

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Metodologia para Análise e Solução de Problema MASP: Um
Estudo de Caso em uma Indústria Metal Mecânica**

Guilherme Bueno Mendes

TCC-EP-49320-2014

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Metodologia para Análise e Solução de Problema MASP: Um
Estudo de Caso em uma Indústria Metal Mecânica**

Guilherme Bueno Mendes

TCC-EP-49320-2014

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador (a): *Prof^a*. Msc . Syntia Lemos Cotrim

**Maringá - Paraná
2014**

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado primeiramente a Deus por proporcionar saúde e disposição para que fosse realizado. Aos meus pais pelo apoio recebido nos estudos, e pela paciência e compreensão de minha amada esposa.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual de Maringá e ao Departamento de Engenharia de Produção por possibilitar minha formação.

A empresa de implementos rodoviários que possibilitou a conclusão do estágio e apoiou a presente pesquisa, para que fosse realizada durante a jornada de trabalho.

A minha orientadora Prof. Msc Syntia Lemos Cotrim pela sabedoria e dedicação ao longo deste trabalho.

Ao Prof. Msc. Daily por aceitar participar da banca e contribuir com a pesquisa.

Aos professores do Departamento de Engenharia de Produção por transmitir conhecimento e experiências.

Ao meu pai José Mendes Garcia por incentivar e proporcionar condições para que eu pudesse continuar os estudos.

A minha mãe Vanda Bueno Garcia pelos cuidados e carinho dedicados.

Ao meu irmão Leonardo e minha irmã Lorena pelo apoio.

Ao meu cunhado “Panda” Marcio Marcolino.

A minha esposa Mena Marcolino Mendes pela compreensão na minha ausência, por estar ao meu lado nas dificuldades, pelo incentivo a superar todos os desafios com amor e persistência.

Aos meus colegas do curso de Engenharia de Produção (camisa 10) que estiveram juntos nesta caminhada. Tadeu, Ângelo, Teta, Marcos, Soneca, etc.

RESUMO

Atualmente devido à crescente concorrência entre as indústrias de implementos rodoviários existe a necessidade eminente de busca por diferenciais competitivos e também reduzir ou eliminar os retrabalhos. A gestão de melhorias de processos é de grande importância na em empresas que apresentam elevado retrabalho e requerem desenvolvimento no sistema produtivo. A presente pesquisa teve como objetivo a aplicação do Método de Análise e Soluções de Problemas, MASP, em uma empresa de implementos rodoviários, para garantir a qualidade do produto, aperfeiçoar e estabilizar o processo de fabricação dos reservatórios de ar e reduzir o número de retrabalhos, onde foi realizada análises e identificada a necessidade de interferência no processo. Assim foram investigadas as causas que agem sobre tal situação, mediante a aplicação do MASP, para buscar a resolução do problema e garantir ao estudo estruturação adequada para atacar efetivamente as causas. Consequentemente alguns pontos foram evidenciados, tornando possível a criação de um plano de ação sobre as causas do problema e atingir a meta de reduzir o retrabalho. Os desvios encontrados se resumem em problemas na solda por consequência de falta padronização no processo e por problemas em dispositivos que auxiliam a soldagem e montagem do componente. Obteve-se como resultado uma redução de retrabalhos em reservatório de ar em 71%.

Palavras-chave: MASP. Melhorias. Plano de Ação.

ABSTRACT

Currently due to increased competition among the industries of road equipment there is imminent need to search for competitive advantages and also reduce or eliminate rework . The management of process improvements is of great importance for the companies that have high rework and require development in the production system . This research aimed at applying the Method of Analysis and Solutions , MASP , in a company of road equipment to ensure product quality , enhance and stabilize the manufacturing process of the air reservoirs and reduce rework where analysis was performed and identified the need to interfere in the process. Thus we investigated the causes that act on this situation by applying the MASP , to seek resolution of the problem and ensure the proper structuring study to effectively address the causes . Consequently some points were highlighted , making it possible to create an action plan on the causes of the problem and achieve the goal of reducing rework . The deviations found are summarized in trouble soldering consequently lack the standardization process and problems on devices that assist the welding and assembly of the component . Obtained as a result of a reduction in rework air reservoir in 71% .

Keywords: MASP. Improvements. Plan of Action.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1 JUSTIFICATIVA	9
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	10
1.3 OBJETIVOS.....	10
1.3.1 <i>Objetivo Geral</i>	10
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	10
1.3.3 <i>Organização do Trabalho</i>	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (MASP)	12
2.1.1 <i>Detalhamento das 8 Fases do MASP</i>	13
2.2 FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE PROBLEMAS.....	20
2.2.1 <i>5W1H</i>	21
2.2.2 <i>Folha de Verificação</i>	21
2.2.3 <i>Diagrama de Pareto</i>	23
3. METODOLOGIA	24
4. ESTUDO DE CASO	25
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	25
4.2 O SETOR DE PRÉ-MONTAGEM	27
4.3 A CÉLULA DE PRODUÇÃO	29
4.4. APLICAÇÃO DO MÉTODO MASP	29
4.4.1 <i>Etapa de Identificação do Problema</i>	29
4.4.2 <i>Etapa de Observação</i>	30
4.4.3 <i>Etapa de Análise</i>	39
4.4.4 <i>Etapa do Plano de Ação</i>	40
4.4.5 <i>Etapa de Execução</i>	42
4.5 ETAPA DE CONCLUSÃO.....	45
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
5.1 DIFICULDADES E LIMITAÇÕES.....	47
5.2 ATIVIDADES FUTURAS	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: O MASP DE CAMPOS. FONTE: FALCONI (1992)	13
FIGURA 2: FASE 1 – IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA. FONTE: FALCONI (1992)	14
FIGURA 3: FASE 2 – OBSERVAÇÃO. FONTE: FALCONI (1992)	15
FIGURA 4: FASE 3 – ANÁLISE. FONTE: FALCONI (1992).....	16
FIGURA 5: FASE 4 – PLANO DE AÇÃO. FONTE: FALCONI (1992).....	17
FIGURA 6: FASE 5 – EXECUÇÃO. FONTE: FALCONI (1992)	17
FIGURA 7: FASE 6 – VERIFICAÇÃO FONTE: FALCONI (1992)	18
FIGURA 8: FASE 7 – PADRONIZAÇÃO FONTE: FALCONI (1992)	19
FIGURA 9: FASE 8 – CONCLUSÃO FONTE: FALCONI (1992)	20
FIGURA 10: MODELO DE TABELA 5W1H. FONTE: O AUTOR	21
FIGURA 11: MODELO DE FOLHA DE VERIFICAÇÃO. FONTE: O AUTOR.	22
FIGURA 12: DIAGRAMA DE PARETO. FONTE: KOESO.COM.BR (2014).....	23
FIGURA 13: ORGANOGRAMA GERAL DA EMPRESA. FONTE: EMPRESA (2014)	26
FIGURA 14: FLUXOGRAMA MAPA DE PROCESSOS PRÉ-MONTAGEM. FONTE: EMPRESA (2014)	27
FIGURA 15: FLUXOGRAMA MAPA DE PROCESSOS PRÉ-MONTAGEM. FONTE: EMPRESA (2014)	28
FIGURA 16: GRÁFICO COM A PRODUÇÃO E RETRABALHO NOS RESERVATÓRIOS DE AR.	30
FIGURA 17: LEVANTAMENTO DAS MEDIDAS DA PEÇA PLANIFICADA.	31
FIGURA 18: ATIVIDADES POSTO DE TRABALHO 1 - MONTAGEM.	32
FIGURA 19: ATIVIDADES POSTO DE TRABALHO 2 – SOLDA. FONTE: O AUTOR	33
FIGURA 20: FOLHA DE VERIFICAÇÃO. FONTE: O AUTOR	34
FIGURA 21: GRÁFICO DE PARETO – PROBLEMAS ENCONTRADOS. FONTE: O AUTOR	35
FIGURA 22: GRÁFICO DE PARETO – PROBLEMAS ENCONTRADOS NA CALOTA. FONTE: O AUTOR.....	36
FIGURA 23: GRÁFICO DE PARETO COM OS DESMEMBRAMENTOS DOS PROBLEMAS. FONTE: O AUTOR	36
FIGURA 24: GRÁFICO DE PARETO COM OS DESMEMBRAMENTOS DOS PROBLEMAS. FONTE: O AUTOR	37
FIGURA 25: GRÁFICO DE PARETO COM OS DESMEMBRAMENTOS DOS PROBLEMAS. FONTE: O AUTOR	38
FIGURA 26: GRÁFICO DE PARETO PARA ESTRATIFICAÇÃO OS PROBLEMAS. FONTE: O AUTOR.....	39
FIGURA 27: FLUXOGRAMA DESMEMBRAMENTO DOS PROBLEMAS. FONTE: O AUTOR.	40
FIGURA 28: PLANO DE AÇÕES (5W1H) FONTE: O AUTOR.	41
FIGURA 29: DISPOSITIVO DE SOLDA AJUSTADO. FONTE: O AUTOR.	42
FIGURA 30: DISPOSITIVO DE SOLDA AJUSTADO. FONTE: O AUTOR.	43
FIGURA 31: COMPARATIVO ANTES E DEPOIS DO PLANO DE AÇÃO. FONTE: O AUTOR.	44
FIGURA 32: PADRÃO ESTABELECIDO. FONTE: O AUTOR.	44
FIGURA 33: PADRÃO CONTROLE DA TOCHA. FONTE: O AUTOR.	45
FIGURA 34: RESULTADOS. FONTE: O AUTOR.	46
FIGURA 35: RESULTADO FINAL. FONTE: O AUTOR.	46

1. INTRODUÇÃO

Para uma empresa ser competitiva deve sempre ter a maior produtividade entre todas as suas concorrentes. E é basicamente esta competitividade que garante a sobrevivência delas (CAMPOS, 2004). São vários os obstáculos para que se possa alcançar a produtividade dentro dos processos e operações, o que não é desejável. Principalmente no concorrido mercado de implementos rodoviários.

É essencial que toda organização procure se destacar no mercado consumidor, para isso é de grande importância que os produtos sejam de qualidade. Almejando que os clientes fiquem satisfeitos é necessário que a organização sempre procure a melhoria contínua em sua produção, buscando melhorar a qualidade, eliminar desperdícios e reduzir os custos, assim ser mais competitivo.

Toda produção, executada na fábrica deve ser entendida como uma rede funcional de processos e operações. Os processos transformam matérias primas em produtos, já as operações são as ações que executam essas transformações. Esses conceitos fundamentais e sua relação devem ser entendidos para alcançar melhorias efetivas na produção (SHINGO, 1996).

Dentro deste contexto, esse trabalho buscou analisar os problemas que tem influenciado em perdas em uma célula de produção no setor de Pré-Montagem de uma empresa metal mecânica na região de Maringá-PR. Para tanto aplicou-se a Metodologia para Análise e Solução de Problema (MASP), para realizar um levantamento dos problemas e priorizá-los a fim de realizar um plano de ação para aumentar a qualidade, diminuição de falhas de equipamentos e mão- de- obra, reduzindo o retrabalho.

1.1 Justificativa

O presente projeto tratará a necessidade por parte de uma indústria metal mecânica em otimizar e estabilizar os processos de fabricação dos reservatórios de ar para diminuir retrabalhos e aumentar a sua produtividade e a qualidade frente à demanda esperada pelo mercado e pelas reclamações referente aos problemas informados pelo setor de pós venda.

O aumento da produtividade de uma organização deve agregar o máximo de valor, ou seja, o máximo da satisfação das necessidades dos clientes ao menor custo (CAMPOS, 2004).

Foi percebido que, para que as empresas possam obter o sucesso esperado, necessitam se adaptar ao mercado e a seus clientes, oferecendo-lhes o produto ou serviço com a qualidade exigida. Essa qualidade pode ser planejada, executada e controlada por métodos de gestão da qualidade. Um dos mais comuns e eficazes é o gerenciamento com base na Metodologia para Análise e Solução de Problema (MASP).

Portanto, vista a importância da utilização do MASP para garantia da qualidade na indústria e, sua possível aplicação em qualquer setor, o tema mostrou-se importante e muito condizente ao estudo acadêmico.

1.2 Definição e Delimitação do Problema

A pesquisa será elaborada em uma empresa com ramo de atividade metal mecânica no setor de Engenharia de Processos na cidade de Sarandi-PR, que tem como mercado consumidor o Brasil e alguns países da América do Sul.

Foi identificada no setor de pré-montagem a necessidade de se ajustar parâmetros, de estabelecer procedimentos de trabalho e de estabilizar o processo de produção na célula onde são produzidos os reservatórios de ar.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo foi avaliar a utilização da Metodologia para Análise e Solução de Problema (MASP), para garantir a qualidade de um produto, aperfeiçoar e estabilizar os processos de fabricação dos reservatórios de ar e reduzir retrabalhos.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos atingidos são:

- Levantar o referencial teórico pertinente ao tema da pesquisa;
- Realizar a coleta de dados da célula;
- Mapear os problemas e suas possíveis causas raízes na célula de trabalho que será estudada;

- Propor e aplicar alternativas que buscam a solução dos problemas utilizando o MASP.

1.3.3 Organização do Trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. O Capítulo 1 contempla uma breve introdução do trabalho, seguindo da justificativa para sua realização, delimitação do problema, objetivos e a metodologia utilizada.

O Capítulo 2 traz toda a fundamentação teórica necessária para o desenvolvimento do estudo, colocando em evidência a revisão de literatura.

No Capítulo 3 trata da metodologia da pesquisa que é um estudo de caso realizado em uma empresa Metal Mecânica e dos procedimentos e técnicas adotadas na pesquisa.

A aplicação do MASP ocorre no Capítulo 4, onde o problema é estudado, com o auxílio deste método, e as análises são evidenciadas a cada etapa.

Por fim, o trabalho encerra com o Capítulo 5, onde são apresentadas as considerações finais, destacando as dificuldades e limitações e trabalhos futuros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A trajetória das indústrias de implementos rodoviários deu início com o desenvolvimento do País, a partir dos anos 50 com a migração das pessoas que moravam no interior para as áreas urbanas e da circulação de mercadorias tanto para o litoral quanto para exportação. Assim surgiu um problema, como adequar os caminhões as necessidades do mercado, ou seja, adequar os caminhões de cargas existentes para a nova realidade e aumentar a capacidade de carga a ser transportada (ANFIR, 2009).

Desta forma serão abordados os seguintes assuntos na revisão de literatura: o método de análise de solução de problemas (MASP), que se trata de uma ferramenta aplicada para atingir um objetivo de melhoria; o planejamento da qualidade que busca estabelecer metas de qualidade; o controle de processos que consiste em comparar o que foi executado com o planejado; controle estatístico da qualidade visando o monitoramento do processo.

2.1 Método de Análise e Solução de Problemas (MASP)

Como é conhecido no Brasil, o Método de Análise e Solução de Problemas, MASP, foi desenvolvido a partir do método *QC-Story* que, foi um detalhamento e desdobramento do ciclo PDCA. Foi Vicente Falconi Campos, que inseriu uma descrição do método em sua obra TQC – Controle da Qualidade Total no Estilo Japonês, denomina o método de MSP - Método de Solução de Problemas. A introdução do *QC-Story* na literatura feita por Campos (2004) apresenta apenas como um componente do Controle da Qualidade Total, um movimento de proporções muito mais amplas. Este método se popularizou como MASP - Método de Análise e Solução de Problemas.

O MASP é uma ferramenta aplicada de forma sistemática contra uma situação que não esta satisfatória ou para atingir um objetivo de melhoria estabelecido. Estas situações são identificadas, eliminadas ou melhoradas, através de etapas pré-determinadas (ARIOLI, 1998). A construção do MASP como método de destinado a resolução de problemas dentro das empresas passou pela idealização de um conceito, o ciclo PDCA, para incorporar um conjunto de ideias inter-relacionada que envolve a tomada de decisões, a formulação e comprovação de hipóteses, o objetivação da análise dos fenômenos, dentre outros, o que lhe confere um caráter sistêmico. O ciclo PDCA opera reconhecendo que oportunidade de melhorias em um

processo, são determinadas pela diferença entre necessidade do cliente e o desempenho do processo.

O MASP, também denominado como ciclo PDCA de melhorias, consiste em uma sequência de procedimentos, baseada em fatos e dados, que procura levantar a causa fundamental de um problema para combatê-lo e eliminá-lo (WERKEMA, 1995).

Segundo Ferreira (2010), este método, para ser implantado, deve seguir algumas etapas, são elas: identificação do problema, observação, análise, planejamento da ação, ação, verificação, padronização e conclusão, conforme Figura 1.

PDCA	FLUXO-GRAMA	FASE	OBJETIVO
P	①	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	②	OBSERVAÇÃO	Desdobrar o problema maior em problemas menores.
	③	ANÁLISE	Descobrir as causas fundamentais de cada problema menor.
	④	PLANO DE AÇÃO	Conceber um plano de ação para cada problema menor para bloquear as causas fundamentais.
D	⑤	EXECUÇÃO	Bloquear as causas fundamentais.
C	⑥	VERIFICAÇÃO	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	⑦	(BLOQUEIO FOI EFETIVO?)	
A	⑧	PADRONIZAÇÃO	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	⑨	CONCLUSÃO	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalhos futuros.

Figura 1: O MASP de Campos. Fonte: Falconi (1992)

2.1.1 Detalhamento das 8 Fases do MASP

2.1.1.1 Fase 1 – Identificação do problema

A primeira fase é de identificação do problema, que se realizada de maneira objetiva e criteriosa pode encurtar o tempo necessário para alcançar os resultados. Os passos da fase 1 estão representadas na Figura 2.

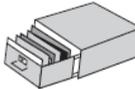
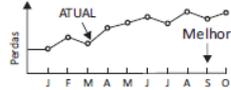
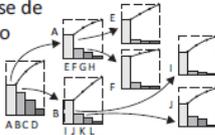
Fase 1 - Identificação do Problema			
Fluxo	Tarefa	Ferramentas Empregadas	Observações
1	Escolha do problema	Diretrizes gerais da área de trabalho (qualidade, entrega, custo, moral, segurança).	Um problema é o resultado indesejável de um trabalho (esteja certo de que o problema escolhido é o mais importante baseado em fatos e dados). Por exemplo: perda de produção por parada de equipamento, pagamentos em atraso, percentagem de peças defeituosas, etc.
2	Histórico do problema	- Gráficos - Fotografias  Utilize sempre dados históricos	- Qual a frequência do problema? - Como ocorre?
3	Mostrar perdas atuais e ganhos viáveis		- O que se está perdendo? - O que é possível ganhar?
4	Fazer Análise de Pareto	Análise de Pareto 	- A Análise de Pareto permite priorizar temas e estabelecer metas numéricas viáveis. Subtemas podem também ser estabelecidos, se necessário. Nota: Não se procuram causas aqui. Só resultados indesejáveis. As causas serão procuradas no Processo 3.
5	Nomear responsáveis	Nomear	- Nomear a pessoa responsável ou nomear o grupo responsável e o líder. - Propor uma data limite para ter o problema resolvido.

Figura 2: Fase 1 – Identificação do Problema. Fonte: Falconi (1992)

2.1.1.2 Fase 2 – Observação

A segunda fase do MASP é a de observação e consiste averiguar as condições em que o problema ocorre e suas características específicas, sob maiores pontos de vista. O preponderante da etapa de Observação é coletar informações que podem ser úteis para direcionar um processo de análise que será feito na etapa 3. Os passos da etapa 2 estão representados na Figura 3.

Fase 2 - Observação																																																																		
Fluxo	Tarefas	Ferramentas Empregadas	Observações																																																															
1	<p>Descoberta das características do problema através de coleta de dados. Desdobrar o problema maior em problemas menores.</p> <p>Recomendação importante: quanto mais tempo você gastar aqui mais fácil será para resolver o problema. Não salte esta parte!</p>	<p style="text-align: center;">ANÁLISE DE PARETO</p> <ul style="list-style-type: none"> • ESTRATIFICAÇÃO • FOLHA DE VERIFICAÇÃO • GRÁFICOS DE PARETO • PRIORIZAÇÃO <p>Escolha os temas mais importantes e retorne</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Observe o problema sob vários pontos de vista (estratificação): <ul style="list-style-type: none"> a. <i>Tempo</i> - Os resultados são diferentes de manhã, à tarde, à noite, às segundas-feiras, feriados, etc.? b. <i>Local</i> - Os resultados são diferentes em partes diferentes de uma peça (defeitos no topo, na base, periferia)? Em locais diferentes (acidentes em esquinas, no meio da rua, calçadas), etc? c. <i>Tipo</i> - Os resultados são diferentes dependendo do produto, da matéria-prima, do material usado? d. <i>Sintoma</i> - Os resultados são diferentes se os defeitos são cavidades ou porosidades, se o absenteísmo é por falta ou licença médica, se a parada é por queima de um motor ou falha mecânica, etc.? - Deverá também ser necessário investigar aspectos específicos, por exemplo: umidade relativa do ar, temperatura ambiente, condições dos instrumentos de medição, confiabilidade dos padrões, treinamento, quem é o operador, qual a equipe que trabalhou, quais as condições climáticas, etc. - "5W1H" - Faça as perguntas: o que, quem, quando, onde, por quê e como, para coletar dados. - Construa vários gráficos de Pareto de acordo com os grupos definidos na estratificação. - Estabeleça uma meta e um plano de ação para cada problema menor. 																																																															
2	<p>Descoberta das características do problema por meio de observação no local</p>	<p>Análise no local da ocorrência do problema pelas pessoas envolvidas na investigação</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Deve ser feita não no escritório, mas no próprio local da ocorrência, para coleta de informações suplementares que não podem ser obtidas na forma de dados numéricos. Utilize câmera de vídeo e fotografias. 																																																															
3	<p>Cronograma, orçamento e meta</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>FASE</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Análise</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Plano de Ação</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Execução</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificação</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Padronização</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Conclusão</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	FASE	1	2	3	4	5	6	7	8	Análise									Plano de Ação									Execução									Verificação									Padronização									Conclusão									<ul style="list-style-type: none"> - Fazer um cronograma para referência. Este cronograma deve ser atualizado em cada processo. - Estimar um orçamento. - Definir uma meta a ser atingida.
FASE	1	2	3	4	5	6	7	8																																																										
Análise																																																																		
Plano de Ação																																																																		
Execução																																																																		
Verificação																																																																		
Padronização																																																																		
Conclusão																																																																		

Figura 3: Fase 2 – Observação. Fonte: Falconi (1992)

2.1.1.3 Fase 3 – Análise

A terceira fase é a de análise onde serão determinadas as principais causas do problema. Se não identificamos claramente as causas provavelmente serão perdidos tempo e dinheiro em várias tentativas. Os passos da etapa 3 estão representados na Figura 4.

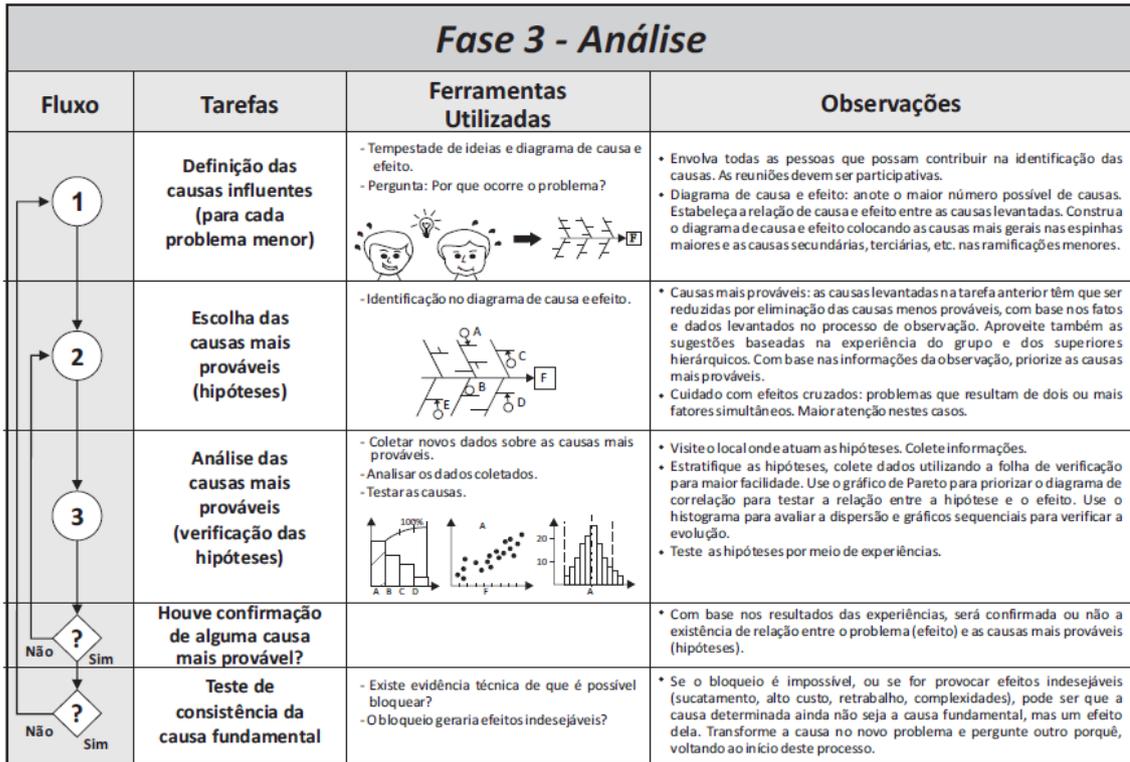


Figura 4: Fase 3 – Análise. Fonte: Falconi (1992)

2.1.1.4 Fase 4 – Plano de Ação

A fase 4 consiste em definir estratégias para eliminar as verdadeiras causas do problema identificadas pela análise e então transformar essas estratégias em ação. Conforme a complexidade do processo em que o problema se apresenta, pode existir um conjunto de possíveis soluções. As ações que eliminam as causas devem, portanto, serem priorizadas, pois somente elas podem evitar que o problema se repita novamente. Os passos da etapa 4 estão representados na Figura 5.

Fase 4 - Plano de Ação			
Fluxo	Tarefa	Ferramentas Empregadas	Observações
1	Elaboração da Estratégia de Ação	- Discussão com o grupo envolvido 	<ul style="list-style-type: none"> • Certifique-se de que as ações serão tomadas sobre as causas fundamentais e não sobre seus efeitos. • Certifique-se de que as ações propostas não produzem efeitos colaterais. Se ocorrerem, adote ações contra eles. • Proponha diferentes soluções. Analise a eficácia e custo de cada uma. Escolha a melhor.
2	Elaboração do Plano de Ação para o bloqueio e revisão do cronograma e orçamento final	- Discussão com o grupo envolvido. - "5W1H", cronograma, custos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Defina o que será feito (<i>What</i>). • Defina quando será feito (<i>When</i>). • Defina quem o fará (<i>Who</i>). • Defina onde será feito (<i>Where</i>). Esclareça por que será feito (<i>Why</i>). Detalhe ou delegue o detalhamento de como será feito (<i>How</i>). • Determine a meta a ser atingida e quantidade (\$, toneladas, defeitos, etc.). • Determine os itens de controle e de verificação dos diversos níveis

Figura 5: Fase 4 – Plano de Ação. Fonte: Falconi (1992)

2.1.1.5 Fase 5 – Execução

Esta fase do MASP se inicia por meio da comunicação do plano com as pessoas envolvidas, passa pela execução do plano de ações que foi feito na fase 4, e finaliza com o acompanhamento dessas ações para verificar se sua execução foi feita de forma correta e conforme o planejado. Os passos da fase 5 estão representadas na figura 6.

Fase 5 - Execução			
1	Treinamento	- Divulgação do plano a todos. - Reuniões participativas. - Técnicas de treinamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verifique quais ações necessitam da ativa cooperação de todos. Dê especial atenção a estas ações. • Apresente claramente as tarefas e a razão delas. • Certifique-se de que todos entendem e concordam com as
2	Execução da Ação	- Plano e cronograma.	<ul style="list-style-type: none"> • Durante a execução, verifique fisicamente e no local em que as ações estão sendo efetuadas. • Todas as ações e os resultados bons e ruins devem ser registrados, com a data em que foram tomados.

Figura 6: Fase 5 – Execução. Fonte: Falconi (1992)

2.1.1.6. Fase 6 – Verificação

Representa a fase de *check* do ciclo PDCA e consiste na coleta de dados sobre as causas, sobre o efeito final (problema) e outros aspectos para analisar as variações positivas e

negativas possibilitando concluir pela efetividade ou não das ações de melhoria. Os passos da fase 6 estão representados na Figura 7.

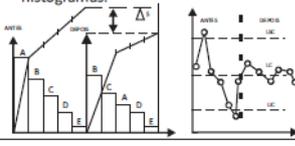
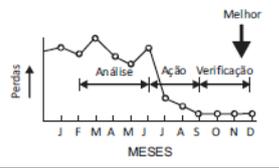
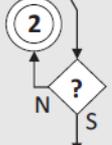
Fase 6 - Verificação			
Fluxo	Tarefas	Ferramentas Utilizadas	Observações
	Comparação dos resultados	- Gráficos de Pareto, cartas de controle, histogramas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Devem-se utilizar os dados coletados antes e após a ação de bloqueio para verificar a efetividade da ação e o grau de redução dos resultados indesejáveis. • Os formatos usados na comparação devem ser os mesmos antes e depois da ação. • Converta e compare os efeitos também em termos monetários. • Verifique se todas as ações do Plano de Ação foram implementadas.
	Listagem dos efeitos secundários		<ul style="list-style-type: none"> • Toda alteração no sistema pode provocar efeitos secundários, positivos ou negativos.
	Verificação da continuidade ou não do problema		<ul style="list-style-type: none"> • Quando o resultado da ação é tão satisfatório quanto o esperado, certifique-se de que todas as ações planejadas foram implementadas de acordo com o plano. • Quando os efeitos indesejáveis continuam a ocorrer mesmo depois de executada a ação de bloqueio, significa que a solução apresentada foi falha.
	O bloqueio foi efetivo?	- Pergunta: a causa fundamental foi efetivamente encontrada e bloqueada? 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilize as informações levantadas nas tarefas anteriores para a decisão. • Se a solução foi falha, retornar ao processo 2 (Observação).

Figura 7: Fase 6 – Verificação Fonte: Falconi (1992)

2.1.1.7. Fase 7 – Padronização

Com as ações de bloqueio ou contramedidas aprovadas e satisfatórias para o alcance dos objetivos elas podem ser instituídas como novos métodos de trabalho. Neste momento é, portanto a reincidência do problema, que pode ocorrer pela ação ou pela falta da ação humana, o que inclui a educação e o treinamento. Os passos da fase 7 estão representados na Figura 8.

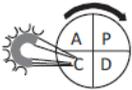
Fase 7 - Padronização			
Fluxo	Tarefas	Ferramentas Utilizadas	Observações
1	Elaboração ou alteração do padrão	<ul style="list-style-type: none"> Estabeleça o novo procedimento operacional ou reveja o antigo ("5W 1H"). Incorpore, sempre que possível, mecanismos à prova de "bobeira" (<i>fool-proof</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> Esclareça no padrão "o que", "quem", "quando", "onde", "como" e, principalmente, "por que", para as atividades que efetivamente devem ser incluídas ou alteradas nos padrões já existentes. Verifique se as instruções, determinações e procedimentos implantados no processo 5 devem sofrer alterações antes de serem padronizados, com base nos resultados obtidos no processo 6. Use a criatividade para garantir o não reaparecimento dos problemas. Incorpore no padrão, se possível, mecanismos à prova de "bobeira", de modo que o trabalho possa ser realizado sem erro por qualquer trabalhador.
2	Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> Comunicados, circulares, reuniões, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Evite possíveis confusões: estabeleça a data de início da nova sistemática e as áreas que serão afetadas para que a aplicação do padrão ocorra em todos os locais necessários, ao mesmo tempo e por todos os envolvidos.
3	Educação e treinamento	<ul style="list-style-type: none"> Reuniões e palestras. Manuais de treinamento. Treinamento no trabalho. 	<ul style="list-style-type: none"> Garanta que os novos padrões ou as alterações nos existentes sejam transmitidas a todos os envolvidos. Não fique apenas na comunicação por escrito. É preciso expor a razão da mudança, apresentar com clareza os aspectos importantes, e o que foi alterado. Certifique-se de que os empregados estão aptos a executar o procedimento operacional padrão. Providencie o treinamento no trabalho, no próprio local. Providencie documentos no local e na forma que forem necessários.
4	Acompanhamento da utilização do padrão	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de verificação do cumprimento do padrão. 	<ul style="list-style-type: none"> Evite que um problema resolvido reapareça devido à degeneração no cumprimento dos padrões: <ul style="list-style-type: none"> -estabelecendo um sistema de verificações periódicas; -delegando o gerenciamento por etapas; - o supervisor deve acompanhar periodicamente sua turma para verificar o cumprimento dos procedimentos operacionais padrão.

Figura 8: Fase 7 – Padronização Fonte: Falconi (1992)

2.1.1.8. Fase 8 – Conclusão

A fase de Conclusão fecha o MASP. Os objetivos da conclusão são basicamente rever todo o processo de solução de problemas e planejar os trabalhos futuros. Os passos da etapa 8 estão representados na Figura 9.

Fase 8 - Conclusão			
Fluxo	Tarefas	Ferramentas Utilizadas	Observações
1	Relação dos problemas remanescentes	<ul style="list-style-type: none"> Análise dos resultados. Demonstrações gráficas. 	<ul style="list-style-type: none"> Buscar a perfeição por um tempo muito longo pode ser improdutivo. A situação ideal quase nunca existe. Portanto, delimite as atividades quando o limite de tempo original for atingido. Relacione o que e quando não foi realizado. Mostre também os resultados acima do esperado.
2	Planejamento do ataque aos problemas remanescentes	<ul style="list-style-type: none"> Aplicação do método de solução de problemas nos que forem importantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Reavaliar os itens pendentes, organizando-os para uma futura aplicação do método de solução de problemas. Se houver problemas ligados à própria forma como a solução de problemas foi tratada, isto pode se transformar em tema para projetos futuros.
3	Reflexão	<ul style="list-style-type: none"> Reflexão cuidadosa sobre as próprias atividades da solução. 	<p>Análise as etapas executadas do método de solução de problemas nos aspectos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Cronograma - Houve atrasos significativos ou prazos folgados demais? Quais os motivos? Elaboração do diagrama de causa e efeito - Foi superficial? (Isto dará uma medida de maturidade da equipe envolvida. Quanto mais completo o diagrama, mais habilidosa a equipe). Houve participação dos membros? O grupo era o melhor para solucionar aquele problema? As reuniões eram produtivas? O que melhorar? As reuniões ocorreram sem problema (faltas, brigas, imposições de ideias)? A distribuição de tarefas foi bem realizada? O grupo melhorou a técnica de solução de problemas, usou todas as técnicas?

Figura 9: Fase 8 – Conclusão Fonte: Falconi (1992)

2.2 Ferramentas da Qualidade para identificação e análise de problemas

Ferramentas da qualidade, de acordo com Andrade (2003), têm um papel preponderante no gerenciamento da qualidade e produtividade, pois auxilia a compreensão e organização do processo produtivo, os levantamentos de ocorrências das não conformidades devem ser feitas pelas ferramentas da qualidade específicas para o tipo de dados a serem coletados e de forma que facilite a análise dos resultados.

Quanto maior for o volume de informações utilizadas, maior será a necessidade do emprego de ferramentas apropriadas para coletar, processar e dispor estas informações de forma a estratificá-las (WERKEMA, 1995). Dentre as ferramentas da qualidade, destacam-se, para fins de utilização neste trabalho, Controle Estatístico da Qualidade, 5W1H, Folha de Verificação e Diagrama de Pareto.

2.2.1 5W1H

Esse método auxilia na organização com a identificação de ações e responsabilidades de forma precisa definindo as ações e responsabilidades de execução para uma determinada tarefa.

Segundo César (2011), o 5W1H identifica as ações e as responsabilidades do executor, orientando as diversas ações a serem implementadas. O 5W1H deve ser estruturado, permitindo uma rápida identificação dos elementos necessários para a implantação do plano de ação.

Para elaborar um 5W1H, deve se reunir um grupo de pessoas, onde as ideias podem ser levantadas realizando um *Brainstorming*. A partir de um questionamento, referente às diversas questões, *What* (O que), *Why* (Por que), *When* (Quando), *Where* (Onde), *Who* (Quem) e *How* (Como), em cima de cada item, são tomadas as decisões, que devem ser anotadas em uma tabela, conforme modelo na Figura 10.

P1 - PLANO DE AÇÃO							
	OQUE (What)	QUANDO (When)	ONDE (Where)	QUEM (Who)	POR QUE (Why)	COMO (How)	STATUS
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Figura 10: Modelo de tabela 5W1H. Fonte: O autor

2.2.2 Folha de Verificação

A folha de verificação é o método que será utilizado para coleta de dados antes e depois de realizadas as melhorias. Segundo Kume (1993) quando for preciso coletar dados, é essencial esclarecer sua finalidade e ter valores que reflitam claramente os fatos. Além dessas premissas, em situações reais é importante que os dados sejam coletados de uma maneira

2.2.3 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto é uma importante ferramenta da engenharia da qualidade, será utilizado nesse trabalho para que se priorize a solução dos problemas que tem maior influencia no resultado final. A análise de Pareto permite a divisão do método em problemas menores e de mais simples resolução, distribuindo as informações buscando evidenciar quais temas devem ser evidenciados.

Segundo Falconi (1992), a Análise de Pareto é um método muito simples e muito poderoso para o gerente, pois o ajuda a classificar e priorizar os seus problemas. Em poucas palavras existem poucos itens vitais e muitos itens triviais.

Segundo Murray (1997) a análise de Pareto esta baseada na regra do 80/20, em vez de tratar o problema de forma aleatória, utiliza-se do Diagrama de Pareto para especificar quais as possíveis causas que geraram a ocorrência. Assim pode mostrar que 80% das ocorrências estão relacionadas com apenas 20% dos problemas. Com base nessa informação, é possível determinar qual causa vai ser abordado primeiro, pois ela representa 80% das ocorrências. Essa ferramenta fornece base para saber que causa resolver primeiro, observando a Figura 12 os dados numéricos são representados em barras verticais de maneira decrescente, enquanto a linha evidencia o percentual acumulado. Essa distribuição é útil para avaliar a relevância de cada item presente na coleta de dados.

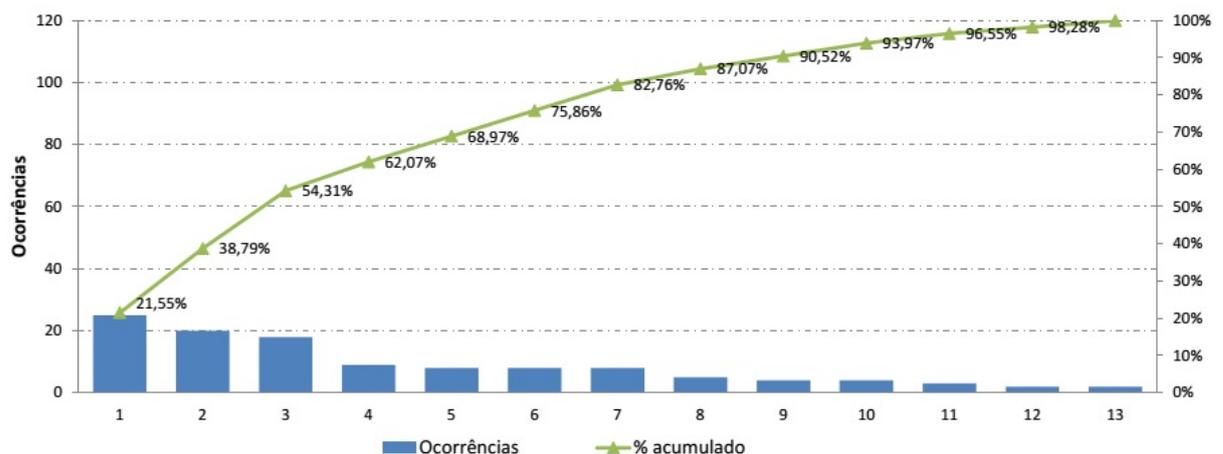


Figura 12: Diagrama de Pareto. Fonte: koeso.com.br (2014)

3. METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho foi realizada, inicialmente, revisão da literatura em livros relacionados, estudo de artigos e estudos de caso, com o objetivo de alcançar um maior conhecimento técnico e o levantamento sobre o assunto.

A pesquisa será realizada através de um estudo de caso. Estudo de caso é um estudo de natureza empírica que investiga um determinado fenômeno, geralmente contemporâneo, dentro de um contexto real de vida, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto em que ele se insere não são claramente definidas (GIL, 2007).

A Revisão da literatura contempla o planejamento da qualidade, controle de processos, ferramentas da qualidade. O estudo acerca dos temas envolvidos é de grande importância, pois permitem o embasamento teórico e maior conhecimento sobre o tema facilitando o andamento do trabalho.

A escolha das ferramentas de qualidade a serem utilizadas são as mais comumente utilizadas pela indústria e será analisada de forma a identificar qual delas trará maiores resultados ao processo dentro do cronograma proposto neste projeto.

Serão coletados alguns dados que servirão como base para que se possa analisar e apresentar a necessidade da aplicação MASP através de dados estatísticos de defeitos apresentados na célula de trabalho utilizando folha de verificação. Estes dados servirão também para estipular metas.

A análise dos resultados obtidos será de forma a definir a causa raiz e as contra medidas a serem adotadas para resolver em grande parte os problemas apresentados, elaborando o plano de ação através do uso das ferramentas da qualidade e do MASP.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 Caracterização da Empresa

O presente estudo foi realizado em uma empresa de implementos rodoviários fundada no dia 1º de julho de 1967. A sede fica localizada em Sarandi, interior do Paraná, em um terreno de 11.375 m², contando com aproximadamente 1.500 funcionários. A Empresa fabrica graneleiros, basculantes, semirreboques, carregatudo, tanque. A diversificação de tantos produtos exigiu arrojo empresarial, experiência e técnica.

A empresa é hoje a quinta maior no ramo de implementos rodoviários da América Latina, com uma capacidade produtiva de 700 pinos por mês, sendo que pinos simbolizam o número de produtos, denominados dessa maneira por causa do pino-rei, que acopla os implementos rodoviários ao caminhão.

Possui ampla rede de distribuidores no Mercosul, exportando para Bolívia, Argentina, Paraguai, Uruguai, Chile e Equador. Irá construir uma nova fábrica em Tatuí, interior de São Paulo, o que deve dobrar a capacidade produtiva da empresa.

Dentro da empresa os setores produtivos são divididos entre montadora, montagem e peças, a montadora engloba os setores de acabamento, montagem de eixo, pintura e tampas. Na montagem têm-se os setores de basculante, bases, bi-caçamba, especial, longarina e tanque. A divisão de peças contempla o setor de perfilados, a usinagem e pré-montagem. Todas elas baseiam seu modo de funcionamento no conceito de produção enxuta, inspirado no modelo Toyota. A Figura 13 mostra o organograma geral da empresa.

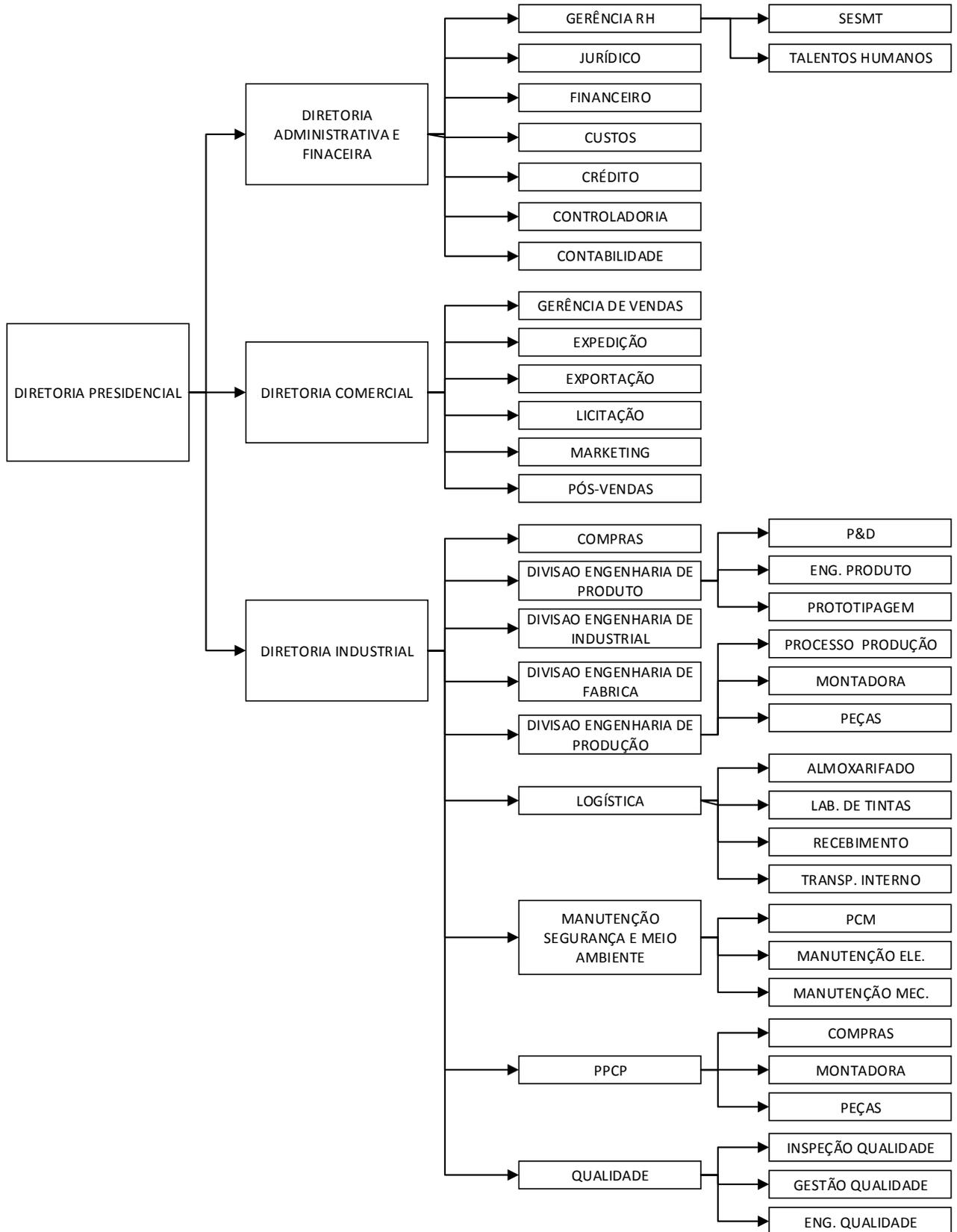


Figura 13: Organograma geral da empresa. Fonte: Empresa (2014)

4.2 O Setor de Pré-Montagem

O setor de Pré-Montagem é responsável por realizar atividades de montagem e soldagem de conjuntos das peças fornecidas pelos setores de Usinagem, Perfilados e Almojarifado, e posteriormente fornece-las para os setores, DE00 (Almojarifado de Peças Prontas), Montadora, Montagem de Eixo, Tampas, Pintura e Acabamento e DE19 (Peças para assistência técnica).

Além de montagens e soldagens manuais o setor também trabalha com oito Robôs de Solda MIG/MAG, os quais são responsáveis pela montagem e soldagem de itens com maiores demandas, a partir de células automatizadas.

O setor trabalha com cerca de 80 colaboradores divididos em dois turnos, entre as peças produzidas na pré-montagem, algumas se destacam pela grande demanda, como por exemplo, as caixarias e balanças da suspensão, ferragens das tampas dos equipamentos graneleiros, reservatórios de ar e pinos rei. A Figura 14 mostra quais os setores a pré-montagem interage dentro da empresa, ou seja, quais são seus fornecedores e seus clientes internos.



Figura 14: Fluxograma Mapa de Processos Pré-Montagem. Fonte: Empresa (2014).

A Figura 15 apresenta o mapa de processos com as funções do encarregado do setor e dos operadores a partir do momento em que o PPCP envia as ordens de produção para a fábrica.

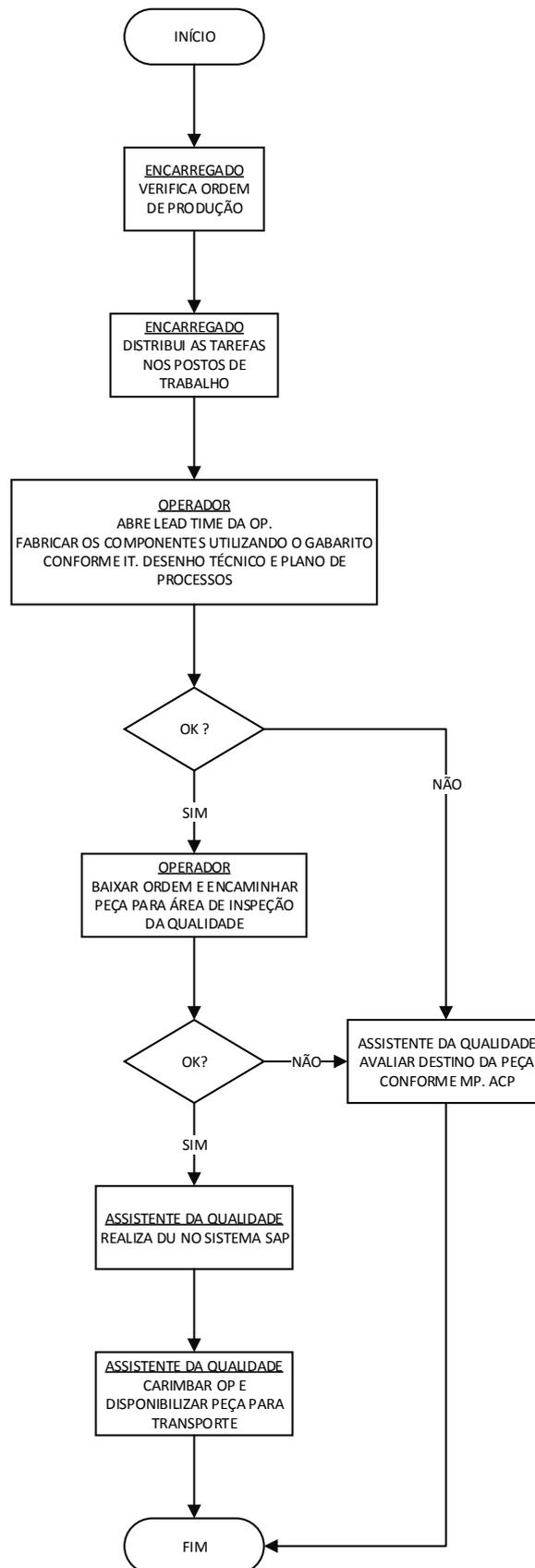


Figura 15: Fluxograma Mapa de Processos Pré-Montagem. Fonte: Empresa (2014)

4.3 A célula de Produção

A célula de produção escolhida no estudo de caso é responsável pela fabricação dos reservatórios de ar, que são utilizados em todos os implementos fabricados, são responsáveis pelo armazenamento de ar que é utilizado no sistema pneumático do implemento rodoviário. A célula de produção em estudo consiste em uma bancada onde é realizada a primeira etapa do processo que é a montagem utilizando-se de um gabarito para o posicionamento das peças, solda longitudinal e a montagem dos acessórios. A segunda etapa é onde é feita a solda da calota do reservatório e na terceira etapa afere-se a montagem, verificando a ocorrência de vazamento nos acessórios ou na solda que foi realizado nos processos anteriores.

A célula de produção escolhida para a aplicação do MASP, no presente estudo de caso, apresenta desvios de produção com diversos tipos de retrabalho em todas as etapas citadas acima, por isso foi escolhida como objeto de estudo, pois nesta célula não se permite apresentar desvios devido sua importância no sistema pneumático do implemento rodoviário (pino).

4.4. APLICAÇÃO DO MÉTODO MASP

O método escolhido para o desenvolvimento desse trabalho foi o Método de Análise para a Solução de Problemas (MASP), para buscar formas de solucionar os problemas fazendo o uso de investigação e desdobramentos em etapas para intervir diretamente nas causas raízes.

4.4.1 Etapa de Identificação do Problema

O resultado do primeiro semestre representou queda de 7,3% sobre o igual período do ano passado, para 1,66 milhão de pinos. O cenário vivido pelo setor durante os seis primeiros meses mudou completamente a visão para todo o ano, cuja queda é esperada não só para o mercado interno, mas para produção, que deve fechar com volume 10% abaixo do de 2013, para 3,33 milhões de pinos, e exportações, cujo resultado deve ser negativo em 29,1%, para 401 mil unidades.

O cenário de desaceleração da economia, os baixos índices de confiança, o crédito mais caro e a euforia da Copa do Mundo desviou a atenção de consumidores. O evento esportivo, que começou em 12 de junho e diminuiu o número de dias úteis aprofundou a queda das vendas

para o mês: com 263,5 mil unidades, houve retração de 10,2% sobre maio e de 17,3% sobre junho do ano passado.

Apesar de todas as dificuldades de mercado a empresa procura garantir competitividade reduzindo custos de produção, e para garantir essa redução através de melhorias em seus processos. A produção de reservatórios é considerada crítica, pois a ocorrência de defeitos durante a produção é elevada, tornando o processo com custo elevado e grandes índices de retrabalhos. A Figura 16 mostra a quantidade de reservatórios produzidos e a quantidade que necessidade de ser retrabalhados entre os meses de janeiro e junho do ano de 2014.

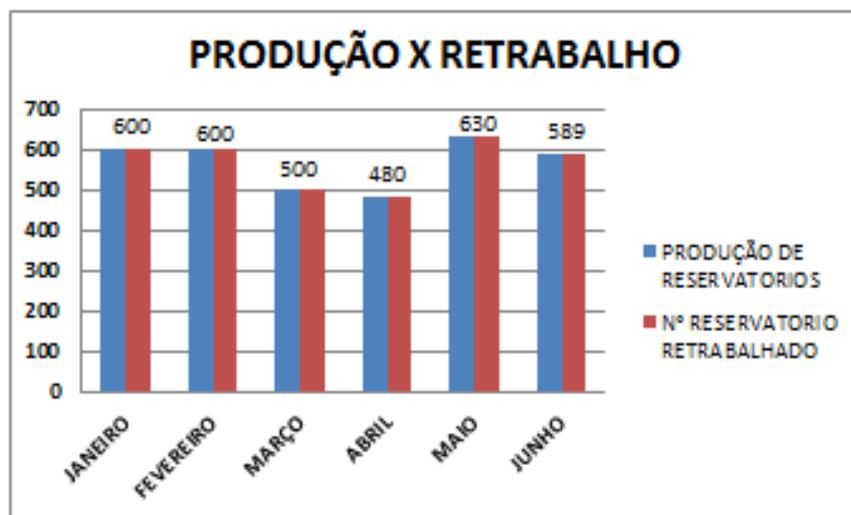


Figura 16: Gráfico com a Produção e Retrabalho nos Reservatórios de Ar.

A Figura 16 evidencia a ocorrência que em 100% da produção o retrabalho foi necessário, com isso a necessidade de intervir e melhorar o processo de produção do reservatório de ar que são produzidos no setor de Pré-Montagem.

4.4.2 Etapa de Observação

Para tentar identificar as características reais do problema, foram feitas observações e coleta de dados durante a produção de um lote no mês de julho de 2014, na célula de trabalho onde são produzidos os reservatórios de ar, considerando todas as etapas de produção.

A primeira coleta tinha como objetivo verificar as medidas de uma das peças que compõem a montagem do reservatório de ar. A Figura 17 mostra a variação das medidas da peça em um lote de 15 peças que estão sendo acompanhadas. Foi feito levantamento das medidas

A,B,C,D,E e F afim de comparar com as medidas especificadas em projeto, pelo setor de Engenharia de Produto.

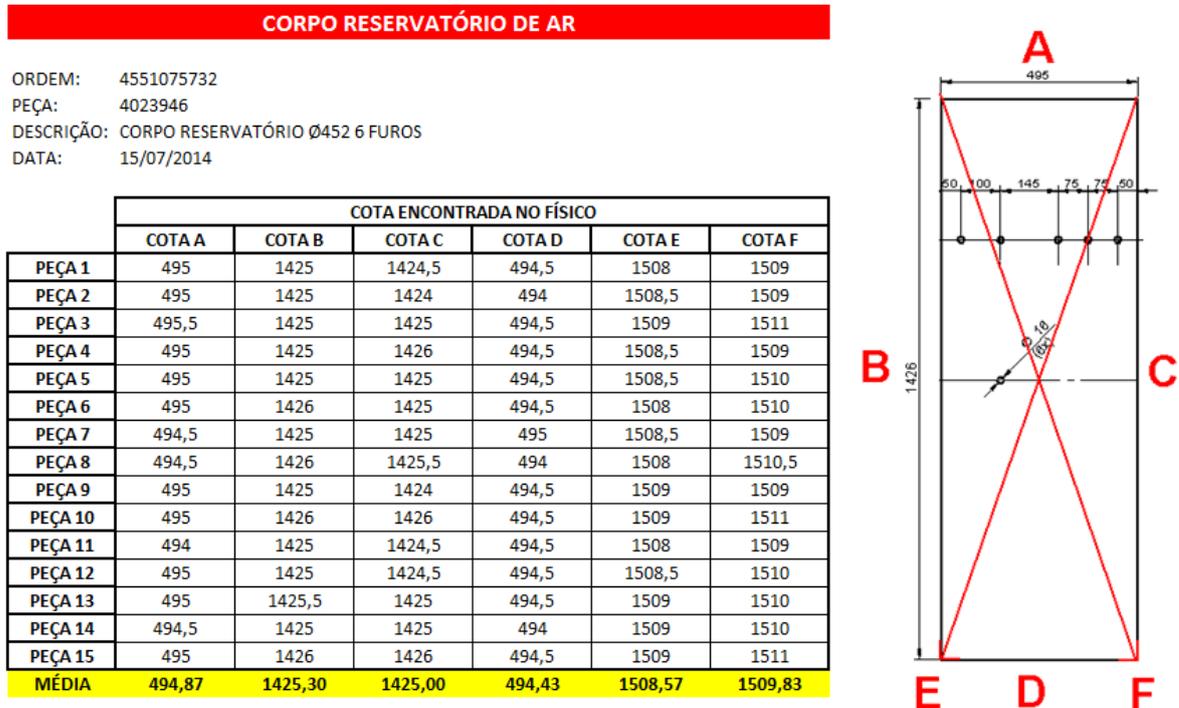


Figura 17: Levantamento das Medidas da Peça Planificada.

A segunda etapa foi de observar o fluxo de atividades em cada posto de trabalho e levantar possíveis problemas em cada atividade utilizando o *Brainstorming*, não estruturado. A Figura 18 mostra as tarefas e alguns problemas do posto de trabalho 1 onde é feita a montagem.

N.OP	TAREFAS	PROBLEMA
1.1	Posicionar corpo no gabarito	• Corpo distante do gabarito e no chão.
1.2	Posicionar tampos no gabarito e travar	• Ajuste do tampo com a marreta. • O gabarito não garante o posicionamento do tampo. • Tampos distante do gabarito.
1.3	Pontear corpo (apenas alguns pontos para não escapar)	
1.4	Fechar dispositivo	
1.5	Ajustar posição dos tampos (marreta)	• o gabarito não garante a posição do tampo, operador acerta na marreta
1.6	Pontear conjunto	
1.7	Abrir dispositivo	
1.8	aplicar antirespingo	
1.9	Soldar acessórios	• Acessórios montados sem a ajuda de um dispositivo posicionador.
1.10	Inclinar gabarito	
1.11	Pontear corpo	• Processamento desnecessário. • Abertura de raiz inadequada. • Falta de raio nas extremidades.
1.12	Soldar corpo	• Posição de soldagem inadequada (inclinada). • Falta de parametros de soldagem. • Posição desfavorável para o operador.
1.13	Limpar respingos	• Etapa que pode ser eliminada.
1.14	Tirar reservatório do gabarito (Colar no chão)	• O reservatório é colocado no chão.

Figura 18: Atividades Posto de Trabalho 1 - Montagem.

Na Figura 18 fica visível a existência de problemas na realização das tarefas que são executadas durante a etapa de montagem. Na Figura 19, mostra as tarefas e problemas apresentados no posto de trabalho 2 onde é executada a operação de solda.

N.OP	OPERAÇÃO	PROBLEMA
1.1	Posicionar reservatório no gabarito	
1.2	Posicionar tochas	
1.3	Soldar	• Apresenta descontinuidades gerando a op.2.5
1.4	Retirar reservatório do gabarito	
1.5	Levar para posto 1 e Retrabalhar as descontinuidades antes do teste.	• Retrabalho
1.6	Levar reservatório do posto 1 para o posto 3	

Figura 19: Atividades Posto de Trabalho 2 – Solda. Fonte: O autor

Devido a quantidade de defeitos apresentados foi criado um terceiro posto de trabalho, o de testes, onde identificado o problema o reservatório de ar retorna ao devido posto de trabalho para ser feito o retrabalho até que não apresente mais defeitos.

Para entender quais os problemas que ocorrem e a frequência dos mesmos, foi feito a utilização de uma folha de verificação e aplicada a toda a amostra de peças que estava sendo acompanhado (15 unidades). A Figura 20 mostra a folha de verificação que foi aplicada na amostra, a quantidade de testes realizados e a quantidade de retrabalho realizado em cada ponto do reservatório de ar e o total.

FOLHA DE VERIFICAÇÃO NO SETOR PRÉ-MONTAGEM: RESERVATÓRIO						
		Data: 31/07/2014		Avaliador: Guilherme		
Tipo de Defeito	Testes	Calotas	Acessórios	Corpo	Total	Total do Reservatório
Reservatório 01	1	4	0	0	4	5
	2	1	0	0	1	
	3	0	0	0	0	
	4	-	-	-	0	
Reservatório 02	1	5	6	1	12	15
	2	0	3	0	3	
	3	0	0	0	0	
	4	-	-	-	0	
Reservatório 03	1	3	1	1	5	5
	2	0	0	0	0	
	3	-	-	-	0	
	4	-	-	-	0	
Reservatório 04	1	2	0	0	2	2
	2	0	0	0	0	
	3	-	-	-	0	
	4	-	-	-	0	
Reservatório 05	1	6	4	2	12	15
	2	1	2	0	3	
	3	0	0	0	0	
	4	-	-	-	0	
Reservatório 06	1	2	2	0	4	4
	2	0	0	0	0	
	3	-	-	-	0	
	4	-	-	-	0	
Reservatório 07	1	3	1	0	4	4
	2	0	0	0	0	
	3	-	-	-	0	
	4	-	-	-	0	
Reservatório 08	1	2	1	1	4	5
	2	0	0	1	1	
	3	0	0	0	0	
	4	-	-	-	0	
Reservatório 09	1	1	2	1	4	5
	2	1	0	0	1	
	3	0	0	0	0	
	4	-	-	-	0	
Reservatório 10	1	1	1	2	4	5
	2	1	0	0	1	
	3	0	0	0	0	
	4	-	-	-	0	
Reservatório 11	1	3	1	1	5	11
	2	3	0	0	3	
	3	2	0	0	2	
	4	1	0	0	1	
Reservatório 12	1	6	1	1	8	12
	2	1	2	0	3	
	3	1	0	0	1	
	4	0	0	0	0	
Reservatório 13	1	3	1	0	4	5
	2	1	0	0	1	
	3	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	
Reservatório 14	1	2	6	0	8	9
	2	0	1	0	1	
	3	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	
Reservatório 15	1	0	1	4	5	6
	2	0	0	1	1	
	3	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	

LEGENDA:



CALOTA



ACESSÓRIOS



CORPO

Figura 20: Folha de Verificação. Fonte: O autor

A partir da coleta dos dados da folha de verificação foi possível montar um Gráfico de Pareto com as ocorrências encontradas e assim facilitar a identificação das causas raízes do problema, que pode melhor entendida na Figura 21.

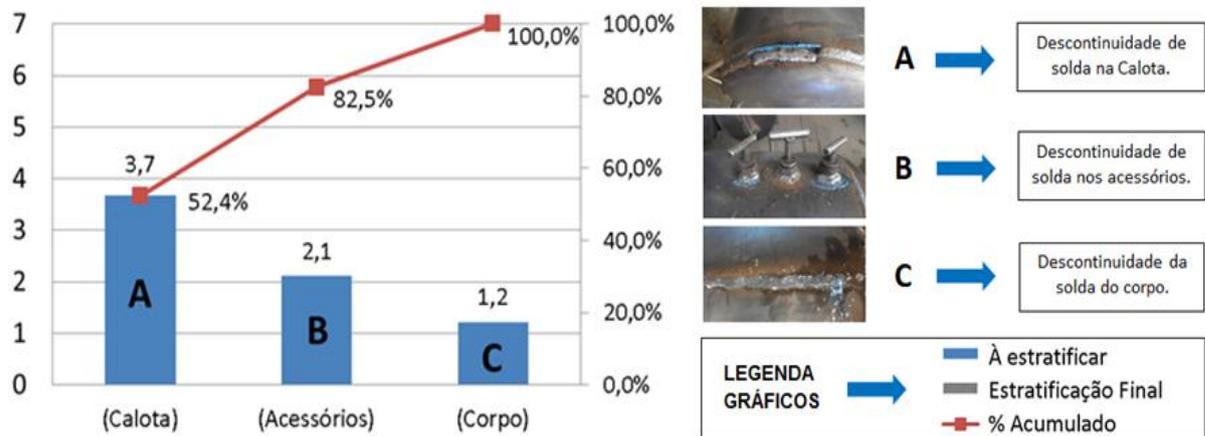


Figura 21: Gráfico de Pareto – Problemas encontrados. Fonte: O autor

Dentre os problemas apresentados na Figura 21, foi visto que a maior reincidência é de descontinuidade de solda entre o corpo e calota do reservatório de ar com 52,4% dos problemas apresentados, ou seja, em média 3,7 retrabalhos devido a este problema por reservatório produzido. Outro ponto foi poder estratificar cada item analisado na curva A, B, C, investigando e levantando as causas dos problemas existentes para um melhor entendimento.

A Figura 22 mostra a primeira estratificação realizada referente aos problemas apresentados na Calota (A), onde, o principal problema encontrado é o desvio no caminho no cordão de solda, representando 75% das anomalias.

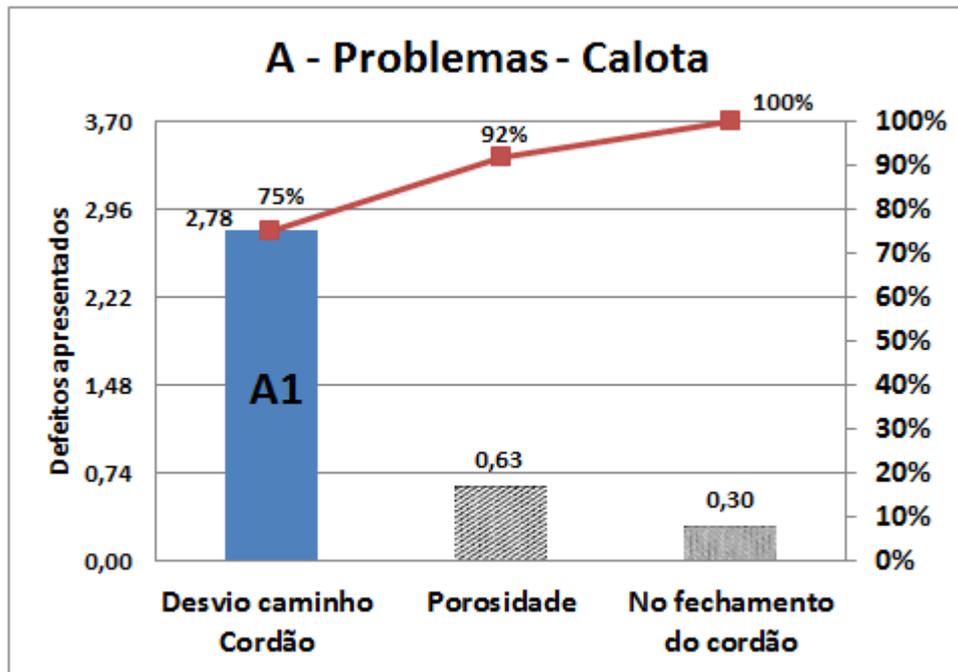


Figura 22: Gráfico de Pareto – Problemas encontrados na calota. Fonte: O autor

A Figura 23 demonstra uma nova investigação e a segunda estratificação realizada do item desvio caminho do cordão (A1) indicado na Figura 22. Dentre os problemas investigados, com maior ocorrência é referente a posição da tocha da solda correspondendo a 40% do total das anomalias.

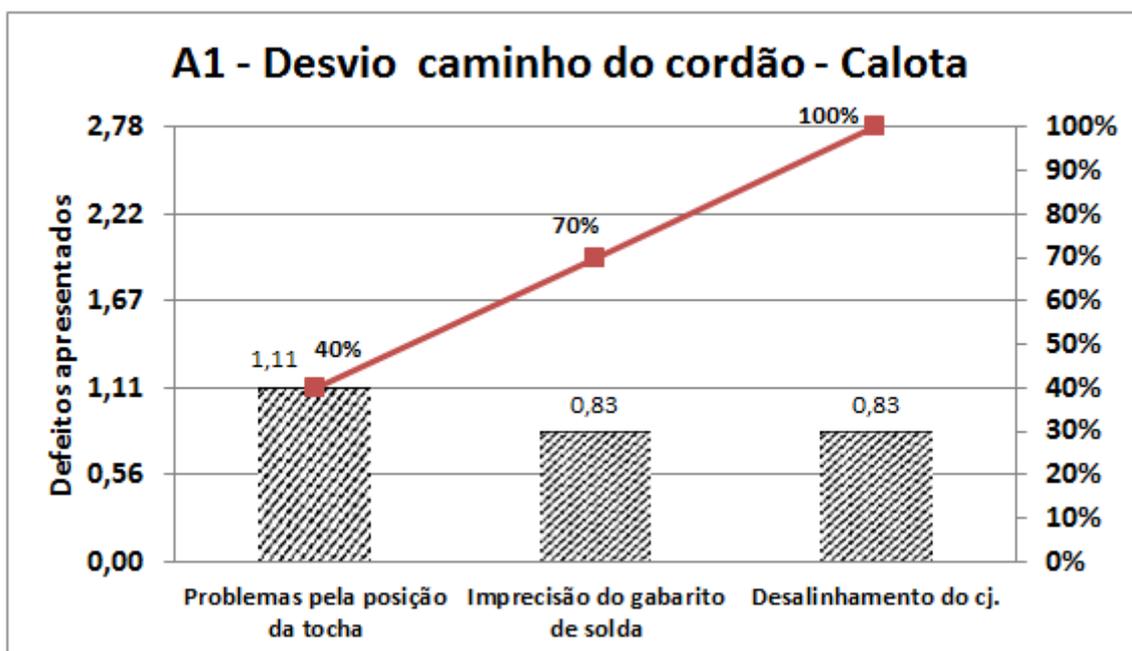


Figura 23: Gráfico de Pareto com os Desmembramentos dos Problemas. Fonte: O autor

A Figura 24 mostra a primeira estratificação realizada referente aos problemas apresentados nos Acessórios (B), onde, o principal problema encontrado é o fechamento do cordão de solda, representando 80% das anomalias.

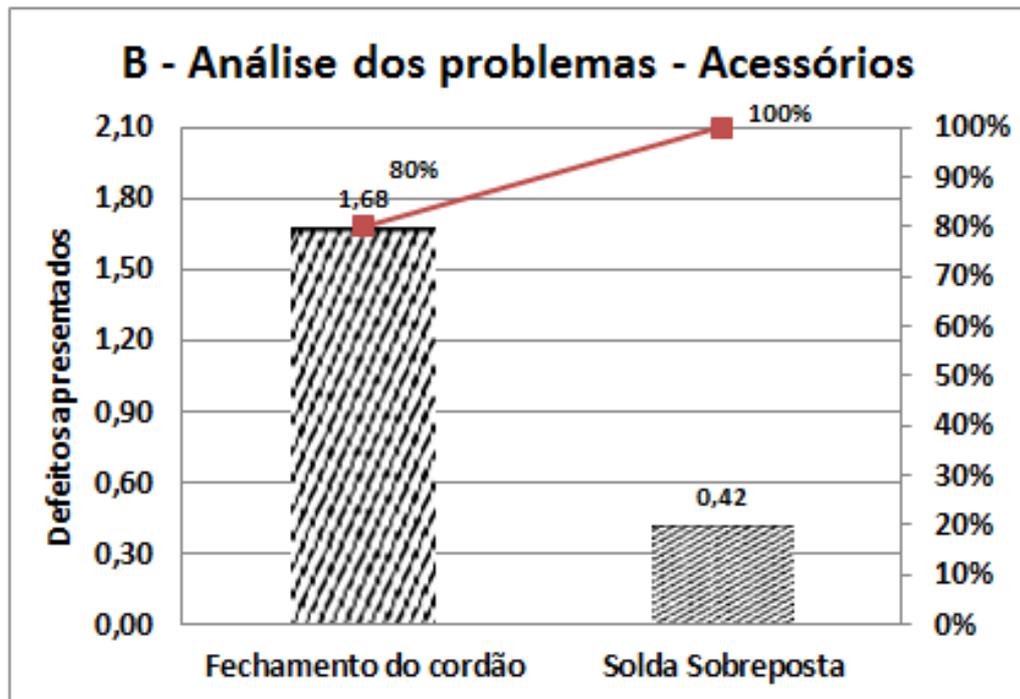


Figura 24: Gráfico de Pareto com os Desmembramentos dos Problemas. Fonte: O autor

A Figura 25 mostra a primeira estratificação realizada referente aos problemas apresentados nos no corpo do reservatório (C), onde, o principal problema encontrado é a deposição insuficiente da solda, representando 71% das anomalias.

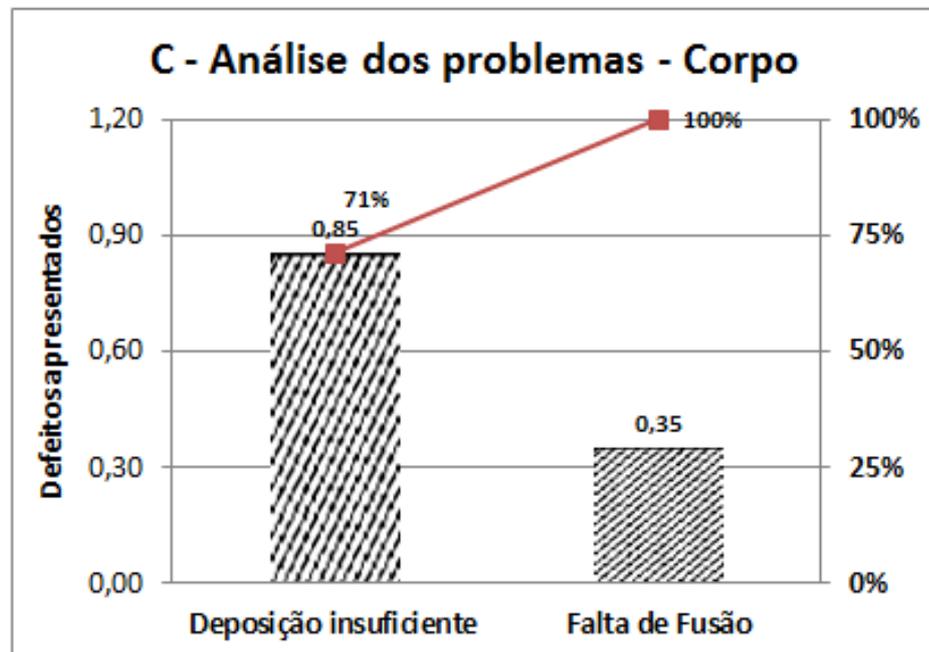


Figura 25: Gráfico de Pareto com os Desmembramentos dos Problemas. Fonte: O autor

Com a estratificação dos problemas foi possível analisar com maior clareza cada um deles. Principalmente que o grande responsável pela grande quantidade de problemas apresentados na calota (A) com 75% defeitos (2,78 retrabalho por reservatório de ar) é devido ao desvio de cordão de solda e após nova investigação e estratificação, foi possível encontrar as causas raiz do problema e verificar que em 40% a posição do da tocha de solda é responsável pelas ocorrências. No problema de acessórios com 30,1% das falhas ficou evidente que em 80% o causador é devido a o fechamento do cordão de solda e por ultimo, mas não menos importante os problemas com o corpo do reservatório 17,8% o grande causador do problema é de deposição insuficiente. Na Figura 26 é possível observar as principais causas dos problemas levantados na folha de verificação e que apenas o item de maior porcentual de cada problema analisado representa 52,2% do total de defeitos, ou seja, foram identificados os problemas de maior impacto.

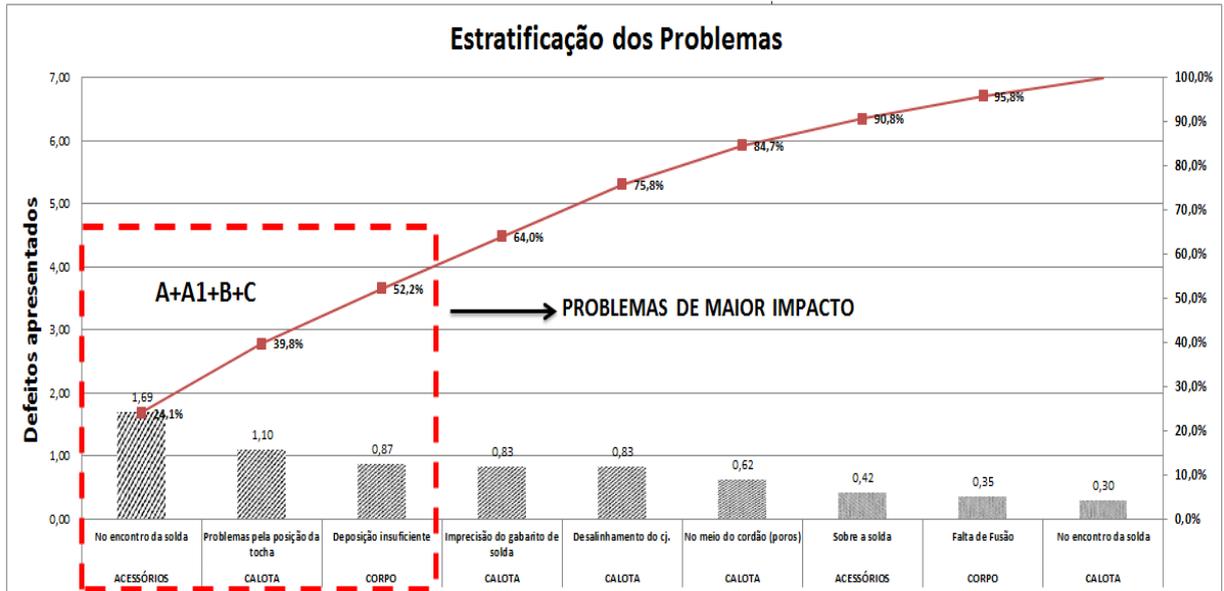


Figura 26: Gráfico de Pareto para Estratificação os Problemas. Fonte: O autor

4.4.3 Etapa de Análise.

Esta etapa é fundamental para o método MASP, pois é onde serão determinadas as principais causas do problema e para uma análise mais técnica das falhas da célula de trabalho foram levados em consideração os métodos, gabaritos de montagem e equipamentos, desmembrando o problema principal até encontrar a causa raiz. Foi feito um *Brainstorming*, não estruturado com uma equipe composta por especialistas em solda, gabaritos em manutenção industrial, assim foi possível fazer um desdobramento dos problemas até chegar às reais causas dos problemas, como podemos observar na Figura 27.

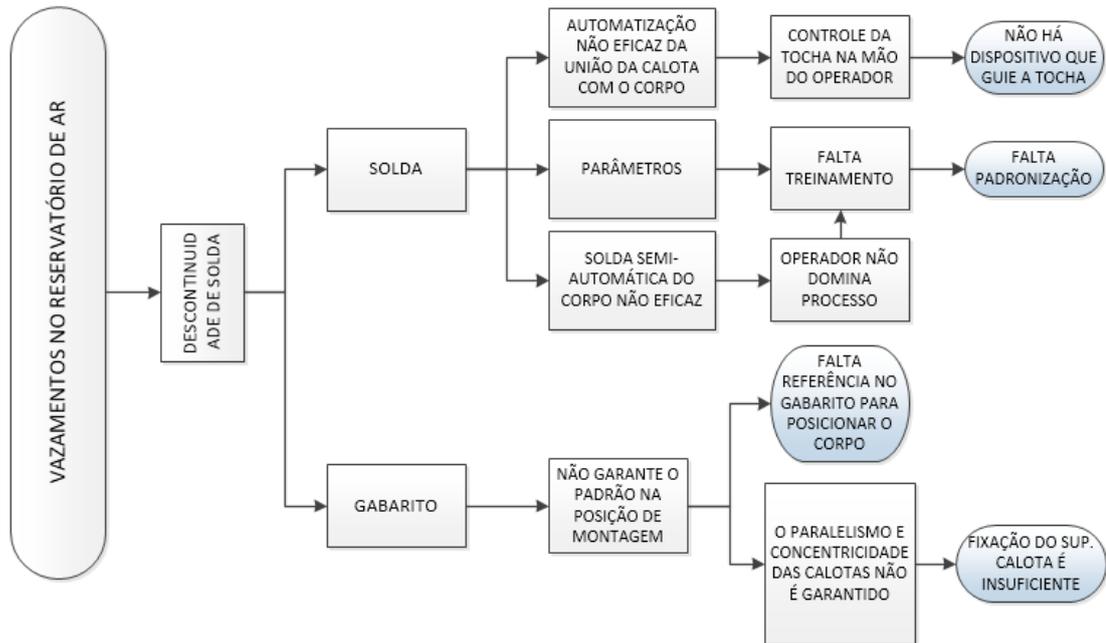


Figura 27: Fluxograma Desmembramento dos Problemas. Fonte: O autor.

Na Figura 27, a falta de treinamento para os colaboradores e de padronização dos processos de produção, geram grande parte dos problemas relacionados à falta de conservação do gabarito de montagem. Ou seja, os problemas estão divididos em duas partes, a primeira é relacionada com os dispositivos de montagem e a segunda é voltada ao processo de solda, onde a falta de parâmetros de solda e treinamento estão afetando a produção.

4.4.4 Etapa do Plano de Ação.

Nesta fase foi possível definir o plano de ações utilizando o *5WIH*, de acordo com as informações levantadas no *Brainstorming* na etapa de análise, assim definindo o que, quando, onde, quem, porque e como cada ação será realizada. A Figura 28 mostra o plano de ação.

PLANO DE AÇÃO							
	OQUE (What)	Quando (When)	Onde (Where)	Quem (Who)	Porque (Why)	Como (How)	Status
1	Gabarito de montagem desgastado e desalinhado	Futuro	Célula de Produção	Setor de Gabaritos	Gabarito impreciso	Novo dispositivo	Em análise
2	Regulagem do gás de solda	Imediato	Célula de Produção	Setor de manutenção	Mistura de gás	Instalar Fluxômetro	Andamento
3	Solda sobreposta	Imediato	Célula de Produção	Processo de Produção	Falta de padrão	Estabelecer padrão	Andamento
4	Falta de referencia para início da solda	Imediato	Célula de Produção	Processo de Produção	Falta de padrão	Estabelecer padrão	Andamento
5	Controle das tochas de solda	Imediato	Célula de Produção	Processo de Produção	Falta de estabilidade	Treinamento	Andamento
6	Garra do dispositivo de solda maior que o necessário	Imediato	Célula de Produção	Setor de Gabaritos	Interferência na montagem	Ajustar gabarito	Andamento
7	Gabarito de solda da calota desgastado e desalinhado	Futuro	Célula de Produção	Setor de Gabaritos	Gabarito impreciso	Novo dispositivo	Em análise

Figura 28: Plano de ações (5W1H) Fonte: O autor.

4.4.5 Etapa de Execução

Nesta etapa do MASP, será aplicado o plano de ação de acordo com a priorização feita na etapa anterior, assim bloquear as principais causas do problema.

4.4.5.1 Garra do dispositivo de solda maior que o necessário

A primeira atividade do plano de ação a ser executada foi de realizar ajustes no gabarito onde é feita a solda das calotas no corpo do reservatório, onde a garra estava maior que o necessário fazendo com que o bico de solda colidisse com o gabarito causando descontinuidade no cordão de solda ocasionando retrabalho. Os ajustes tinham como ação substituir e ajustar as medidas da garra e de algum outro componente que poderia estar fora das medidas ou desgastado causando interferências. Na Figura 29 indica o componente ajustado.

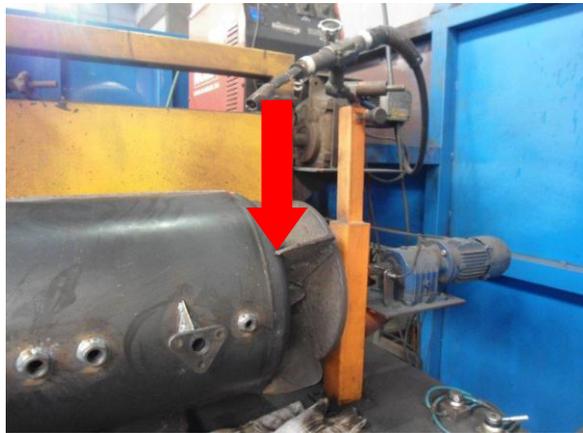


Figura 29: Dispositivo de Solda Ajustado. Fonte: O autor.

No gabarito de montagem do reservatório de ar, também foi realizado ajustes, uma vez que se apresentavam desgastados e desalinhados, causando interferência na montagem já que não garantia concentricidade do corpo com as calotas laterais dificultando a montagem e comprometendo a solda. A Figura 30 mostra o soldador preparando o reservatório de ar para pontear as partes, a seta indica a falta de alinhamento do gabarito.



Figura 30: Dispositivo de Solda Ajustado. Fonte: O autor.

Após manutenção realizada no gabarito de montagem o montador realiza a montagem das peças para pontear sem grandes complicações, uma vez que as peças ficam alinhadas bastando apenas pontear as calotas e fazer o cordão de solda na horizontal.

4.4.5.2 Regulagem do gás de solda

Devido à regulagem inadequada na mistura do gás a solda apresentava porosidade, respingos e outros problemas que diretamente influenciava na qualidade da solda ocasionando problemas de retrabalho. Para corrigir esta falha, foi instalado um Fluxômetro na própria tocha de solda para conferir a vazão do gás e foi realizado treinamento para os colaboradores da célula de trabalho e líderes do setor, para manter a vazão do gás dentro dos padrões diminuindo os problemas na solda relacionados à porosidade e respingos. Na Figura 31, mostra o comparativo na solda antes e depois da execução do plano de ação.



Figura 31: Comparativo antes e depois do plano de ação. Fonte: O autor.

4.4.5.3 Solda Sobreposta e Referência para Início da Solda

Por falta de padrão durante a montagem das partes e parâmetros de solda, o início e o fim do cordão de solda cada vez que era realizado era diferente, de acordo com a experiência de cada soldador, ou seja, não se tinha parâmetros para conferência da soldagem. O plano de ação neste caso foi de preparar uma instrução de trabalho e dar treinamento para os colaboradores para seguir o padrão estabelecido no plano de ação. Com isso o processo realizado em todos os turnos de trabalho seria o mesmo. A Figura 32 mostra uma parte do padrão estabelecido para o processo de montagem.



Figura 32: Padrão estabelecido. Fonte: O Autor.

O treinamento realizado fica a disposição dos colaboradores para consulta ao lado de cada bancada de trabalho, e a qualquer dúvida o soldador pode verificar se está efetuando a tarefa da maneira correta. Outro ponto importante é que os líderes e encarregados de produção também podem recorrer ao treinamento para verificar se o procedimento está correto.

4.4.5.4 Controle das Tochas de Solda

Devido à falta de estabilidade e controle das tochas de solda, durante o processo ocorriam inúmeros problemas de descontinuidade de solda, gerando elevado índice de retrabalho. A execução do plano de ação foi de segregare o processo de solda, deixando o soldador responsável por apenas uma única tocha de solda, tornando o processo mais simples para o controle manual e visualização do soldador, dobrando o tempo de solda, mas reduzindo drasticamente a quantidade de retrabalho, o que viabilizou a implantação. Muito importante nessa etapa foi a padronização feita e o treinamento realizado com os colaboradores. A Figura 33 mostra como ficou estabelecido a maneira correta de controle da tocha.

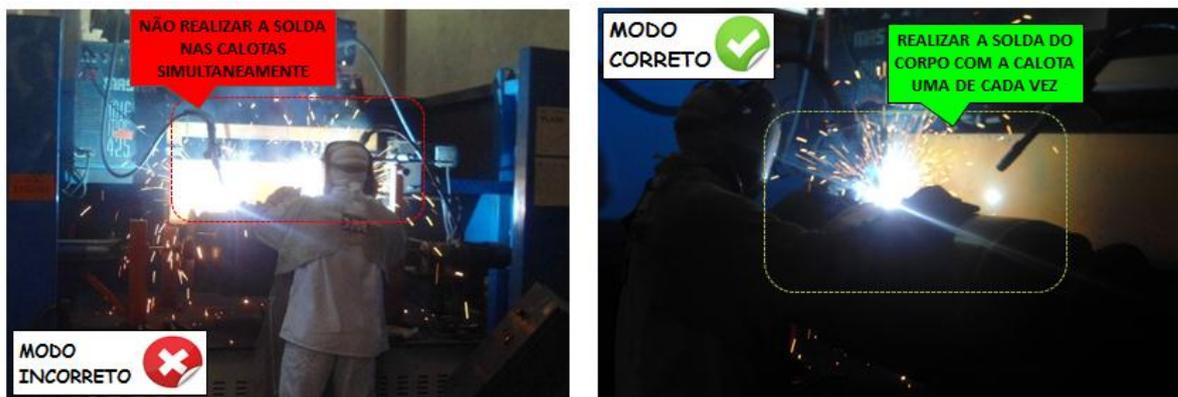


Figura 33: Padrão controle da tocha. Fonte: O autor.

4.5 Etapa de Conclusão

Com a realização das ações do plano de ação foi possível fazer um comparativo de como estava a situação da produção na célula de produção e como ficou após as melhorias. A média de vazamentos referentes a problemas na calota teve redução de 48,64%, que era de 3,7 vazamentos para 1,9 por reservatório de ar. A média de vazamentos apresentados nos

acessórios passou de 2,1 para 0,2 vazamentos, ou seja, redução de 90,47%. E por fim o vazamento no corpo do reservatório passou de 1,2 para 0,9 vazamentos por reservatório na média, uma redução de 25%. A Figura 34 apresenta os resultados.

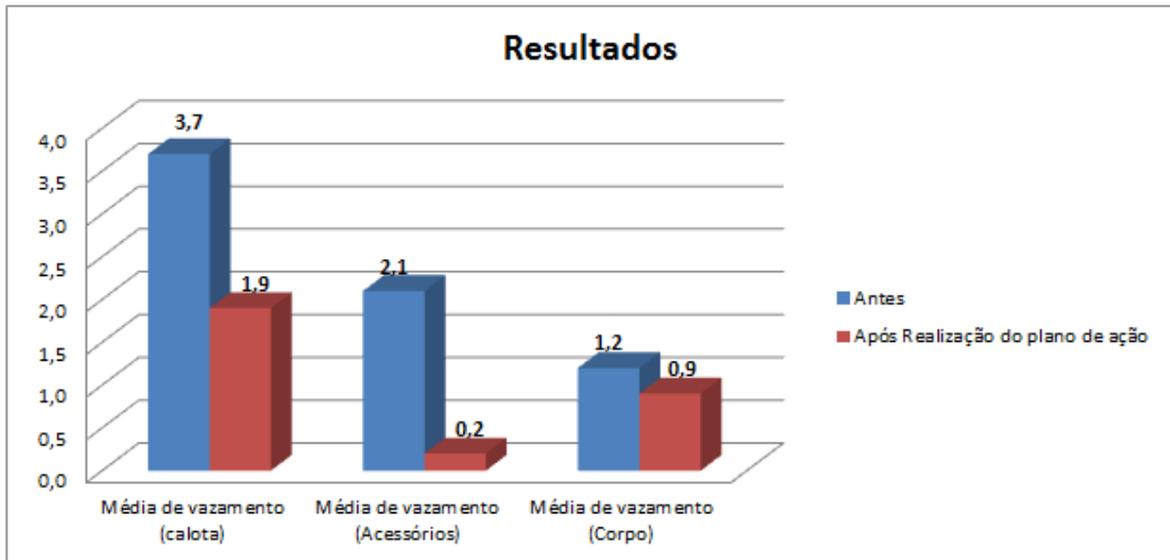


Figura 34: Resultados. Fonte: O autor.

A Figura 35 apresenta o resultado final no estudo, onde é possível verificar que a redução no número de retrabalhos realizados por reservatório de ar produzido foi de 71%. Onde o resultado final ficou satisfatório, acima da meta estabelecida.

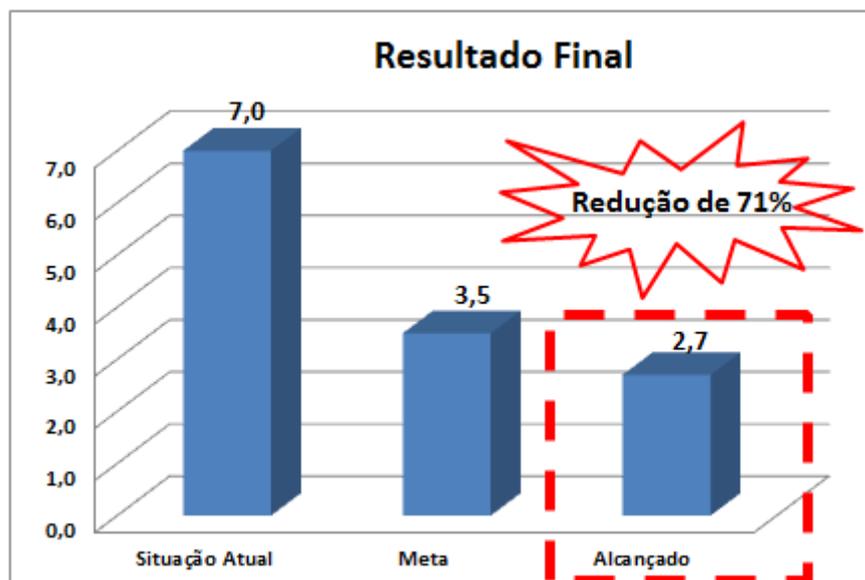


Figura 35: Resultado final. Fonte: O Autor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a utilização das ferramentas da qualidade e a aplicação do MASP, levantaram-se vários problemas e definiu-se o planejamento, e definiram-se os objetivos e metas com base nos problemas a serem resolvidos, explicitados na necessidade de retrabalhos na célula de trabalho escolhida. Obteve-se como resultado uma redução de 7 retrabalhos para 2,7 por reservatório de ar produzido, uma redução de 71%. Considerando um resultado significativo frente a quantidade de retrabalhos que a célula apresentada anteriormente a aplicação do MASP. Com isso pode-se afirmar que foram atingidos os objetivos da presente pesquisa tanto pelo aumento da eficiência da produção na respectiva célula quanto na melhoria da qualidade do produto final, desejável ao setor de implementos rodoviários.

Conclui-se que o objetivo geral traçado inicialmente de avaliar a utilização do MASP foi atendido pois permitiu verificar a melhoria do produto reduzindo os retrabalhos. E quanto aos objetivos específicos o referencial teórico levantado permitiu o embasamento da pesquisa e a discussão dos resultados; tanto a realização da coleta de dados nas células de trabalho e o mapeamento dos problemas e o levantamento das causas raiz foi possível e realizado dentro do proposto de acordo com o método. E por fim o objetivo específico de propor e aplicar alternativas para a solução dos problemas foi alcançado tendo em vista os resultados satisfatórios das melhorias.

5.1 Dificuldades e Limitações

Primeiramente a pesquisa exigiu acompanhamento durante o horário de trabalho e, portanto demandou maior tempo para levantamento de dados. Assim como para obter dos resultados também requereu um tempo maior de acompanhamento para a verificação das melhorias.

O levantamento de custos de produção, do retrabalho e da execução do plano de ação foi uma limitação pela falta de dados disponibilizados pela empresa.

Uma outra limitação foi a falta de conhecimento no processo de solda e montagem, onde foi necessário um estudo prévio da célula onde o trabalho foi realizado.

5.2 Atividades futuras

Como a etapa de execução não pode ser totalmente finalizada, devido à necessidade de desenvolver novos gabaritos para solda da calota e para montagem do conjunto do reservatório de ar, outros estudos devem ser realizado para a implantação de novos dispositivos, viabilidade, retorno de investimento e até mesmo de novos métodos e tecnologias para otimizar e melhorar a produção.

Outra atividade futura é de realizar levantamento da redução de custo obtido pela diminuição do retrabalho e de criação da documentação técnica referente os processos. Incluir indicadores de desempenho para monitorar as descontinuidades de solda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANFIR – Associação nacional dos fabricantes de implementos rodoviários. Uma história e tanto, 2009. Disponível em: http://www.shreditorial.com.br/download/implementos_2009/Hist%C3%B3ria%20da%20Ind%C3%BAstria%20de%20Implementos%20Rodovi%C3%A1rios.pdf. Acesso em 2 de março de 2014.
- ANDRADE, F. F. **O método de melhorias PDCA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.
- ANDRADE, W. Venda de implemento rodoviário deve crescer 6,6% em 2013. Revista digital EXAME.COM, 2013. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/negocios/noticias/venda-de-implemento-rodoviario-deve-crescer-6-6-em-2013>. Acesso em 2 de março de 2014.
- ARIOLI, E.E. **Análise e solução de problemas: O método da qualidade total com dinâmica de grupo**. 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998. 340 p.
- BJUR, Wesley; CARAVANTES, Geraldo Ronchetti; CARAVANTES, Cláudia Born. **Administração e qualidade – A superação dos desafios**. São Paulo: Editora Makron Books, 1997.
- CÉSAR, F. I. G., **Ferramentas Básicas da Qualidade: instrumento para gerenciamento do processo e melhoria contínua**. São Paulo: Biblioteca 24 horas, 2011.
- COSTA; EPPRECHT; CARPINETTI; **Controle Estatístico de Qualidade**. 1º Edição, Editora Atlas, São Paulo, 2004.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC – Controle de qualidade total**. 8. ed. Nova Lima: Editora INDG, 2004.
- FALCONI, V.C.; **Controle da Qualidade Total – No estilo japonês**, 2º Edição, Editora INDGTecs, Nova Lima, 1992.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2007.
- ISHIKAWA, K. **Controle de Qualidade Total: à maneira japonesa**; Tradução de Liana Torres. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

KUME, Hitoshi; **Métodos Estatísticos para a Melhoria da Qualidade**. 3ª Edição, Editora Gente, São Paulo, 1993.

JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

LEME, Rui Aguiar da Silva. **Controles na produção**. 2ª ed. São Paulo: Editora Pioneira, 1973.

LINS, Bernardo Estellita. **Ferramentas básicas de qualidade**. 1993. Disponível em: <<http://www.belins.eng.br/ac01/index.htm>>. Acesso em: março de 2013.

MARTINS, P. G., LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. São Paulo, Editora Saraiva, 2005.

MURRAY, R. S.; SCHILLER, J.J.; SRINIVASAN, A. **Probabilidade e Estatística**, Editora Bookman Companhia Ed, 2004.

RITZMAN, L.P.; KRAJEWSKI, L.J.; **Administração da Produção e Operações**, 1ª ed. São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall, 2004.

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

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Tradução: Eduardo Schaan. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

TAGUCHI, G.; CHOWDHURY, S.; TAGUCHI, S. **Robust engineering: Learn How to Boost Quality While Reducing Costs & Time to Market**. McGraw-Hill, 1999.

WERKEMA M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900
Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196