verificar e analisar aspectos de forma mais profunda, analisando o comportamento humano. Segundo Marconi e Lakatos (2008), afirmam que o método qualitativo aborda informações numéricas, através de amostras amplas, as quais posteriormente serão analisadas. Podemos considerar que esse tipo de pesquisa verifica o aspecto numérico, mas também as características do que é abordado, envolvendo aspecto organizacional de cada produto e da sociedade.

Para esse tipo de pesquisa, os dados são coletados através de verificações e observações, abordando os problemas que envolvem a perda excessiva de materiais,



assim como o estudo realizado visa reduzir o desperdício de painéis em alumínio fundido por meio da identificação das maiores causas geradoras.

#### 4.1.1.3 Pesquisa Quantitativa

A pesquisa quantitativa aborda as informações numéricas que resultam de investigações sendo que, segundo Marconi e Lakatos (2008), representa os resultados obtidos através de ferramentas estatísticas para melhor demonstração.

As anomalias identificadas serão evidenciadas através da ocorrência, tendo como objetivo verificar a quantidade e em qual processo está ocorrendo a geração do problema. Assim para buscar melhor visualização o gráfico de Pareto é utilizado, tendo como base que 80% dos defeitos ocorrem em 20% das causas.

#### 4.1.1.4 Estudo de Caso

O estudo de caso ou método monográfico é uma metodologia para buscar melhoria no senso crítico dos indivíduos, buscando pessoas mais argumentativas no ambiente onde ocorre um determinado problema. Segundo Miguel (2012), o estudo de caso é baseado em análises qualitativas, complementando a coleta de dados, para compor o que já possui de existente nas bibliografias atuais. Também é a análise minuciosa de objetos, obtendo uma interação entre o que está sendo pesquisado com o pesquisador.

O estudo voltou-se em propor a empresa estudada a redução de desperdícios causados em painéis em alumínio fundido, para que ocorra um aumento no rendimento na quantidade fabricada para posterior entrega aos clientes, visando assim maior aproveitamento e padronização no que é realizado. Yin (2005), relata que o estudo de caso como estratégia de pesquisa, contribui para obter maior conhecimento dos fenômenos estudados, buscando investigação, preservando todas as características reais do estudo.

Segundo Marconi e Lakatos (2008), o estudo de caso se baseia em um levantamento de dados, através de informações e análises, utilizando diferentes técnicas para melhor visualização de como e o que está ocorrendo. Também visa entender como os problemas são identificados, sugerindo melhorias para que erros não voltem a ocorrer.

Para este estudo, buscou-se realizar a verificação das causas de geração das problemáticas, identificando as anomalias, de forma a diminuir o desperdício de materiais.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP) aplicada ao problema em estudo, foi abordada para a análise dos dados extraídos do processo de uma indústria metalúrgica da região, visando à verificação de quais são as principais causas geradoras de perdas em painéis de alumínio fundido, assim, cada etapa aplicada será demonstrada.

### **5.1 Apresentação da empresa**

A empresa estudada começou suas atividades no ano 1991, na cidade de Francisco Beltrão, estado do Paraná, onde produzia utensílios domésticos em alumínio em pequenas quantidades.

A empresa está situada a mais de 25 anos no sudoeste do Paraná e realiza a fabricação de utensílios estampados, repuxados e fundidos, obtendo o material através do processo de fundição, adicionando outros metais para a composição química da liga que está sendo fabricada, e adquirindo discos e chapas em alumínios de fornecedores da região.

A empresa realiza a fabricação de uma diversidade de utensílios domésticos, fabricando painéis, caçarolas, frigideiras, bules, chaleiras, ferveedores, dentre outros, distribuindo para os diversos clientes que a mesma possui. Contudo, através de pesquisas de mercado busca inovar seus produtos, obtendo a opinião do cliente, para maior diversificação, melhoria no design e alavancar o mercado em que sua marca ocupa.

A fabricação dos utensílios em alumínio é realizada a fim de atender as expectativas dos clientes, as normativas e as portarias do Inmetro, no qual as mesmas são respeitadas, buscando a conformidade com o que foi certificado.

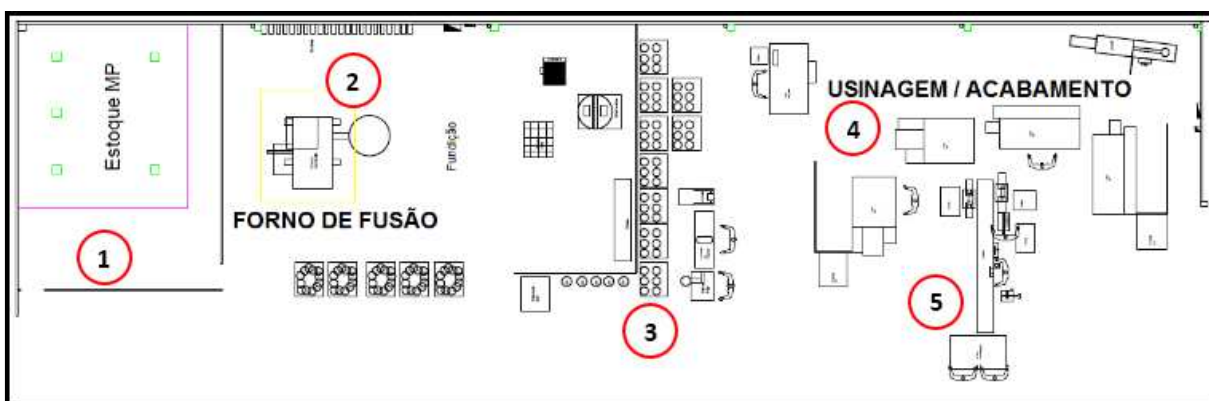
### **5.2 O processo de produção**

A fabricação de painéis de alumínio se inicia pelo recebimento de matérias-primas, depois por sua fundição, moldagem, acabamento e embalagem. Cada uma dessas etapas será descrita abaixo.

### 5.2.1 Layout geral da produção

Abaixo está a figura 02 referente ao layout geral do processo de produção de painéis em alumínio fundido.

Figura 02 – Layout da produção.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Conforme pode ser observado no layout da figura 02 a matéria-prima fica estocada na área identificada como (1). Depois essa matéria-prima é adicionada ao forno de fusão movido a óleo e após o metal líquido já estar composto esse é destinado ao cadinho para retirada de impurezas. Posteriormente ocorre o derramamento do metal fundido nas coquilhas, localizado na área (2). Após a solidificação o resfriamento das peças é realizado, localizado na área identificada como (3). Assim que as peças estiverem resfriadas, ocorrerá a usinagem interna e externa, dando brilho a painéis, localizado na área (4), utilizando-se centros de usinagem. Assim, na área (5) o acabamento das peças é realizado, com fixação de acessórios, limpeza e embalagem, para posterior envio aos clientes.

Figura 03 – Exemplo de Cadinho



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Figura 04 – Exemplo de coquilhas



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Figura 05 – Exemplo de torno de usinagem



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Os processos de fabricação são sequenciais, e a fabricação segue as necessidades expostas nos cronogramas de produção elaborados pelo Planejamento e Controle de Produção.

A seguir as etapas de produção estão mais detalhadas.

### 5.2.2 Matéria-Prima

Conforme o layout de produção mostrado na Figura 02, o processo se inicia pelo recebimento de matérias-primas, sendo realizada a aquisição de sucatas de alumínio, titânio e silício, para a composição da liga metálica conforme mostra a figura 06.

Figura 06 - Exemplo de sucata de alumínio.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A aquisição de matéria-prima é realizada de fornecedores homologados, o recebimento desses materiais é realizado mensalmente, sendo que os critérios para análise do recebimento é a verificação da composição química do material.

A matéria-prima influencia na qualidade das painéis que serão fabricadas, pois são os elementos essenciais para a composição da liga metálica, sendo que a presença de elementos químicos não permitidos influencia na certificação, e na venda da utilidade ao consumidor.

### 5.2.3 Forno de Fusão

O forno de fusão onde é composto o metal líquido deve ser aquecido a 740°C, posteriormente os componentes de liga devem ser adicionados, conforme mostra a figura 07.

Figura 07 – Exemplo de forno de fusão de alumínio a óleo.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

O controle de temperatura do forno é realizado manualmente pelo operador utilizando o medidor de temperatura do próprio forno. Existe uma faixa de temperatura de operação do forno, porque se ele estiver abaixo do valor mínimo pode ocorrer a falta de homogeneidade no derretimento do metal, se estive acima, o problema é a ocorrência de faixas de temperatura durante a solidificação. Assim, o operador deve verificar a temperatura a cada 30 minutos de trabalho para que se necessário, o ajuste possa ser realizado.

A temperatura do forno é verificada através do controlador de temperatura do próprio forno de fusão, sendo que ele não possui uma calibração específica, somente a verificação deve ser realizada com o uso de um termopar. O funcionário responsável pelo controle e verificação é treinado e informado sobre quais quer alterações que se

refiram a esse processo. Quando necessário o ajuste de temperatura, o mesmo é realizado no controlador do equipamento.

Esse forno possui aquecimento a óleo, sendo controlado e abastecido manualmente pelo colaborador responsável pela atividade. O óleo utilizado para a queima no forno (combustível) é adicionado de forma manual, onde a adição deve seguir o nível de óleo desejado. Quando necessária a reposição do combustível, o líder de produção realiza o abastecimento, sendo que a falta de óleo acarreta na interrupção imediata do funcionamento do forno.

Assim que os materiais estiverem totalmente derretidos o escorificante deverá ser adicionado ao metal líquido dentro do forno, para que todas as impurezas (sujeiras) indesejadas sejam removidas, sendo que as impurezas ficarão na parte superior e o metal líquido ficará na parte inferior. A figura 08, ilustra a remoção de impurezas após a adição do escorificante.

Figura 08 – Remoção de impurezas.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Após a retirada da escória, o metal deve estar em uma temperatura de 740°C, assim o metal deve ser transferido ao cadinho. A figura 09, demonstra a transferência do metal do forno de fusão para o cadinho.

Figura 09 – Transferência do metal líquido.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Após a transferência, a adição de matéria-prima ao forno de fusão deve continuar para que o processo possa ser realizado novamente.

#### 5.2.4 Moldagem

Os moldes de painéis fundidos são feitos de areia verde e a sua preparação é realizada com a utilização de moldes em metal que ficam armazenados no setor por tamanho de painéis.

Acontece a preparação da areia, para que ela fique compacta e não desmorone no processo de derramamento e solidificação. Assim que o bolo de areia é formado, ele deve ser colocado na parte interna da coquilha para que possa ser solidificando. A coquilha também é utilizada como molde para o processo de fundição de painéis em alumínio, sendo que ela pode ser utilizada inúmeras vezes.

A preparação da coquilha é realizada a partir do processo de lixamento do molde para retirada de impurezas e posteriormente o revestimento com tinta desmoldante, para que no processo de retirada da panela ela não fique presa e possa ser removida.

A limpeza do canal e dos respiros também se faz importante, pois é o que irá orientar a solidificação e onde os gases presentes no processo irão ser eliminados. Em paralelo as demais atividades, as coquilhas devem ser aquecidas para posteriormente iniciar o processo de derramamento do metal líquido.



O metal líquido deve ser transferido ao cadinho assim que atingir a temperatura especificada de 740°C. O processo de desgaseificação deve ocorrer utilizando gás Nitrogênio ou Argônio deixando de 3 a 5 minutos em um período de tempo de 45 a 45 minutos. O processo de desgaseificação possui a finalidade de retirar as partículas e gases que possam interferir no processo de fusão do metal líquido e posteriormente na solidificação.

A preparação da areia para formação do bolo é realizada seguindo uma instrução de trabalho definida como padrão, conforme o procedimento determinado para essa atividade. Assim o bolo de areia pode ser formado para posterior derramamento do metal líquido.

O metal líquido deve ser adicionado ao canal da coquilha, com auxílio de um copo específico com a quantidade para cada tamanho de panela. O derramamento deve ser constante sem interrupções e sem oscilações bruscas de velocidade. Sempre que sobrar metal líquido no copo, é necessário que seja devolvido ao cadinho, mas não de forma brusca e distante, solte próximo do metal líquido para evitar que gases sejam gerados.

Após o derramamento o operador deve visualizar a solidificação do metal pelo canal, quando iniciar a secagem no copo, ele deve ser retirado e a coquilha deve ser erguida para o desmolde do bojo fundido. Nesse momento o colaborador que está realizando a retirada dos produtos, verifica se haverá produtos não conformes, e os separa no local identificado como não conforme. Após o resfriamento das peças, elas devem ser encaminhadas para acabamento, realizando os processos de usinagens internas e externas.

A programação dos tornos CNC é realizada conforme os tamanhos das panelas em relação à remoção de materiais para acabamento dos bojos. Cada tamanho de bojo possui o seu programa no equipamento, já pré-estabelecido, então o operador deve selecionar o programa e realizar a troca do nylon que serve como suporte para o bojo fundido.

A primeira usinagem é realizada na parte interna dos bojos e é removida uma quantidade de material que proporciona o acabamento nas peças. É necessário realizar a conferencia das medidas conforme consta na ordem de produção. Após a usinagem interna, o operador responsável deve avaliar se a peça possui defeitos, se for identificada, a peça deve ser destinada a área de Produtos Não Conformes.

Assim que as peças forem usinadas internamente a parte externa dos bojos também deve ser usinada, onde é removida uma quantidade de material proporcionando o acabamento nas peças. É necessário realizar a conferência das medidas conforme consta na ordem de produção, realizando as medições de altura, diâmetro e capacidade volumétrica. Após a usinagem externa, o operador responsável deve avaliar se a peça possui defeitos, se for identificada, a peça deve ser destinada a área de Produtos Não Conformes.

Após a usinagem das duas faces, a panela deve ser testada para verificar possíveis vazamentos. Deve-se adicionar ao utensílio água ou álcool, deixando por alguns minutos e posteriormente realizar a análise de vazamento ou não. As peças que possuem a anomalia, devem ser destinadas a área de produto não conforme e posteriormente a sucata. As peças isentas de defeitos devem ser acondicionadas no palete de peças conformes.

### **5.3 APLICAÇÃO DO MASP**

A seguir será apresentada a aplicação do MASP para os problemas de perdas de produção de painéis de alumínio fundido da empresa do estudo de caso.

O MASP foi desenvolvido em 8 etapas, conforme segue na continuação desse capítulo.

#### **5.3.1 Primeira Etapa: Identificação do problema.**

A empresa realiza a fabricação de painéis em alumínio fundido e nos últimos meses esse seguimento de produtos apresentou índices elevados de desperdícios, gerando perda de lucratividade, insatisfação de clientes e por parte da diretoria. Em análise de dados históricos, gerou-se a necessidade de verificar quais são as principais causas geradoras desse desperdício buscando firmar ações para obter um maior aproveitamento de materiais.

Através do preenchimento das ordens de produção, diários de bordo e análise de indicadores, pode-se perceber um elevado índice de desperdício durante os meses analisados, ficando muito acima da meta imposta pela diretoria, que é de 8%.

As ordens de produção que devem ser preenchidas pelos colaboradores são os documentos que orientam o processo de fabricação dos produtos, descrevendo o

lote de produção, a quantidade de peças que devem ser produzidas, as especificações do produto (dimensões) e as etapas em que o produto deve passar até a sua finalização.

Os diários de bordo, visam a coleta de dados para o monitoramento da produtividade e a utilização dos setores produtivos, envolvendo dados de quantidade de peças produzidas, perdas em cada ordem de produção e tempo de produção.

A figura 10 ilustra as peças segregadas por defeitos encontrados durante o processo de fabricação, onde elas são analisadas pelo inspetor de qualidade e são destinadas a sucata para posterior processo de fundição novamente.

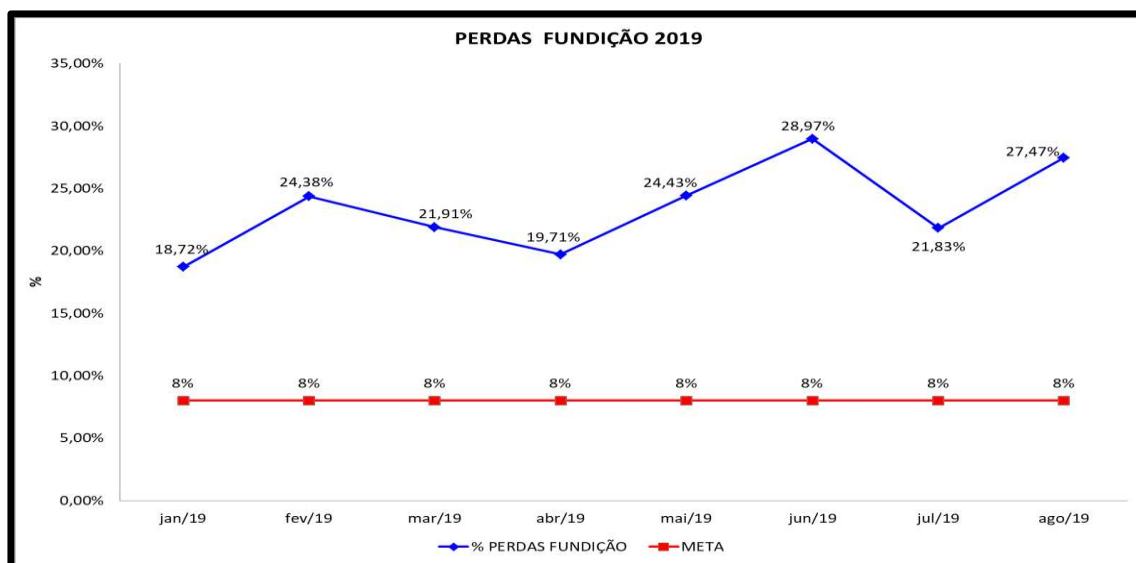
Figura 10 – Peças com defeito segregadas.



**Fonte:** Elaborado pela autora (2019).

Para avaliação das anomalias, considerou-se as ordens de produção durante a fundição e acabamento de painéis por defeitos, assim a análise do problema se dá de forma quantitativa e qualitativa para obtenção dos dados com auxílio das ferramentas da qualidade. O gráfico 01 demonstra o índice de desperdício registrado de janeiro a agosto de 2019, independentemente do tipo de defeito e do tipo de painel.

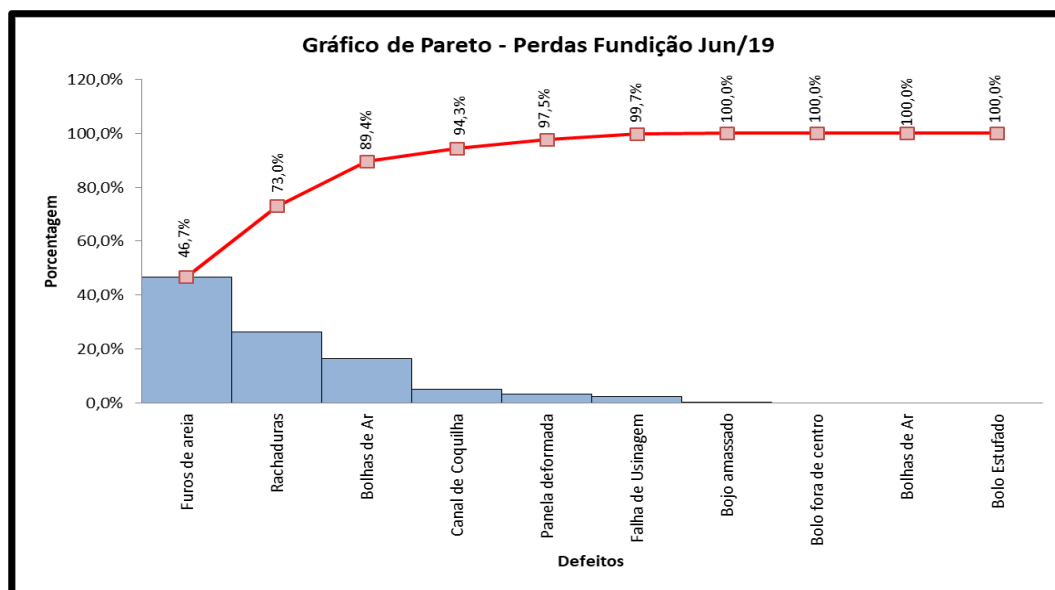
Gráfico 01 – Índice de perdas de painéis em alumínio fundido.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Ao realizar a estratificação da quantidade de perdas mensais, verificou-se que os defeitos que mais geraram perdas de materiais foram rachaduras, furos de areia, bolhas de ar, bolo fora de centro, canal de coquilha, falta de material, os quais representam a maior quantidade de peças descartadas após o processo de fundição e usinagem. Após estratificação dos dados utilizou-se do gráfico de Pareto, firmado por Vilfredo Pareto, para verificação em que 80% dos defeitos ocorrem em 20% das causas. O gráfico 02 mostra a quantidade de perdas de painéis por defeito.

Gráfico 02 – Porcentagem de perdas de painéis por defeitos.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

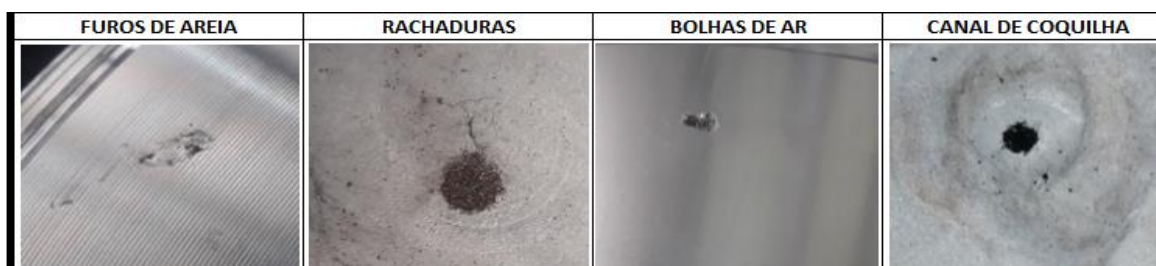
Através da análise do gráfico de Pareto, foi possível realizar a identificação dos principais defeitos que estão acarretando o desperdício de placas em alumínio, sendo que os defeitos são identificados no momento da fundição e usinagem, mantendo as peças que estão em perfeito estado e segregando as peças defeituosas.

Os quatro principais defeitos são caracterizados da seguinte maneira:

- Furos de areia: são pequenos orifícios presentes no material durante a solidificação.
- Rachaduras: são pequenas vincas que abrem o material ao solidificar.
- Bolhas de ar: são bolhas conforme a nomenclatura já diz, onde permanecem gases durante a solidificação.
- Canal de coquilha: canal retirado antes do metal estar solidificado.

A figura 11, ilustra exemplos os principais defeitos geradores de perdas de placas fundidas.

Figura 11 – Principais defeitos.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Assim, com a identificação dos principais defeitos, podemos seguir com as demais etapas da metodologia.

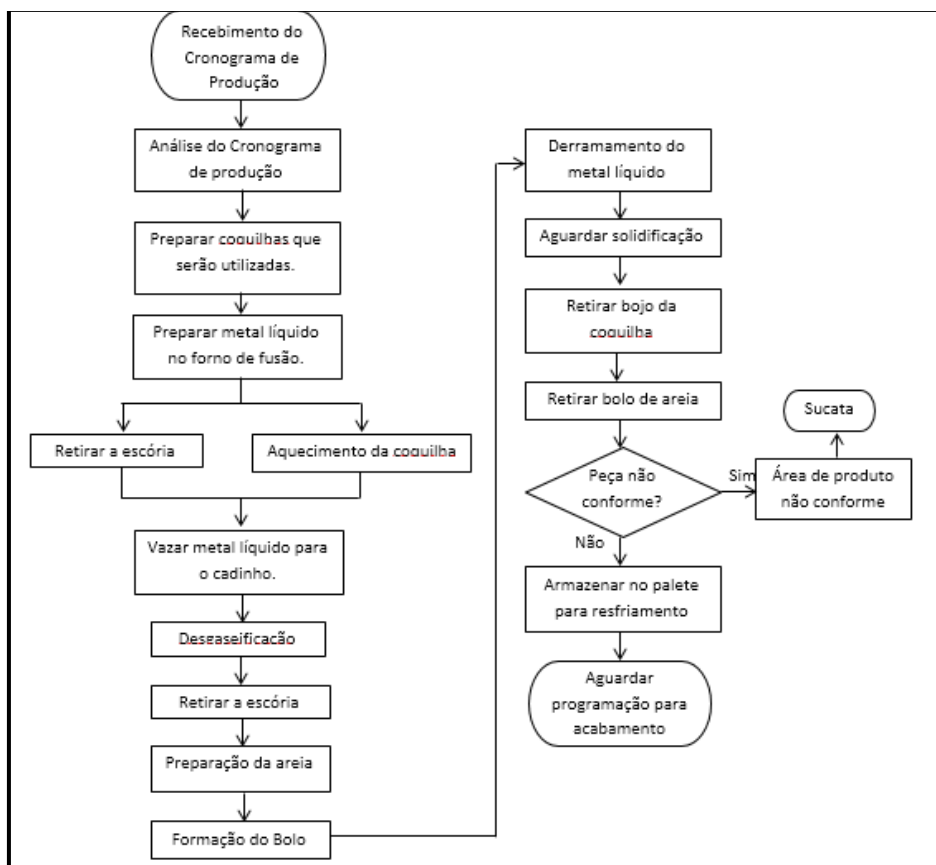
### 5.3.2 Segunda Etapa: Observação.

Como segunda etapa do (MASP), deve-se realizar a descoberta e investigação das características geradoras das perdas excessivas de peças fundidas. Contudo, realizou-se a coleta de dados, observação do processo e monitoramento de dados anotados nos diários de bordo e ordens de produção, buscando verificar quais são as causas dos desperdícios.

Como primeira etapa, realizamos o acompanhamento da fundição das painéis, verificando se durante o processo possui variáveis que possam acarretar os defeitos mencionados na etapa 01.

O processo de fundição de painéis acontece através da preparação do alumínio líquido, e posteriormente o derramamento com auxílio de um copo apropriado e com a medida específica para cada tamanho de painel. Abaixo está exposto o fluxograma do processo de fabricação.

**Figura 12** – Fluxograma do processo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

O fluxograma exposto apresenta as etapas para fabricação das placas fundidas, até chegar no processo de acabamento.

A matéria-prima adquirida para fundição não possui um processo de inspeção, dificultando o controle de qualidade visando a análise de conformidade.

Os defeitos no bojo de placa fundido podem ser identificados no momento da retirada da peça para resfriamento, mas alguns defeitos apenas aparecem somente no momento da usinagem do Torno CNC.

### 5.3.3 Terceira Etapa: Análise.

Como terceira etapa da metodologia, a verificação da problemática deve ser realizada, juntamente com todos os envolvidos no processo de fabricação e acabamento de peças, verificando quais são as principais causas raízes dos problemas. Para isso, obtemos auxílio da ferramenta *brainstorming*, que auxilia na verificação das causas prováveis para geração dos defeitos, assim os colaboradores

responsáveis pelos processos fizeram parte da equipe para realização da tempestade de ideias.

Cada colaborador, de forma organizada listou as possíveis causas e o quadro 02 retrata as causas levantadas para ocorrência de perdas de painéis fundidos:

Quadro 02 – *Brainstorming* com colaboradores.

<b>Causas expostas no <i>Brainstorming</i></b>
Processo de preparação da areia;
Excesso de tinta na coquilha;
Falta de tinta na coquilha;
Sujeira na areia;
Falta de limpeza nas coquilhas (lixamento);
Falta de desgaseificação;
Respiros das coquilhas entupidos;
Umidade da areia;
Socagem do bolo de areia;
Temperatura do metal líquido não controlada;
Aquecimento das coquilhas;
Vazamento do metal líquido para as coquilhas;
Ângulo lateral das coquilhas;
Retirada do copo do canal antes da total solidificação;
Bater os bojos assim que são retirados das coquilhas ainda estando quentes;
Ineficiência da retirada de escória do forno de fusão e cadinho, deixando sujeira no metal;
Temperatura ambiente.

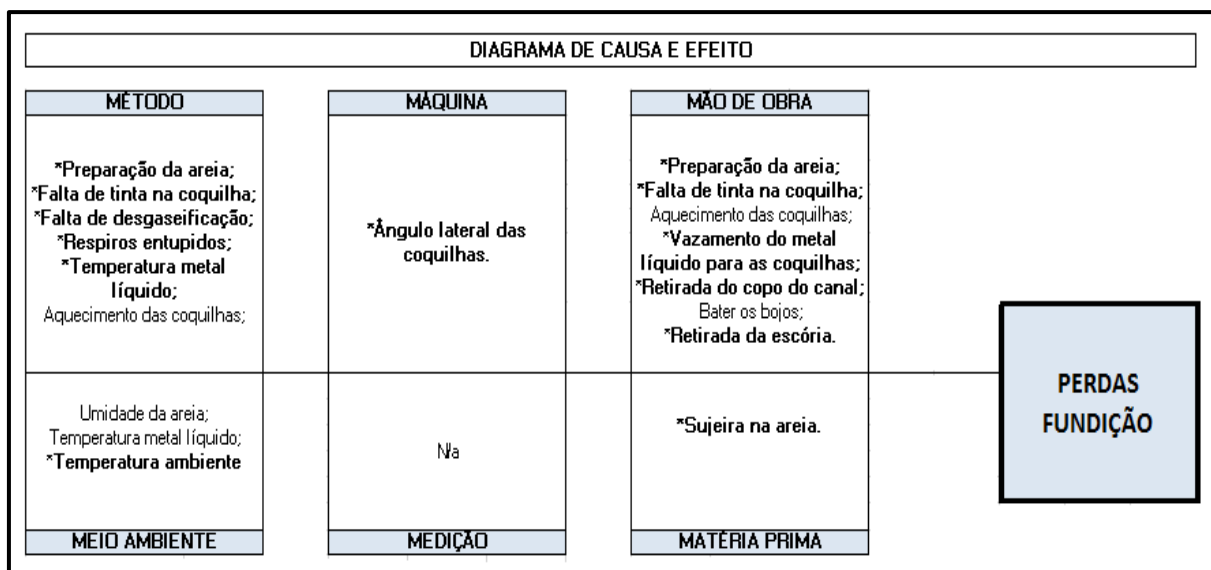
Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Segundo Rodrigues (2006) a ferramenta *brainstorming* para ser aplicada necessita do envolvimento de várias pessoas, para que ocorra a participação das pessoas que realmente realizam a atividade analisada diariamente, buscando constante melhoria. A ferramenta foi aplicada tendo a participação de dose pessoas do processo de fundição e acabamento.

Após a realização do *brainstorming*, uma análise mais detalhada das causas geradoras do problema foi realizada, utilizando a ferramenta de Diagrama de Causa e Efeito e Cinco Porquês para obter análise das principais causas geradoras da problemática.



Figura 13 – Diagrama de causa e efeito.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Com a utilização do diagrama de causa e efeito, as possíveis causas levantadas no *brainstorming* puderam ser enquadradas nos 6M's, podendo verificar em qual área as principais problemáticas se enquadram.

Com a ferramenta de Cinco Porquês, a partir da priorização das causas, foi possível investigar de forma mais detalhada as causas principais.

Figura 14 – Cinco Porquês

ANÁLISE 5 POR QUÊS		
1	POR QUÊ?	Interfere na formação do bolo
	POR QUÊ?	A umidade da areia e a liga são essenciais para se formar o bolo
	POR QUÊ?	Por que o metal líquido pode arrastar os grãos e danificar o material
	POR QUÊ?	A areia é a principal causa geradora de furos nas peças
2	POR QUÊ?	Dificuldade no processo de desmoldar o bojo
	POR QUÊ?	Fator operacional, pintura realizada de forma manual
3	POR QUÊ?	Presença de bolhas de ar no metal líquido
	POR QUÊ?	Falta de gás nitrogênio ou argônio para realizar o processo
4	POR QUÊ?	Estava estragada a haste de degaseificação
	POR QUÊ?	Falta de manutenção no equipamento
5	POR QUÊ?	Não permite que os gases sejam expulsados para fora da coquilha
	POR QUÊ?	Os respiros encontravam-se entupidos com o alumínio líquido
	POR QUÊ?	O orifício para dos respiros possuem diâmetro menor que o necessário
6	POR QUÊ?	Interfere na solidificação do metal
	POR QUÊ?	Temperatura elevada ajuda na redução da umidade do bolo de areia
	POR QUÊ?	Se a temperatura estiver baixa irá ocorrer depressão nas peças
	POR QUÊ?	A temperatura do forno de fusão e do cadinho não possui uma padronização.
7	POR QUÊ?	Interfere no derramamento do metal
	POR QUÊ?	Pode gerar pontos de tensão se estiver muito fechado
	POR QUÊ?	Não havia o conhecimento técnico sobre a informação.
8	POR QUÊ?	O derramamento interfere na fluidez e solidificação
	POR QUÊ?	O processo é realizado com oscilação
	POR QUÊ?	O processo é manual
	POR QUÊ?	O colaborador realiza o derramamento horas rápido, horas de vagar
9	POR QUÊ?	Interfere na formação do fundo da panela
	POR QUÊ?	Se removido com o metal em estado líquido irá deixar um furo na peça
	POR QUÊ?	O processo é manual e depende da percepção do colaborador
	POR QUÊ?	Não há uma automatização do processo.
10	POR QUÊ?	Não há uma adição correta do escorificante
	POR QUÊ?	O escorificante ajuda na separação de sujeiras do metal líquido
	POR QUÊ?	O metal líquido não pode possuir resíduos para a solidificação
	POR QUÊ?	A adição do escorificante não possui quantidade pré determinada
11	POR QUÊ?	Dias frios o metal solidifica muito rápido
	POR QUÊ?	Dias quentes o bolo de areia perde umidade
	POR QUÊ?	Não possui um sistema de controle de temperatura ambiente
12	POR QUÊ?	O processo de fundição gera resíduos de metal e sujeiras do ambiente
	POR QUÊ?	Os resíduos não são removidos e não há uma divisão do setor com o restante da fábrica
	POR QUÊ?	Não há um processo de remoção de sujeiras da areia para posterior utilização.

Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Assim que identificada as principais causas raízes a quarta e quinta etapa da metodologia pode ser desenvolvida.

#### 5.3.4 Quarta e Quinta Etapas: Plano de Ação / Ação.

A elaboração do plano de ação só pode ser realizada após a análise detalhada das principais causas geradoras da problemática, para que ações mitigadoras fossem propostas a empresa. Ações foram desenvolvidas a fim de minimizar as principais causas, porém algumas não puderam ser realizadas pois dependem exclusivamente

da análise e aceite da direção para realização. As ações foram propostas visando minimizar e solucionar as principais causas identificadas como geradoras de desperdícios de painéis fundidos, desenvolvendo treinamentos operacionais, correções nos moldes, aquisição de equipamentos, inspeções constantes para um acompanhamento eficaz, buscando a padronização do processo. O plano de ação foi elaborado e exposto aos responsáveis pelo processo.

## Quadro 3 – Plano de ação

ETAPA 4 e 5- AÇÃO E EXECUÇÃO DA AÇÃO									
Assunto:		Padronização do processo para redução de perdas							
Participantes:		Jéssica, Heverton, Edimar, Rodrigo, Elvis, Francieli e Direção							
Setor:		Fundição							
O QUE?	POR QUÊ?	QUEM?	ONDE?	QUANDO?		COMO?	QUANTO?	OBSERVAÇÕES	
1	Padronização do processo de mistura da areia.	Jéssica	Setor de Fundição	DATA PLANEJADA:	16/09/2019	Observar o processo, avaliar as quantidades adicionadas e documentar o processo em forma de instrução de trabalho.	Não há custo	CONCLUÍDO	
				DATA REALIZADO:	12/09/2019				
2	Treinamento dos colaboradores envolvidos no processo de mistura da areia.	Rodrigo	Sala de treinamentos	DATA PLANEJADA:	25/09/2019	Treinamento verbal com os envolvidos	Não há custo	CONCLUÍDO	
				DATA REALIZADO:	25/09/2019				
3	Inclusão de manutenção preventiva da haste de desgaseificação.	Heverton	Controle de Qualidade	DATA PLANEJADA:	25/09/2019	Inclusão no plano de manutenção preventiva	Não há custo	CONCLUÍDO	
				DATA REALIZADO:	25/09/2019				
4	Alteração dos respiros das coquilhas modificando a saída de ar.	Edimar	Manutenção	DATA PLANEJADA:	30/09/2019	Utilizado uma barra sextavada e feito rosca.	R\$ 200,00	CONCLUÍDO	
				DATA REALIZADO:	30/09/2019				
5	Alteração do ângulo dos canais da coquilha	Edimar	Manutenção	DATA PLANEJADA:	02/10/2019	Realizada a alteração do ângulo para 5mm	Não há custo	CONCLUÍDO	
				DATA REALIZADO:	01/10/2019				
6	Alterada da forma de desgaseificação	Francieli	Manutenção	DATA PLANEJADA:	01/10/2019	A desgaseificação deve ser feita de 45 em 45 minutos deixando aproximadamente 10min.	Não há custo	CONCLUÍDO	
				DATA REALIZADO:	01/10/2019				
7	Grade nova para a remoção de areia	Elvis	Manutenção	DATA PLANEJADA:	15/10/2019	Utilizado barras de ferro e confeccionada a grade.	R\$ 100	CONCLUÍDO	
				DATA REALIZADO:	11/10/2019				
8	Redução do peso dos socadores dos moldes de areia	Edimar	Manutenção	DATA PLANEJADA:	15/10/2019	Usinagem e corte das cabos	Não há custo	CONCLUÍDO	
				DATA REALIZADO:	11/10/2019				
9	Confeção de mesa para poder realizar o processo de moldagem mais fácil	Elvis	Manutenção	DATA PLANEJADA:	10/10/2019	Confeccionada a mesa com o reaproveitamento de madeiras de prossuia na fábrica	Não há custo	CONCLUÍDO	
				DATA REALIZADO:	07/10/2019				
10	Confeção de uma peneira para remoção de sujeira presente na areia	Direção	Direção	DATA PLANEJADA:	Não há data	Ação em análise		Ação em análise	
				DATA REALIZADO:					

ETAPA 4 e 5- AÇÃO E EXECUÇÃO DA AÇÃO								
Assunto:		Padronização do processo para redução de perdas						
Participantes:		Jéssica, Heverton, Edimar, Rodrigo, Elvis, Francieli e Direção						
Setor:		Fundição						
O QUE?	POR QUÊ?	QUEM?	ONDE?	QUANDO?		COMO?	QUANTO?	OBSERVAÇÕES
11	Adequação da temperatura do metal líquido	É necessário a padronização do processo	Heverton	Fundição	DATA PLANEJADA:	12/12/2019	Coleta de dados da temperatura do forno de fusão, cadinho e solidificação.	
					DATA REALIZADO:			
12	Adequação do processo de vazamento do metal líquido para as coquilhas	Precisa-se automatizar o processo e eliminar o manual	Direção	Direção	DATA PLANEJADA:	Não há data	Buscar automatização do processo buscando informações	Ação em análise
					DATA REALIZADO:			
13	Retirada do copo do canal para remoção do bolo	Precisa-se automatizar o processo e eliminar o manual	Direção	Direção	DATA PLANEJADA:	Não há data	Buscar automatização do processo buscando informações	Ação em análise
					DATA REALIZADO:			
14	Padronização da adição de coveral para remoção da borra	Para que a quantidade necessária seja adquirida	Jéssica	Fundição	DATA PLANEJADA:	15/10/2019	Inclusão na instrução de trabalho para a adição do Coveral	Não há custo
					DATA REALIZADO:	14/10/2019		
15	Treinamento dos colaboradores envolvidos no processo	Para que a informação seja disseminada	Rodrigo	Sala de treinamentos	DATA PLANEJADA:	15/10/2019	Treinamento verbal com os envolvidos	Não há custo
					DATA REALIZADO:	15/10/2019		
16	Controlador de temperatura	Para determinar a temperatura ideal a ser utilizada para a refusão	Direção	Direção	DATA PLANEJADA:	Não há data		
					DATA REALIZADO:			
17	Avaliação do entendimento sobre as perdas do processo	Para verificar se a classificação dos defeitos está sendo realizada corretamente	Jéssica	Fundição e Acabamento	DATA PLANEJADA:	14/10/2019	Conversa com os colaboradores responsáveis pelo processo de destinação de peças não conformes	Não há custo
					DATA REALIZADO:	14/10/2019		
18	treinamento dos colaboradores envolvidos no processo sobre os defeitos dos materiais	Para demonstrar a classificação	Jéssica	Fundição e Acabamento	DATA PLANEJADA:	22/10/2019	Fotografar as peças com problemas e documentar em forma de Instrução	
					DATA REALIZADO:	18/10/2019		
19	Verificação das anotações sobre a destinação das perdas e defeitos	Para verificar a veracidade das informações.	Heverton	Fundição e Acabamento	DATA PLANEJADA:	12/12/2019	Verificar as Ordens de Produção	
					DATA REALIZADO:			
20	Contratação de profissional capacitado, com conhecimento e experiência em processos de fundição de painéis.	Para obter mão de obra qualificada que desenvolva o processo e realize os ajustes necessários.	Direção	Direção	DATA PLANEJADA:	Não há data	Abrir vaga para realizar recrutamento de pessoal qualificado.	
					DATA REALIZADO:			

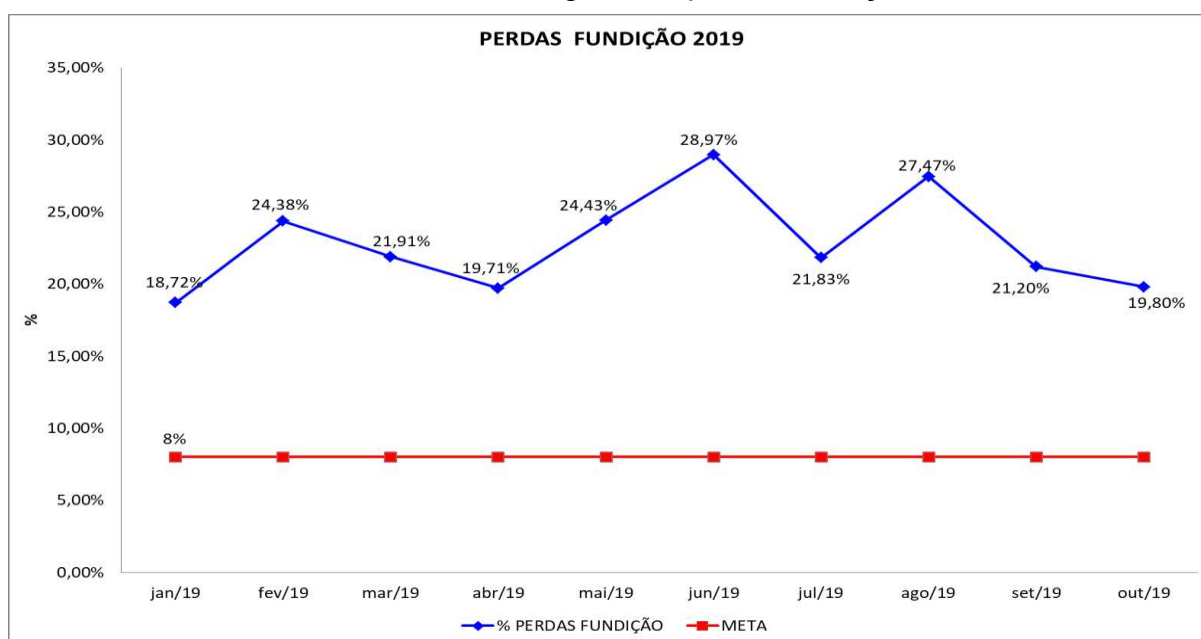
Fonte: Elaborado pela autora (2019).

### 5.3.5 Sexta Etapa: Verificação

A sexta etapa da metodologia, visa verificar se as ações foram eficazes e se os índices melhoraram com o que foi pré-determinado. Assim, com a análise do indicador de perdas pode-se perceber que o índice está reduzindo, sendo que não sabe-se se é uma variação normal do processo por ser um curto período de tempo para realização da análise dos resultados, mas deve ser acompanhado por um período de tempo maior para validar as reduções e se as ações desenvolvidas foram eficazes.

Contudo, nem todas as ações sugeridas foram desenvolvidas, pois dependem de análise de investimento em tecnologia e desenvolvimento de processos sob responsabilidade da direção. O gráfico 03 demonstra o índice após o desenvolvimento do método.

Gráfico 03 – Índice geral de perdas fundição.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Com a redução do percentual de perdas, a metodologia pode ser ainda mais desenvolvida, buscando a padronização das atividades e apresentando a direção o quão importante se faz necessário o desenvolvimento do processo para que o mesmo fique estável e não apresente altos índices de desperdício.

### 5.3.6 Sétima Etapa: Padronização.

A padronização é utilizada para documentar e disseminar o procedimento operacional determinado para o desempenho das atividades. As instruções de trabalho foram desenvolvidas e repassadas aos colaboradores, onde os mesmos foram devidamente treinados para que as atividades pré-determinadas sejam realizadas conforme o que foi definido e documentado.

Os processos devem ser monitorados e auditados, verificando a conformidade com o padrão firmado, sendo que, caso sejam identificadas não conformidades o processo deverá ser corrigido e a frequência de monitoramento deverá ser maior.

### 5.3.7 Oitava Etapa: Conclusão.

O MASP, visa identificar processos que necessitam de melhoria para obter maior qualidade com menos desperdício. Com a aplicação do método pode-se perceber evidentemente a análise e a verificação dos principais defeitos e suas principais causas, afim de propor ações para que o índice de desperdício pudesse ser reduzido. Assim, os colaboradores se demonstraram comprometidos em realizar as atividades padronizadas, buscando criticidade na análise dos defeitos e alcançando a redução do índice de desperdícios.

A ferramenta busca a padronização, e a disseminação de conceitos importantes para o desenvolvimento do processo analisado, com isso as ações desenvolvidas e em desenvolvimento buscam a redução do índice de desperdício do setor de fundição de painéis em alumínio.

## 6 CONCLUSÃO

Esse estudo se baseou na utilização do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP), utilizando algumas ferramentas da qualidade para a análise dos desperdícios da produção de painéis fundidos. O primeiro objetivo específico, aborda a identificação das principais perdas do processo, sendo evidenciado que o índice no mês de agosto estava em 27,4%, tendo como principais anomalias furos de areia, rachaduras, bolhas de ar, canal de coquilha, painel deformado, falha na usinagem e bojo amassado, apresentando um índice elevado de desperdício.

O segundo e o terceiro objetivo buscou elencar as perdas especiais mais significativas utilizando as ferramentas da qualidade para a análise, assim pode-se dar sequência nas demais etapas do MASP e levantar as quatro principais causas geradoras do desperdício que são furos de areia, rachaduras, bolhas de ar e canal de coquilha,

O quarto e o quinto objetivo, confeccionamos um plano de ação, o qual foi desenvolvido em partes, pois algumas ações não puderam ser desenvolvidas por análise de investimento da direção, mas a padronização das atividades principais pode ser aplicada e disseminada aos colaboradores da empresa. Assim, pode-se perceber uma redução do índice de desperdício em relação ao produzido nos meses de agosto a outubro, onde foi o período de tempo de desenvolvimento do método.

No entanto, foram concluídas as oito etapas da metodologia, a partir do envolvimento de toda a equipe de trabalho do setor, demonstrando aos mesmos a importância da aplicabilidade de ferramentas para que desenvolvam a melhoria nos processos, podendo ser cada vez mais utilizadas no chão de fábrica.

Propõe-se para futuros trabalhos, que verifiquem o desenvolvimento de todo o plano de ação proposto e para que haja uma avaliação mais criteriosa sobre a redução do índice e sobre a avaliação do processo de inspeção e controle de qualidade das painéis fundidos. Também deve-se verificar através de auditorias no processo se as ações implementadas foram eficazes para que a melhoria permaneça. Propõe-se também, a utilização de estudos semelhantes para os demais setores da empresa.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, R. R. **Desenvolvimento de uma análise comparativa de métodos de identificação, análise e solução de problemas**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado em Engenharia, 2003.

BESSANT, J.; CAFFYN, S.; GILBERT, J.; HARDING, R.; WEBB, S. **Rediscovering continuous improvement**. *Technovation*, v. 14, n. 1, 1994.

CAMPOS, V. F. **Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês)**. Belo Horizonte: DG Editors, 1992.

FEITOSA et al. **Aplicação do método de análise e solução de problemas (masp) para redução do índice de retorno de mercadoria de uma fábrica de embutidos**. In: XXXIII Encontro nacional de engenharia de produção, 2013, Salvador (BA).

GIL, A. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008.

ISHIKAMA, K. **Controle da Qualidade Total: à maneira Japonesa**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

LIKER, J. K.; MAIER D. **O Modelo Toyota: Manual de aplicação**. São Paulo: Bookman, 2007.

MAGEE, D. **O Segredo da Toyota: lições de liderança da maior fabricante de automóveis do mundo**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MEIRELES, M. **Ferramentas Administrativas para identificar, observar e analisar problemas**. São Paulo: Arte e Ciência, 2001.

MIGUEL, P. **Metodologia de pesquisa para engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

NETTO, A.; TAVARES, W. **Introdução à Engenharia de Produção**. Florianópolis: Visual Books, 2006.

OHNO, T. **O sistema toyota de produção: Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1988.

RIOS, M. **Aplicação da metodologia para análise e solução de problemas (MASP) para melhoria da eficiência de um serviço de transporte público intermunicipal**. Tese de Mestrado, USP. São Carlos, 2003.

ROBLES JR, A.; BONELLI, V. **Gestão da Qualidade e do Meio Ambiente: Enfoque econômico, financeiro e patrimonial**. São Paulo: Atlas, 2008.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2008.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2005.