



Tainara Tomasi

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM MÉTODO PADRÃO COM BASE NAS
FERRAMENTAS DO *LEAN MANUFACTURING* PARA ELIMINAÇÃO
DO CONTRAFLUXO**

Horizontina – RS

2018

Tainara Tomasi

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM MÉTODO PADRÃO COM BASE NAS
FERRAMENTAS DO *LEAN MANUFACTURING* PARA ELIMINAÇÃO
DO CONTRAFLUXO**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em engenharia de Produção na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Prof. Sirnei César Kach, Me.

Horizontina - RS

2018

FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

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

“Implementação de um método padrão com base nas ferramentas do *lean manufacturing* para eliminação do contrafluxo”

Elaborada por:

Tainara Tomasi

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

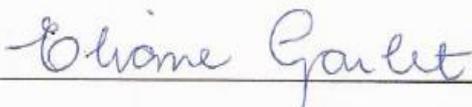
Aprovado em: 04/12/2018

Pela Comissão Examinadora



Me. Sirnei César Kach

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador



Me. Eliane Garlet

FAHOR – Faculdade Horizontalina



Me. Marcelo André Losekann

FAHOR – Faculdade Horizontalina

Horizontalina - RS

2018

Dedicatória

À minha família, em especial aos meus pais Oscar Tomasi e Odiva Tomasi por todo apoio, estímulo e dedicação dados a mim nesta caminhada. Sou eternamente grata a vocês.

AGRADECIMENTO

Sou grata a todos que de alguma forma contribuíram e me ajudaram para que eu chegasse até aqui.

Primeiramente aos meus pais pois sem eles não estaria tornando este sonho em realidade.

À minha irmã, meu namorado e a minha família pela motivação e apoio.

Aos meus colegas de trabalho e a empresa que me forneceram todo o suporte e auxílio necessário, bem como todo o conhecimento prático adquirido até aqui.

Aos meus professores por todo o ensino concebido a mim, e especialmente ao meu orientador Sirnei Kach.

Aos meus amigos que sempre me incentivaram em minhas escolhas, sobretudo a minha amiga Larissa.

Minha eterna gratidão e o meu muito obrigado!

“Sonhos determinam o que você quer e a ação determina o que você conquista”.

(Aldo Novak)

RESUMO

O trabalho implementa uma metodologia padrão com base nas ferramentas do *lean manufacturing*, averiguando se a mesma conseguirá mapear e auxiliar na solução do problema para o contrafluxo de peças, as quais são usinadas pós solda. Objetiva-se, portanto, eliminar esse transtorno o qual ocorre em uma empresa do setor metalomecânico, por meio do método já especificado. Para realizar tal trabalho a metodologia utilizada foi de natureza do tipo exploratório e quanto a classificação de delineamento a ser adotado é de pesquisa-ação. O referido tema é de extrema importância, tendo em vista que é por meio da melhoria contínua e aperfeiçoamento dos processos que se torna possível reduzir custos e eliminar os desperdícios existentes, garantindo, desta forma, a qualidade do processo. Deste modo, nota-se que o trabalho obteve resultados positivos, pois após as melhorias implementadas, foi possível uma redução de custos e aumento da produtividade. Portanto, averiguou-se que as ferramentas do *lean manufacturing* são eficazes e alcançaram as expectativas para a eliminação da produção descontinuada de materiais.

Palavras-chave: Eliminar desperdícios. Reduzir Custos. *Lean Manufacturing*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Perdas em um sistema de valor	16
Figura 2: Tipos de fluxo de materiais	19
Figura 3: Modelo de redução de perdas.....	20
Figura 4: Etapas iniciais do Mapeamento do Fluxo de Valor	24
Figura 5: Alocação desigual entre estágios reduz eficiência.....	25
Figura 6: Diagrama de fluxo de processos mostrando as movimentações	27
Figura 7: Matriz de impacto e esforço	28
Figura 8: Gráfico de Pareto com base na demanda anual	34
Figura 9: Gráfico de Pareto com base no tempo unitário	35
Figura 10: Gráfico de Pareto com base no tempo versus a demanda anual.....	36
Figura 11: Desenho 3D do conjunto 063770S1.....	37
Figura 12: DNA do estado atual	39
Figura 13: Matriz de impacto <i>versus</i> esforço.....	41
Figura 14: Alteração do ferramental de solda.....	43
Figura 15: Armazenamento dos itens do conjunto 063770S1	44
Figura 16: Cartão <i>kanban</i> de um item que forma o conjunto soldado 063770S1.....	45
Figura 17: DNA do estado futuro.....	46
Figura 18: Comparativo de redução de estoque.	47
Figura 19: Comparativo de redução do <i>lead time</i>	47
Figura 20: Comparativo de redução de movimentação.....	48

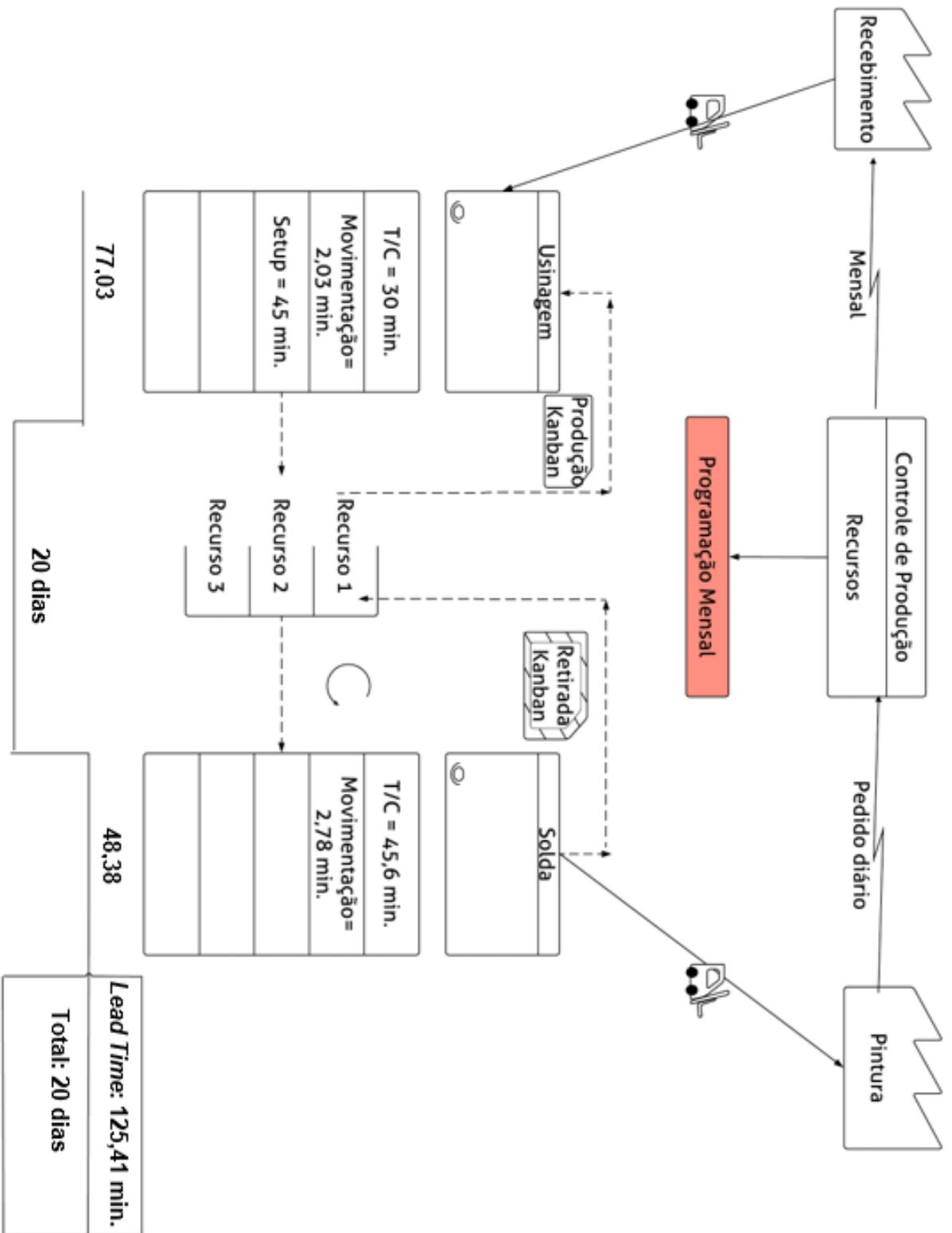
LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Significado do 5W2H	23
Quadro 2: Significado do Ciclo PDCA	29
Quadro 3: Composição do conjunto soldado 063770S1	37
Quadro 4: <i>Brainstorming</i> de melhorias	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 TEMA 11	
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.4 HIPÓTESES	12
1.5 JUSTIFICATIVA	13
1.6 OBJETIVOS	13
1.6.1 Objetivo Geral	13
1.6.2 Objetivos Específicos	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	15
2.1.1 Sistema empurrado	15
2.1.2 Sistema puxado	15
2.2 <i>LEAN MANUFACTURING</i>	16
2.2.1 Superprodução	17
2.2.2 Espera	17
2.2.3 Transporte	17
2.2.4 Superprocessamento	17
2.2.5 Estoque	18
2.2.6 Movimentação	18
2.2.7 Defeitos	18
2.2.8 Criatividade Perdida	18
2.3 TIPOS DE PRODUÇÃO	18
2.3.1 Fluxo Contínuo	19
2.3.2 Produção Descontinuada	20
2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	21
2.4.1 Diagrama de Pareto	21
2.4.2 Brainstorming	22
2.4.3 Plano de ação - 5W2H	22
2.5 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR – VSM - (<i>VALUE STREAM MAPPING</i>)	23

2.5.1 Nivelamento	24
2.5.2 Balanceamento	25
2.5.3 Mapa do estado atual	25
2.5.4 Mapa do estado futuro	26
2.6 KANBAN.....	26
2.7 SETUP	27
2.8 DIAGRAMA DE ESPAGUETE	27
2.9 MATRIZ DE IMPACTO E ESFORÇO.....	28
2.10 CICLO PDCA	28
3 METODOLOGIA	30
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	30
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	32
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	33
4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS CONTRAFLUXOS.....	33
4.2 MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL	38
4.2.1 Mapeamento do fluxo de valor do estado atual	38
4.2.2 Diagrama de espaguete do estado atual	39
4.3 SUGESTÕES E MELHORIAS.....	40
4.3.1 Brainstorming	40
4.3.2 Matriz de Priorização	41
4.3.3 Plano de Ação – 5W2H	42
4.3.4 Implementação das melhorias.....	42
4.4 ESTADO FUTURO.....	45
4.4.1 Mapeamento do fluxo de valor do estado futuro	45
4.4.2 Diagrama de espaguete do estado futuro	48
CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS.....	52
APÊNDICE A – AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	54
APÊNDICE B – VSM ESTADO ATUAL.....	55
APÊNDICE C – PLANO DIAGRAMA DE ESPAGUETE ESTADO ATUAL	56
APÊNDICE D – PLANO DE AÇÃO 5W2H	57
APÊNDICE E – ATUALIZAÇÃO DO POP.....	58
APÊNDICE F – VSM ESTADO FUTURO	59



1 INTRODUÇÃO

É extremamente importante a estruturação do processo de manufatura dentro de uma empresa, pois a partir desta estruturação torna-se possível constatar melhorias viáveis a serem implementadas no fluxo de materiais que envolvem os processos de fabricação.

Diante disso, o presente trabalho tem como tema a aplicação de ferramentas do sistema *lean manufacturing*, que significa produção enxuta, onde destina-se a eliminação das perdas que não agregam valor ao processo produtivo, as quais geram custos desnecessários à empresa.

Por meio do estudo, procura-se demonstrar a suma importância do mapeamento e análise do processo de manufatura. Destaca-se que atualmente o processo de produção possui falhas, as quais geram contrafluxo de peças, e desta forma acarretam custos desnecessários tanto na fabricação como no processo logístico.

Tendo como objetivo a eliminação do contrafluxo de peças, as quais são usinadas pós solda em uma empresa do setor metalomecânico, por meio das ferramentas do sistema *lean manufacturing*. Mais especificamente objetiva-se levantar e analisar os dados do estado atual, mapear as causas do problema, sugerir e implementar as melhorias, criar um estado futuro e coletar os resultados após a implementação.

Portanto, com este trabalho, visa-se constatar melhorias viáveis no fluxo de materiais que envolvem os três processos de usinagem, mercados e solda, os quais podem trazer ganhos relevantes de qualidade e de produtividade no processo de manufatura. O aperfeiçoamento no processo é fundamental, pois com este pretende a criação de um fluxo contínuo, é possível diminuir os custos e desperdícios que existem atualmente.

1.1 TEMA

O presente trabalho tem como foco a análise de um processo de manufatura com base nas ferramentas do sistema *lean manufacturing* de produção.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho delimita-se na análise da situação atual, mapeamento do processo produtivo utilizando métodos específicos. Além disso, abrange também a proposição de melhorias para o atual processo de produção, bem como o acompanhamento das mesmas para o sucesso e validação com qualidade da eliminação do contrafluxo.

O referido mapeamento será realizado em uma empresa do ramo metalomecânico, nas áreas que fazem parte da manufatura dos itens, que são: usinagem, mercado e solda.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Através de uma série de adversidades encontradas no processo de manufatura, o qual deve ser de uma forma contínua e eficaz, se percebem alguns desvios, tanto no fluxo dos materiais, quanto na falta de análise dos processos de fabricação, os quais geram contrafluxo.

No atual processo de manufatura que foi projetado, não houve planejamento e estudo sobre o balanceamento do fluxo de materiais aos quais as peças seriam submetidas.

Portanto, o estudo a ser realizado pretende eliminar a produção descontinuada de peças usinadas pós solda, e diante deste, surge o seguinte problema de pesquisa, que pode ser definido com a seguinte pergunta: A aplicação de uma metodologia com base nas ferramentas do *lean manufacturing* conseguirá mapear e auxiliar na solução do contrafluxo dos materiais?

1.4 HIPÓTESES

A possível resposta para a pergunta que surgiu nesta pesquisa seria a implementação de ferramentas do sistema *lean manufacturing*. Esse, por sua vez, conta com diversas ferramentas para auxiliar na otimização de processos, como: alteração de *layout*, mapeamento do fluxo de valor, diagrama de espaguete, diagrama de Pareto, entre outros.

O sistema *lean manufacturing* tem como foco a produção enxuta e a melhoria contínua dos processos, e desta forma, buscando que ocorra a eliminação do contrafluxo de peças usinadas pós solda, resolvendo assim a questão problema da pesquisa.

1.5 JUSTIFICATIVA

A busca pela melhoria dos processos através das ferramentas do sistema *lean manufacturing* é um desafio contínuo dentro das organizações. Estas, por sua vez, visam redução do custo interno de fabricação, de modo a obter, conseqüentemente, o aumento da margem de lucro, bem como o alcance de um processo de manufatura mais produtivo e enxuto.

O mapeamento do fluxo e análise do processo de produção que foram executados com este trabalho tem em vista a detecção de melhorias na fabricação de peças, as quais são submetidas a contrafluxo de usinagem e solda. Desta forma, acabam gerando desperdícios e custos desnecessários tanto no processo de fabricação como no processo logístico.

Portanto, justifica-se a realização deste trabalho levando em conta que os aperfeiçoamentos são fundamentais, pois tem como foco a criação de um fluxo contínuo dos materiais no processo de fabricação. Da mesma forma, a garantia da qualidade do produto e a eliminação de perdas existentes no sistema de produção, como movimentações e *setups*.

E quanto aos integrantes envolvidos da pesquisa, com a realização deste trabalho busca-se ampliar os conhecimentos voltados os *lean manufacturing* e também a troca de experiências entre os mesmos, bem como melhoria contínua dos processos, os quais fazem parte do dia-a-dia do trabalho.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

Com este trabalho objetiva-se eliminar a produção descontinuada de peças, implementando um método que garanta o balanceamento correto da linha, com base nas ferramentas do *lean manufacturing*.

1.6.2 Objetivos Específicos

Alinhado ao objetivo geral, os objetivos específicos sugeridos para este trabalho são:

- a) Priorizar quais peças possuem contrafluxo com base nas ferramentas de qualidade;
- b) Mapear o processo de manufatura atual e suas variáveis;
- c) Sugerir e implementar melhorias necessárias ao processo;
- d) Coletar dados para validar o processo após sua implementação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Conforme Slack, Chambers e Johnston (2002), cada operação fabrica bens ou serviços, e isto é realizado por um processo de transformação. Este processo de transformação, por sua vez, refere-se à utilização de recursos para transformar a condição ou o estado de algo para produzir *outputs*.

Segundo Antunes (2008), sistemas de produção utilizam um grupo de entradas (como por exemplo informações, materiais, energia, etc.). Os elementos destas entradas serão fisicamente processados e obterão valor agregado pela aplicação de um conjunto de elementos relevantes, os quais resultarão em saídas, ou seja, produtos acabados.

2.1.1 Sistema empurrado

Slack *et al.* (1996) esclarece que no sistema empurrado de produção as atividades são programadas por meio de um sistema central, sendo que cada centro de trabalho empurra o trabalho, sem levar em conta se o centro de trabalho seguinte pode utilizá-lo.

Liker e Meier (2007) complementam que quando a produção é no sistema empurrado, não há nenhum acordo entre o fornecedor e o cliente em relação à quantidade de trabalho a ser fornecida e com que frequência. Em consequência, o fornecedor trabalha em seu próprio ritmo e termina o trabalho conforme a sua própria programação, e esse material é entregue ao cliente, sendo requisitado ou não.

2.1.2 Sistema puxado

De acordo com Liker (2007), o sistema puxado de produção indica quando o material é movimentado e quem (o cliente) determina este movimento. Formando assim uma “conexão” entre os processos do fornecedor e do cliente.

Ainda segundo Slack *et al.* (1996), o passo e as especificações de o que é realizado são definidos pela estação de trabalho do consumidor, que “puxa” o

Fonte: Liker, 2005, p. 49.

Então, conforme Liker e Meier (2007), a Toyota classificou quais são e o que significam os oito principais tipos de atividades que não agregam valor, as quais cita-se: superprodução, espera, transporte, superprocessamento estoque, defeitos, movimentação e criatividade perdida.

2.2.1 Superprodução

Em concordância com Shingo (1996) o desperdício da superprodução é a pior perda, é a partir da qual se dá origem às demais, sendo definida por manufaturar o produto antes de que ele seja necessário, ou ainda fabricar mais produtos do que o necessário.

2.2.2 Espera

De acordo com Liker (2005) esta perda diz respeito ao tempo sem trabalho. Ou seja, é o tempo que o operador fica esperando pelo próximo passo no processamento, ferramenta e/ou peça ou também por não haver demanda de trabalho, o qual pode ocorrer por ter um gargalo, ter falta no estoque, paradas de máquinas, etc.

2.2.3 Transporte

Referente ao transporte desnecessário, Liker (2005) cita como movimentação de estoque em processo, materiais, peças, ferramentas e também produtos acabados por grandes distâncias, tanto para dentro, quanto para fora do estoque ou entre os processos.

2.2.4 Superprocessamento

Para Liker e Meier (2007) esta perda se refere a execução de tarefas ou atividades que são desnecessárias para processar as peças, ou seja, tudo o que é realizado além do solicitado. Pode se dar também ao processamento ineficiente correspondente à má qualidade das ferramentas, máquinas ou projeto do produto, que podem ocasionar produtos defeituosos.

2.2.5 Estoque

Para Liker e Meier (2007) o exagero de matéria-prima, itens estocados em processo ou produtos acabados, que causam *lead times* mais extensos, redução da vida útil, produtos danificados, atrasos, retrabalhos, custos extras com transporte e estocagem. Além do mais, o estoque excedente pode ocultar problemas, tais como defeitos, paralisação de equipamentos, entregas com atrasos, e longos períodos de *setup*.

2.2.6 Movimentação

De acordo com Dennis (2008), movimentação se associa ao componente humano, e está relacionada a ergonomia, pois maus projetos de *layout*, por exemplo, afetam de forma negativa a produtividade e qualidade, além de afetar a segurança dos operadores. Então a movimentação trata-se da saída do funcionário do seu posto de trabalho para pegar, encontrar, buscar peças, ferramentas, ajuda, materiais, assim como caminhar, erguer, empilhar, entre outros fatores.

2.2.7 Defeitos

Conforme Slack *et. al.* (2002), o desperdício de defeitos indica os custos com refugo de peças, material e também uma parte da mão-de-obra que está envolta na produção com a má qualidade. Estes problemas podem ocorrer por vários motivos por exemplo Slack et al. (1996) cita distúrbios no sistema de controle de produção, falha em fornecer como o prometido e pressa de ordens de produção.

2.2.8 Criatividade Perdida

O último desperdício se refere à criatividade não utilizada dos funcionários que para Liker e Meier (2007), é a privação de ideias, perda de tempo, habilidades, melhorias e oportunidades que por não dar ouvidos ou não incluir o funcionário acaba-se perdendo.

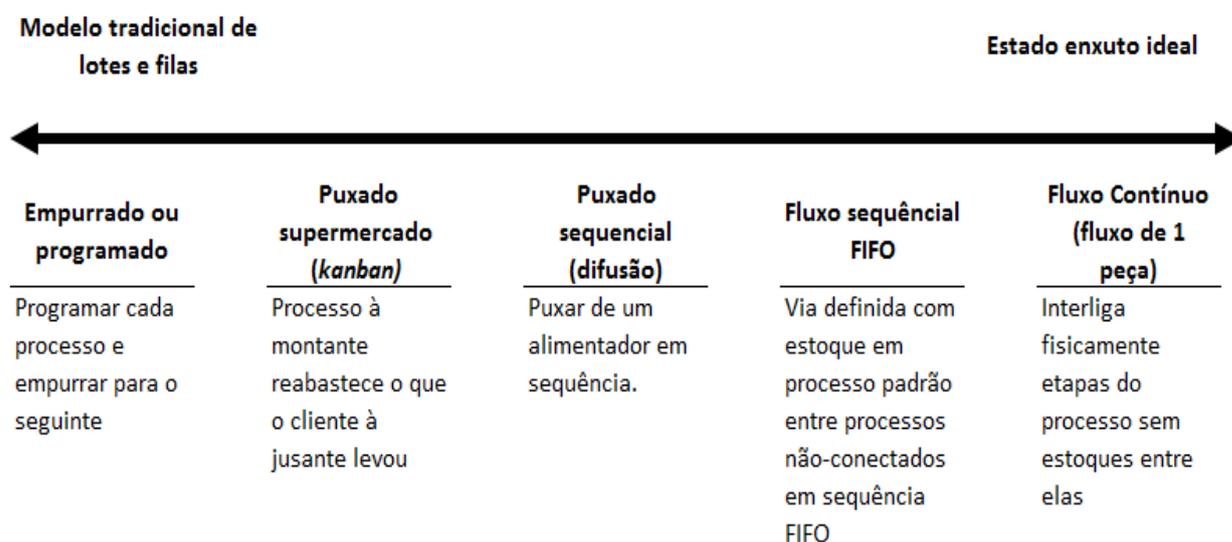
2.3 TIPOS DE PRODUÇÃO

De acordo com Slack *et al.* (1996), cada tipo de processo de produção resulta em uma forma distinta de organizar as atividades das operações, com diferentes propriedades de variedade e volume.

Mações (2007) *apud* Baranger *et al.* (1995) ainda destaca que a implantação interna das unidades de manufatura está associada ao tipo de produção, pois cada maneira de produção conduz a problemas distintos.

De acordo com Liker e Meier (2007) na Figura 2, pode-se verificar que o fluxo contínuo é o estado modelo para toda empresa, com foco na correlação entre as etapas de produção e sem estoques. Diferentemente do sistema empurrado, o qual é o modelo de produção mais tradicional, e gera muitos estoques entre os processos.

Figura 2: Tipos de fluxo de materiais



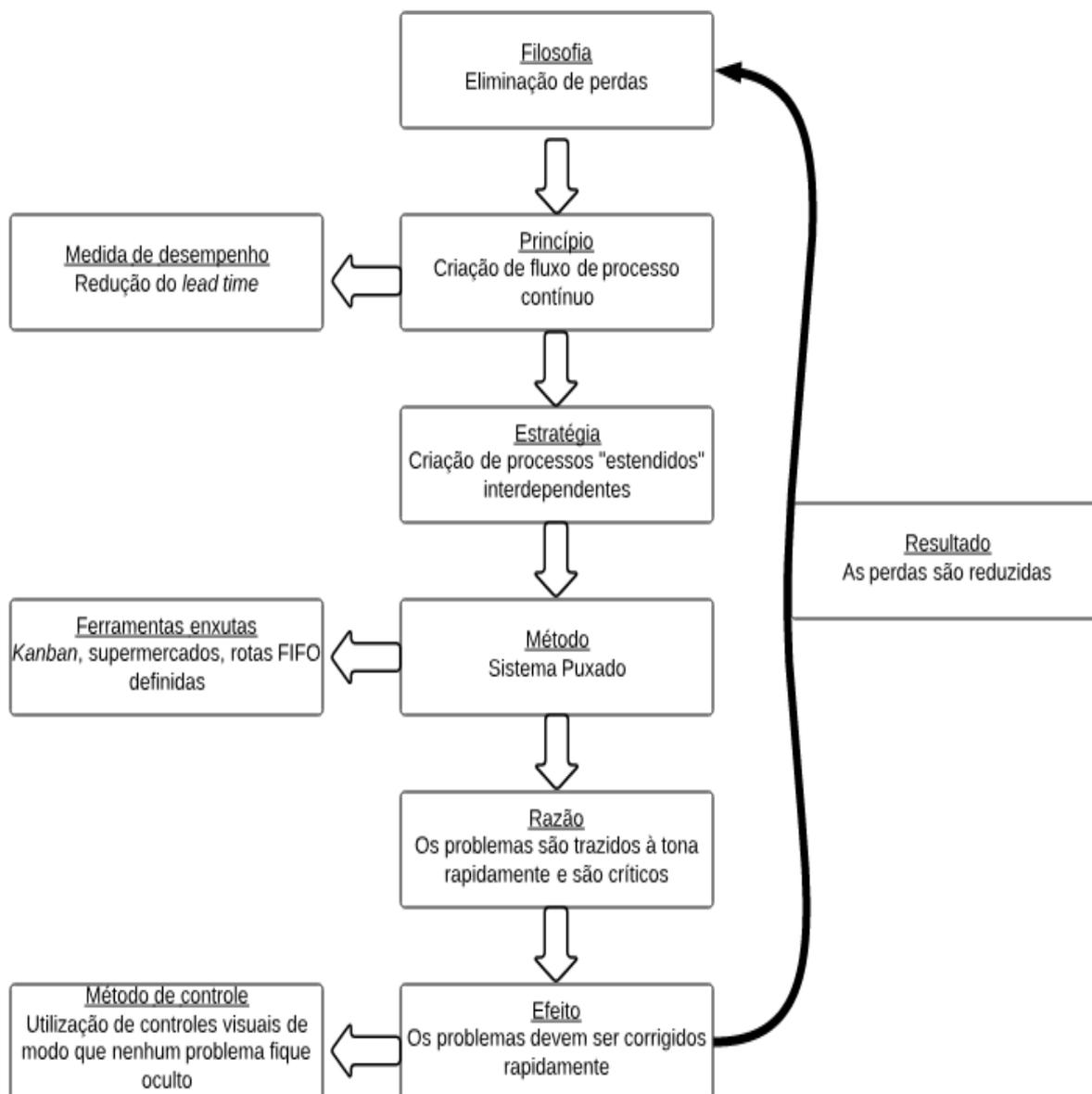
Fonte: Liker e Meier, 2007, p. 115.

2.3.1 Fluxo Contínuo

Conforme Liker e Meier (2007), os itens que se movimentam continuamente no passar do processamento com um tempo mínimo de espera entre as fases e a menor distância de deslocamento, serão manufaturadas com a maior eficiência.

Portanto, o fluxo reduz o tempo de produção, que consequentemente minimiza o custo do ciclo, podendo haver melhorias na qualidade e a eliminação de perdas, como demonstra a Figura 3.

Figura 3: Modelo de redução de perdas



Fonte: Liker e Meier, 2007, p. 93.

Segundo Rother e Shook (2003), o fluxo contínuo é o modo mais eficiente de produzir. Significa produzir uma peça de cada vez, com cada peça sendo enviada em seguida de um posto do processo para o próximo sem nenhuma parada entre eles, fazendo assim com que se reduza as perdas no sistema.

2.3.2 Produção Descontinuada

Para Mações (2007), produção descontinuada são combinações que reúnem equipamentos por funções ou pessoas por especializações e por produtos, sendo

que os problemas de equilíbrio entre os diferentes postos de trabalho são resolvidos por maneira de investigação operacional.

Conforme Shingo (1996) contrafluxo é operações as quais são realizadas na ordem contrária ao fluxo de processo. E em muitos casos as operações no contrafluxo aumentam a espera entre os processos.

2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Conforme Miguel (2001) as ferramentas da qualidade formam um grupo de metodologias, que são frequentemente usadas como apoio ao desenvolvimento da qualidade, as quais podem ser usadas isoladamente ou também como parte de um processo de implementação de melhorias, de processo ou de qualidade. No Apêndice A constam as ferramentas da qualidade.

Segundo Meireles (2001), as ferramentas da qualidade que são técnicas para a gestão da organização e também para a resolução de problemas, estão geralmente ligadas ao baixo desempenho de processos. O uso das ferramentas somente terá resultados duradouros se houver a cultura de solução de problemas disseminada.

2.4.1 Diagrama de Pareto

De acordo com Campos (1992), o Diagrama de Pareto é a estratificação, que se entende pela divisão de um problema em camadas de problemas com diferentes origens, sendo assim uma análise do processo. Seguindo da coleta de dados, que tem por objetivo levantar dados para a verificação, da importância de cada item com base em dados e fatos coletados em campo. E, por fim, é gerado um gráfico, o qual permite priorizar quantitativamente os itens mais importantes, sendo que muitos itens são triviais e poucos são vitais.

Ainda segundo Miguel (2001), o diagrama de Pareto resume-se a organizar dados por ordem de importância, visando determinar as prioridades para solução de problemas. Para ficar mais claro como é o funcionamento do método do diagrama de Pareto, no Anexo A situa-se a representação do método de análise do mesmo. O diagrama de Pareto resume-se a organizar dados por ordem de importância, visando determinar as prioridades para solução de problemas.

2.4.2 *Brainstorming*

Para Meireles (2001), *brainstorming* deriva das seguintes traduções *brain* que significa “mente” e *storming*, que significa “tempestade”, sendo, portanto, uma ferramenta voltada para elevar a criatividade. É utilizada para que um grupo de pessoas crie o maior número possível de ideias em relação a um determinado tema. Também pode ser usada para a identificação de problemas, ou para a realização de análise da relação de causa-efeito.

Meireles (2001) divide o *brainstorming* em seis etapas, e são elas:

- a) Estabelecer a equipe;
- b) Definir o foco e enfoque;
- c) Geração de ideias;
- d) Crítica
- e) Argumento;
- f) Conclusão.

De acordo com Salles e Mota (2015) *brainstorming* ou tempestade de ideias é um processo de grupo em que os componentes geram ideias de um modo que pode ser definido com livre de críticas e obstáculos. Pois os grupos trabalham melhor quando existem pessoas que trazem diversas perspectivas tanto nos aspectos comportamentais quanto nos aspectos técnicos.

2.4.3 Plano de ação - 5W2H

Em concordância com César (2011), esta ferramenta se define como um documento no qual, de forma organizada, indicam-se as responsabilidades e ações de quem irá executar, por meio de um questionário que é capaz de conduzir às diversas ações que terão de ser implementadas.

No Quadro 1 é possível observar no que consiste o 5W2H, em sua origem (inglês), bem como a tradução das perguntas que devem ser feitas com esta ferramenta.

Quadro 1: Significado do 5W2H

5W2H	
What?	O que será feito?
Who?	Quem fará?
Why?	Por que será feito?
Where?	Onde será feito?
When?	Quando será feito?
How?	Como será feito?
How much?	Quando custará o que será feito?

Fonte: Autora, 2018.

Para Daychoum (2018), esta é uma ferramenta que se refere basicamente à realização de perguntas, conforme Quadro 1, e tem como finalidade a obtenção de informações necessárias que servirão de base ao planejamento de uma forma geral. Este método tem sua origem nos termos da língua inglesa, e pode ser aplicada em diversas áreas de conhecimento.

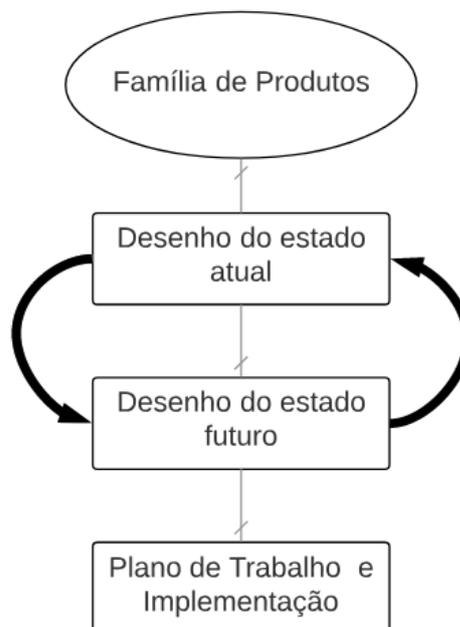
2.5 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR – VSM - (*VALUE STREAM MAPPING*)

Para Rother e Shook (2003), o fluxo de valor é toda a ação, que agrega ou não valor, a qual é necessária para conduzir um produto por todos os fluxos fundamentais para a produção e comercialização do mesmo. Sendo classificado em dois tipos de fluxos: o de produção desde a matéria-prima até o consumidor ou o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento.

Segundo Liker e Meier (2007), no mapeamento do fluxo de valor aprende-se como descrever um mapa do estado atual, o qual demonstra o fluxo dos materiais e de informações, assim como a identificar os desperdícios presentes neste fluxo. Ainda, calcula-se a razão do tempo com valor agregado e o lead time total. Após, cria-se um mapa do estado futuro. E, por fim, é desenvolvido um plano de ação detalhado.

Rother e Shook (2003) destacam ainda que para iniciar o mapeamento do fluxo de valor, busca-se seguir a seguinte sequência de eventos, conforme demonstra a Figura 4.

Figura 4: Etapas iniciais do Mapeamento do Fluxo de Valor



Fonte: Rother e Shook, 2003, p. 9.

Conforme Rother e Shook (2003), o VSM é uma ferramenta essencial para as empresas, pois:

- a) Auxilia a visualizar não somente os processos individuais;
- b) Ajuda tanto a identificar os desperdícios, como também mapear as fontes dos mesmos no fluxo de valor;
- c) Forma uma base para um plano de implementação e decisões.

2.5.1 Nivelamento

Liker e Meier (2007) definem nivelamento como a quantidade constante de trabalho, com o *mix* de produção uniforme. Isso faz com que o processo se conduza em direção à uniformidade ideal na produção, e também se destina o processo ao mais alto nível de flexibilidade e a uma capacidade de resposta às alterações de acordo com a demanda do cliente. O nivelamento e o trabalho padronizado são duas frentes que andam juntas, uma dependente da outra.

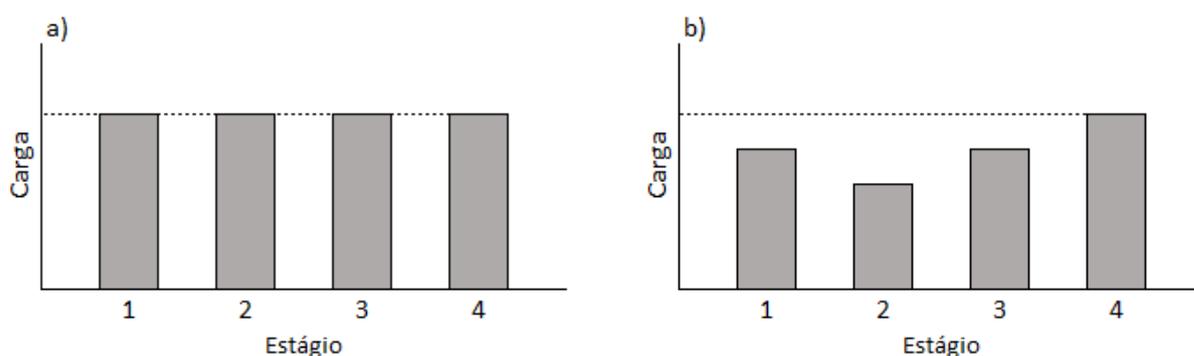
Rodrigues (2016) ainda destaca que nivelamento usualmente pode ser adotado como sinônimo de *heijunka*. O mesmo é a busca, por meio de uma programação, de uma linha de produção com andamento e alimentação constante, portanto o nivelamento tem como objetivo a minimização das modificações

provocadas pelos pedidos não constantes dos clientes. O nivelamento tende a eliminar custos com a ociosidade ou sobrecarga da linha, buscando sempre a otimização de todos os recursos da empresa.

2.5.2 Balanceamento

Conforme Slack *et al.* (1996), o balanceamento é a maior problemática de todas as decisões de projeto de arranjo físico, pois busca garantir uma alocação equilibrada de trabalho para cada posto de linha. Portanto, pode-se medir a eficácia da atividade de balanceamento pelo tempo desperdiçado pela desigual alocação de trabalho como razão do tempo investido no processamento do serviço ou produto, como mostra a Figura 5.

Figura 5: Alocação desigual entre estágios reduz eficiência



Fonte: Slack et al., 1996, p. 240.

Na Figura 5, é possível observar que o gráfico “a” representa a condição ideal de balanceamento, entretanto, o gráfico “b” sinaliza como seria um balanceamento inadequado, uma vez que apresenta atribuições desiguais de trabalho entre os estágios, resultando assim na redução da eficiência do processo (SLACK *et al.*, 1996).

2.5.3 Mapa do estado atual

Liker e Meier (2007) afirmam que o objetivo do mapa do estado atual é entender a essência dos processos de forma a tornar possível a elaboração de um mapa futuro. Para isso, o estado atual fundamenta-se em compreender a condição do fluxo de valor, dos materiais e das informações, sempre visando identificar os inibidores do fluxo, e também quais são as atividades necessárias para sustentá-lo.

2.5.4 Mapa do estado futuro

Para Rother e Shook (2003), o principal foco de mapear o fluxo de valor é visualizar as fontes das perdas e eliminá-las, por meio da implementação do fluxo de valor do estado futuro, a qual se tornará realidade em breve. Portanto, o objetivo é a construção de uma cadeia de manufatura na qual os processos individuais são combinados por meio de fluxo contínuo, puxado ou por seus clientes. Visando sempre cada processo se aproximar o máximo de produzir somente o que e quanto os clientes precisam.

Rother e Shook (2003) complementam ainda, referente ao fluxo de valor futuro e enxuto:

O que estamos tentando realmente fazer na produção enxuta é obter um processo para fazer somente o que o próximo processo necessita e quando necessita. Nós estamos tentando ligar todos os processos – desde o consumidor final até a matéria-prima – em um fluxo regular sem retornos que gere o menor “lead time”, a mais alta qualidade e o custo mais baixo. (ROTHER; SHOOK, 2003, p.42).

Com os fluxos de valores enxutos, somente assim os desperdícios são eliminados ou reduzidos, fazendo com que se garanta prontidão na entrega e com a qualidade necessária (ROTHER; SHOOK, 2003).

2.6 KANBAN

Para Slack *et al.* (1996), o *kanban* é um método de operacionalizar o sistema de produção puxado. *Kanban* é uma palavra japonesa para cartão ou sinal, e tem como finalidade controlar a transferência de material de um estágio a outro da operação, ou seja, é um cartão utilizado por um estágio cliente, para informar seu estágio fornecedor que deve ser enviado mais material. Portanto, o recebimento de um *kanban* dispara o transporte, o fornecimento ou a produção de uma unidade ou quantidade mínima.

Conforme Shingo (1996), o *kanban* detém as funções de instrução de tarefa a ser feita e de transferência. O *kanban* estabelece o número para regular o fluxo de itens, e mantém o estoque em valores mínimos.

2.7 SETUP

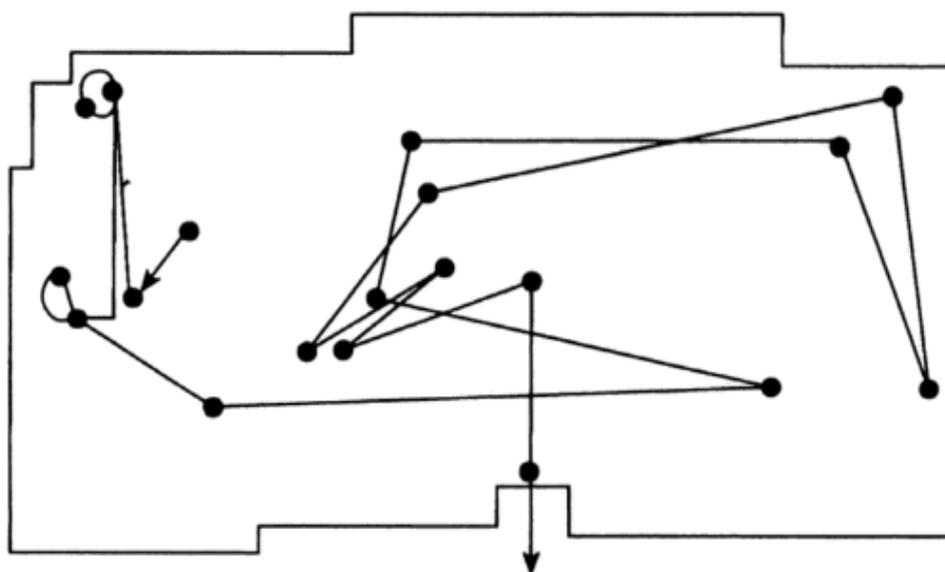
Segundo Slack *et al.* (1996), *setup* refere-se ao tempo decorrido na troca do processo da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote. Para reduzir os tempos de *setup* existem vários métodos, como, por exemplo, a pré-preparação de atividades que retardam as trocas, mudanças mecânicas e até mesmo a busca por ferramentas e equipamentos.

De acordo com Shingo (1996) classifica dois tipos de *setup*, o interno (operações de *setup* que podem ser executadas só quando a máquina está parada), e o externo (que devem ser concluídas enquanto a máquina está em funcionamento).

2.8 DIAGRAMA DE ESPAGUETE

Conforme Adair e Murray (1996), o diagrama de espaguete (também chamado de digrama de fluxo), auxilia na determinação das distâncias a percorrer. Para isso, é traçado o fluxo em uma planta baixa da área de trabalho, e o mesmo é desenhado com o máximo de precisão possível, apresentando todos os locais e as movimentações em que ocorrem as etapas, conforme Figura 6.

Figura 6: Diagrama de fluxo de processos mostrando as movimentações



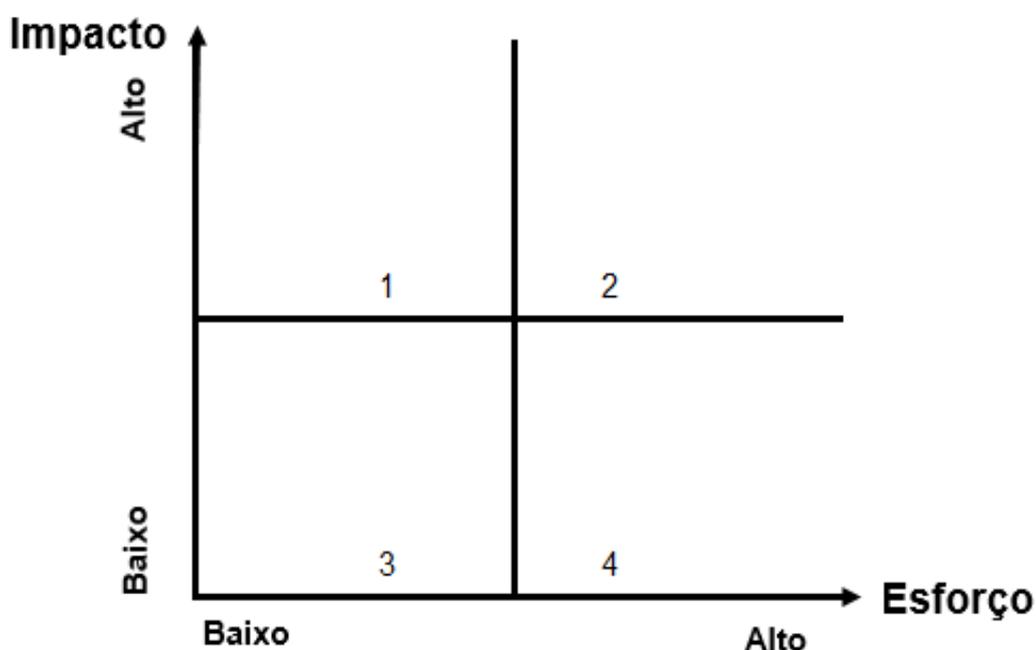
Fonte: Adair e Murray, 1996, p. 148.

O diagrama de fluxo de processos tem como foco revelar todas as movimentações e por onde o material percorre ao longo de um *layout* entre os processos, obtendo assim uma melhor percepção das distâncias a que o material é submetido.

2.9 MATRIZ DE IMPACTO E ESFORÇO

Para Usirono (2015), a matriz de impacto e esforço tem por objetivo principal a priorização de atividades ou ações, as quais possuem maiores chances de execução no projeto, conforme demonstrado na Figura 7.

Figura 7: Matriz de impacto e esforço



Fonte: Autora, 2018.

Ainda conforme Usirono (2015), essas ações podem ser definidas como de alto ou baixo impacto e alto ou baixo esforço. As de baixo impacto e esforço são as que apresentam maior assertividade no projeto, já as de alto impacto e alto esforço requerem mais recursos para executá-las.

2.10 CICLO PDCA

De acordo com Campos (1992), o ciclo conhecido como PDCA é um método de controle de processos, e tem como principal objetivo a melhoria contínua destes.

Os termos no Ciclo PDCA possui os seguintes significados, de acordo com o Quadro 2.

Quadro 2: Significado do Ciclo PDCA

Sigla	Significado	Objetivo
P	Planejar (<i>Plan</i>)	Estabelece metas sobre os itens de controle, e a maneira para atingir as metas.
D	Executar (<i>Do</i>)	Execução das tarefas como previsto no plano e coleta de dados para verificação do processo.
C	Verificação (<i>Check</i>)	Compara o resultado alcançado com a meta planejada.
A	Ação (<i>Action</i>)	Deteção de desvios e ações para serem realizadas as correções definitivas.

Fonte: Autora, 2018.

Rodrigues (2016) ainda complementa que o ciclo PDCA serve como base para agrupar e dar sequência lógica e eficaz às ferramentas da qualidade, sendo que deve-se iniciar o PDCA ao ser identificado um desvio ou no final de cada ciclo de produção. Desta forma, visa-se buscar melhorias e atingir um novo padrão, sendo que este é um processo contínuo.

3 METODOLOGIA

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

O presente trabalho de conclusão de curso foi realizado em uma empresa do ramo metalomecânico, situada no noroeste do Rio Grande do Sul, e possui os processos de usinagem, mercados e solda como foco para a execução do estudo.

Tem a sequência cronológica, como primeiramente foi estruturado uma equipe de trabalho para esse projeto, onde foi envolvido várias áreas da empresa, visando assim haver um comprometimento para com o trabalho. Onde cada membro é responsável por uma parte do projeto.

Após foi realizado um levantamento de informações sobre o processo de manufatura o qual o trabalho engloba, por meio de ferramentas da qualidade, a seguir realiza-se o mapeamento do estado atual, fazendo uma análise do mesmo com o auxílio de métodos do sistema *lean manufacturing*, e também se faz um mapeamento de toda a movimentação que esse processo gera.

Em seguida é efetuado um brainstorming de ideias para melhorias possíveis ao processo e, é criado um plano de ações para as mesmas a serem implementadas e por fim define-se o estado futuro.

Baseado no exposto acima, a metodologia deste trabalho é de natureza exploratória e quanto a classificação de delineamento a ser adotado, refere-se à uma pesquisa-ação.

Conforme Thiollent (1986), a pesquisa-ação é uma classificação de pesquisa com base prática, formada e realizada em estreita associação com uma ação ou na resolução de um problema geral, no qual os participantes e pesquisadores da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo e participativo.

De acordo com Gil (2002), o planejamento da pesquisa-ação é bastante flexível, tanto aos pontos referentes à pesquisa, como também às ações realizadas pelos pesquisadores, que ocorrem em vários momentos ao longo da elaboração do projeto.

Portanto, podem ser considerados como etapas da pesquisa-ação ainda conforme Gil (2002):

- 1) Fase exploratória;
- 2) Formulação do problema;
- 3) Construção de hipóteses;
- 4) Realização do seminário;
- 5) Seleção da amostra;
- 6) Coleta de dados;
- 7) Análise e interpretação dos dados;
- 8) Elaboração do plano de ação;
- 9) Divulgação dos resultados.

3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Os meios necessários para o desenvolvimento do projeto e coleta de dados foram impressos e prancheta para análise, bem como cronômetro e pedômetro. Além destes, equipamentos de registro como canetão, canetas, lápis, borracha, computador, folhas em diversos tamanhos (A4, A3, A2 e A1), *post-its*, papel pardo e fitas adesivas.

Além disso, foi utilizado material didático como livros, periódicos, artigos e monografias para auxílio ao entendimento do trabalho. E, por fim, materiais digitais, como Google Drive, câmera fotográfica e pacote *office*.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

No hodierno capítulo serão apresentados resultados oriundos dos dados alcançados durante a pesquisa realizada na empresa. Buscou-se, com base na bibliografia já apreciada, demonstrar resultado para o problema inicialmente apresentado, que é: A aplicação de uma metodologia com base nas ferramentas do *lean manufacturing* conseguirá mapear e auxiliar na solução do problema de contrafluxo dos materiais?

4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS CONTRAFLUXOS

O tema aprofundado foi fixado a partir de uma análise realizada no processo de usinagem de conjuntos soldados na empresa estudada. Durante tal análise, detectou-se a existência de contrafluxos em alguns conjuntos soldados, os quais causavam desperdícios no processo produtivo e, como consequência, o atraso para tal produção, impactando na falta de componentes para o setor de montagem do produto final.

Quadro 3: Quantidade de itens que possuem contrafluxo.

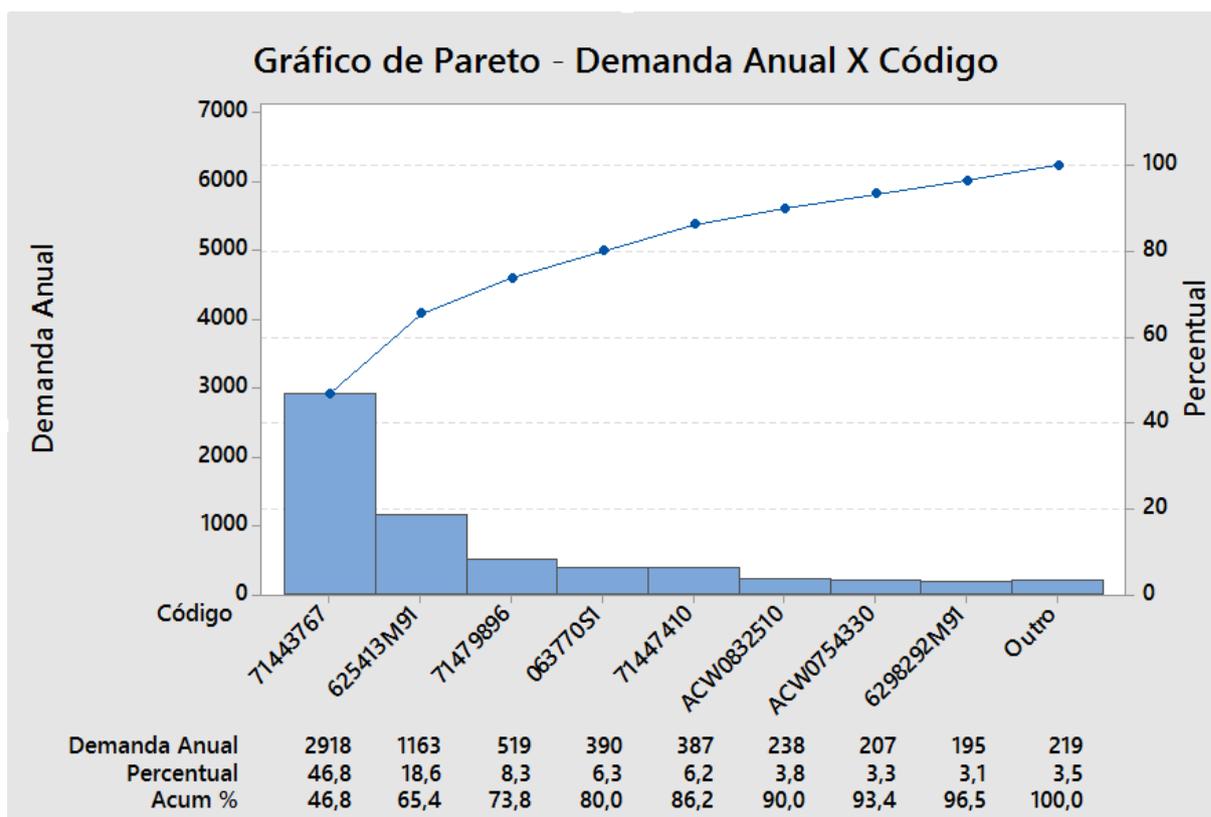
Item	Conjunto	Demanda Anual	Tempo em minutos por peça
1	71443767	2.918	7,8
2	6205413M91	1.163	9,6
3	71479896	519	58,8
4	063770S1	390	87,6
5	71447410	387	19,2
6	ACW0832510	238	43,2
7	ACW0754330	207	52,8
8	6298292M91	195	60
9	070777S1	181	54
10	71460151	31	21,6
11	6201574M91	7	25,8

Fonte: Autora, 2018.

Inicialmente foi verificado quais eram os itens que estavam sendo submetidos a contrafluxos. Feita tal verificação, foi necessário analisar os itens de acordo com a demanda anual e o tempo de processo para fabricação. Percebeu-se que 11 itens possuíam contrafluxo, conforme demonstra-se o Quadro 3.

Em resposta ao primeiro objetivo específico, qual seja, priorizar quais peças possuem contrafluxo com base nas ferramentas de qualidade, foi realizado gráfico de Pareto, que serve para manter a ordem dos dados de acordo com a importância de cada um e assim determinar prioritariamente qual a melhor sequência de solução do problema (MIGUEL, 2001). Demonstra-se com a Figura 8:

Figura 8: Gráfico de Pareto com base na demanda anual



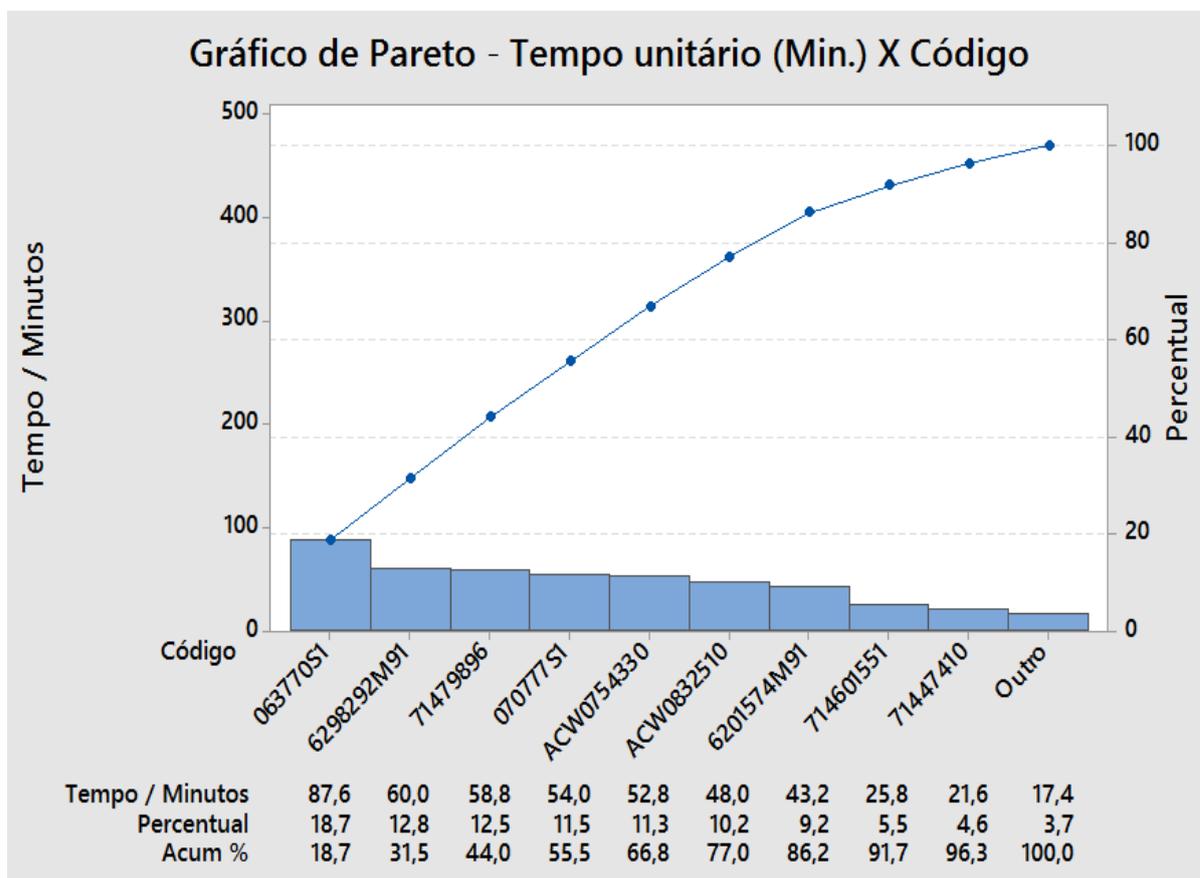
Fonte: Autora, 2018.

Na Figura 8 apresentada foi analisado os itens de acordo com a demanda anual de produção, e constatou-se que o item 71443767 corresponde a 46,8% da demanda, sendo, no entanto, o item que mais impacta na referida demanda com relação aos demais itens analisados.

Posteriormente, observou-se quanto ao tempo de produção dos itens em minutos, para após decidir qual o item que mais impacta, a fim de ser aprofundado o processo de produção de acordo com as ferramentas de qualidade.

Demonstra-se com a Figura 9 o tempo em minutos para produção das peças, dados os quais foram retirados do ERP (*enterprise resource planning*) sistema de gestão da empresa.

Figura 9: Gráfico de Pareto com base no tempo unitário



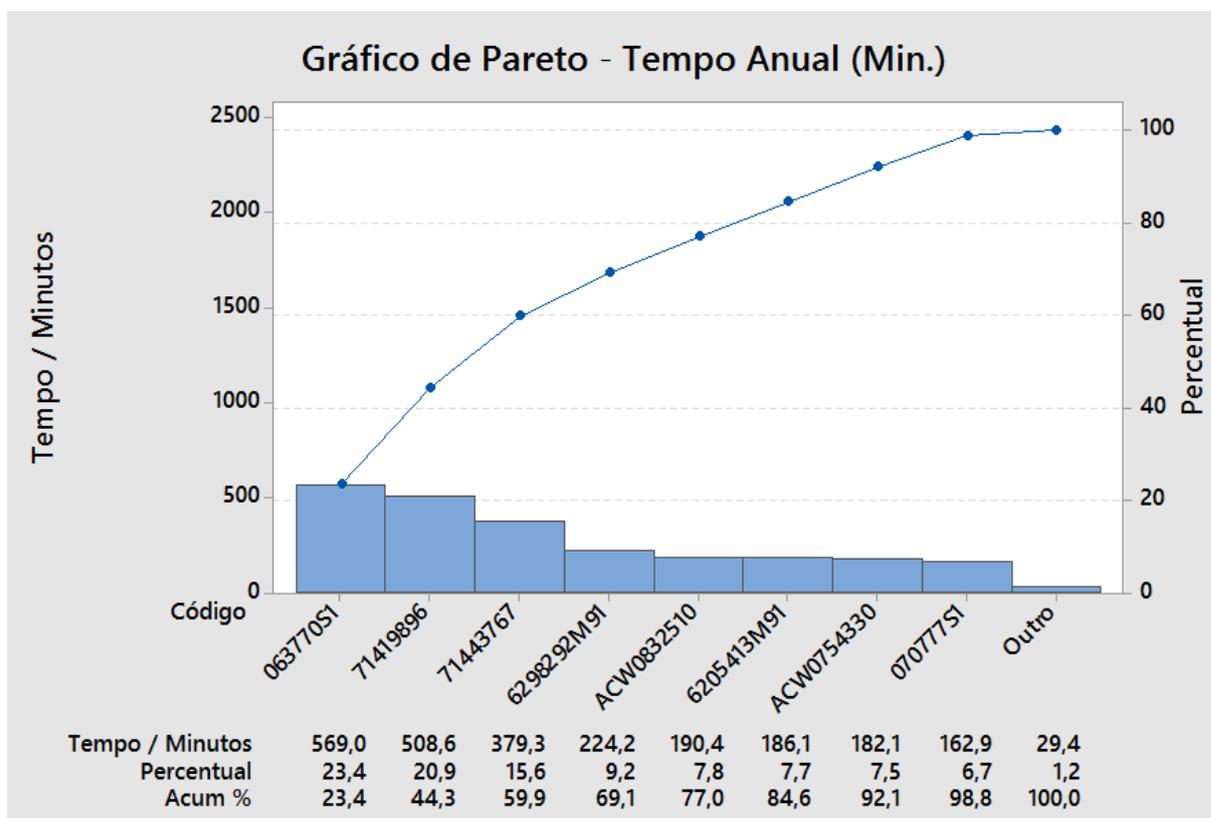
Fonte: Autora, 2018.

Com base na Figura 9, gráfico de Pareto, percebe-se que o item 063770S1 é o que tem maior tempo no processo de manufatura, com 18,7% em relação aos demais itens analisados. O tempo aqui referido leva em conta o processo atual.

Após a realização da análise dos itens em relação a demanda e do tempo no processo de manufatura, foi realizado um gráfico onde unificou-se a demanda anual e o tempo de produção em minutos.

Desta forma, responde-se ao primeiro objetivo específico, ou seja, priorizou-se quais as peças que possuem contrafluxo com base nas ferramentas de qualidade, conforme demonstra a Figura 10.

Figura 10: Gráfico de Pareto com base no tempo versus a demanda anual



Fonte: Autora, 2018.

Conforme demonstrado, foi possível constatar que o conjunto soldado 063770S1 é o que mais impacta no processo de manufatura com relação ao tempo por minutos *versus* a demanda anual, sendo que representa 23,4% de todo o tempo em relação aos outros itens.

Desta forma, o conjunto soldado 063770S1 foi o *top1* escolhido para aprofundar todo o trabalho a partir desta etapa, sendo elas, a análise do estado atual, implementação de melhorias e estado futuro baseado nas ferramentas do *lean manufacturing*.

O conjunto soldado 063770S1, é composto por cinco subitens, os quais formam todo o conjunto, e os mesmos encontram-se no Quadro 3:

Quadro 3: Composição do conjunto soldado 063770S1.

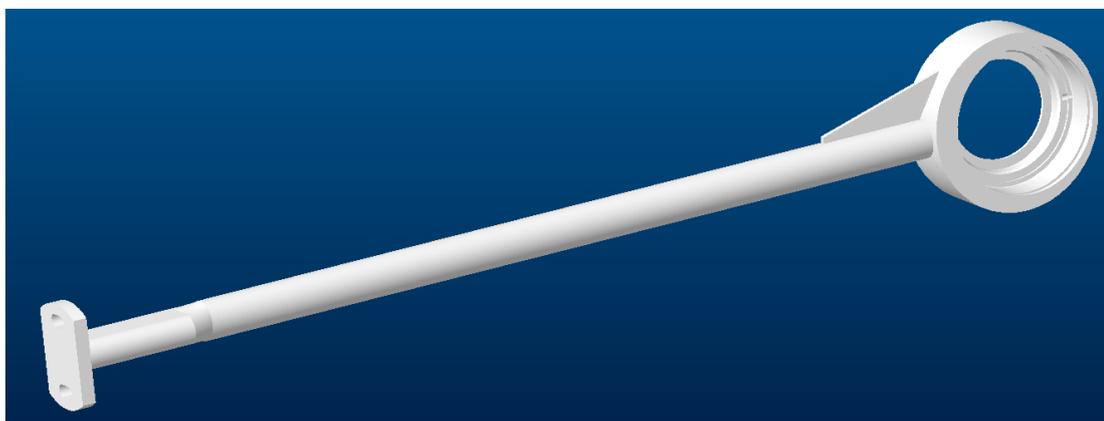
Posição	Código	Descrição
-	063770S1	Conjunto soldado biela
A	6205990M1	Cabeça biela
B	064036P1	Reforço
C	063169P1	Biela
D	28480486	Reforço
E	063768P1	Calço

Fonte: Autora, 2018.

O Quadro 3 representa todos os subitens que formam o conjunto soldado 063770S1, que são eles: a cabeça da biela, dois reforços, uma biela e o calço.

A Figura 11 apresenta um desenho em três dimensões no conjunto soldado em questão, de modo a facilitar a visualização e entendimento sobre as peças.

Figura 11: Desenho 3D do conjunto 063770S1



Fonte: Autora, 2018.

Nota-se com a Figura 11 que o conjunto soldado possui em sua composição diversas peças, as quais passam por vários processos de fabricação, como usinagem e solda. O conjunto 063770S1 possui com custo total de fabricação de R\$430,00 por unidade.

4.2 MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL

O estado atual foi averiguado de acordo com a bibliografia anteriormente apresentada. No decorrer da pesquisa, foi possível perceber que 11 itens sofrem o processo de contrafluxo, sendo que tais itens foram analisados.

A partir da identificação dos contrafluxos, priorizou-se o *top 1*, com base na Figura 10, do gráfico de Pareto do tempo anual de fabricação. Sendo esse o escolhido para ser mapeado o processo de manufatura atual e suas variáveis, respondendo desta forma o segundo objetivo específico.

4.2.1 Mapeamento do fluxo de valor do estado atual

O VSM tem como objetivo detalhar um mapa do estado atual, e desta forma constatar o fluxo dos materiais e de informações, identificando desperdícios no fluxo de valor, calculando a razão do tempo com valor agregado e o *lead time* total (LIKER; MEIER, 2007). Atualmente, o fluxo de valor do item 063770S1 ocorre conforme exposto no Apêndice B.

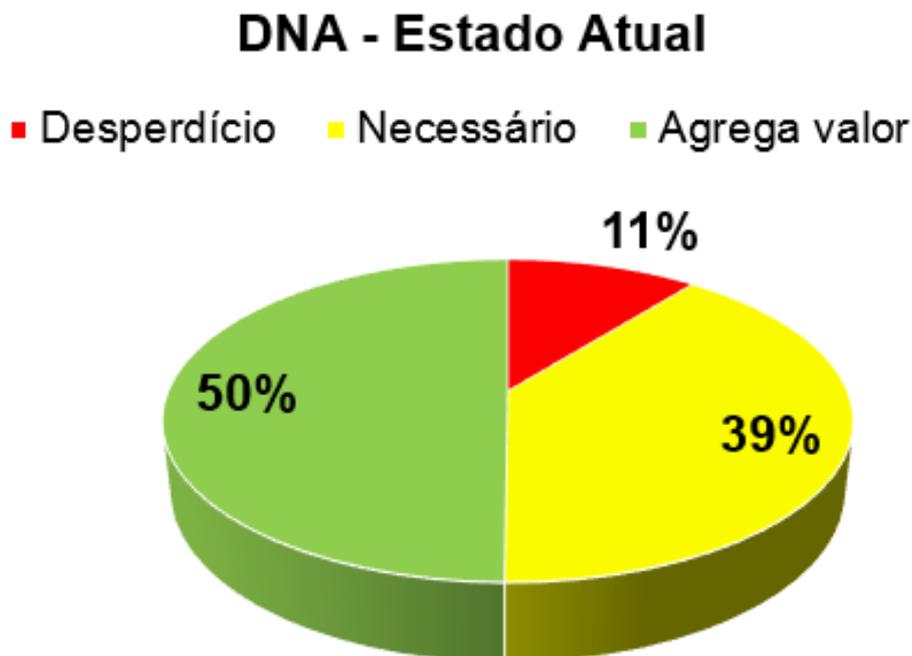
Conforme demonstrado no Apêndice B, percebe-se que o processo de mapeamento do fluxo de valor passa por algumas etapas, iniciando na usinagem e posteriormente sendo encaminhado ao mercado de solda, e a seguir com destino a solda, após repete-se novamente o mesmo processo, sendo por fim encaminhado para o mercado da usinagem e pintura.

Deve-se considerar que o processo de manufatura atual (usinagem, mercados e solda) tem a sua programação da produção empurrado por lotes de trinta unidades, e desta forma ocorrem perdas de espera e estoque.

Com a realização do mapeamento do fluxo de valor, o qual situa-se no Apêndice B constatou-se que o *lead time* com todas essas operações é de 175,64 minutos. Percebeu-se ainda a existência de contrafluxos e desperdícios.

Em concordância com a Figura 12, que se refere ao DNA, que pode ser definido como a sigla “D” para desperdícios, “N” para etapas necessárias que não agregam valor e “A” para atividades que agregam valor ao produto final.

Figura 12: DNA do estado atual



Fonte: Autora, 2018.

Pode-se entender que com o DNA do estado atual do conjunto, obtêm-se 11% de atividades que não agregam valor ao processo, atividades essas as quais estão definidas como desperdícios de movimentação que ocorrem nos processos (não está sendo considerado o tempo entre os estoques). Dito isso, percebe-se que somente 50% das atividades realmente transformam o conjunto, fazendo com que agregue valor a este.

4.2.2 Diagrama de espaguete do estado atual

O diagrama de espaguete tem como finalidade auxiliar na determinação das distâncias a percorrer, para isso é planejado o fluxo em uma planta baixa da área de trabalho (ADIR; MURRAY, 1996). No Apêndice C encontra-se o diagrama de espaguete do estado atual do item 063770S1.

Com a realização do diagrama de espaguete foi possível constatar que ao longo do percurso se obtém um desperdício de movimentação no total de 617 metros entre todas as áreas que o conjunto percorre. O item 063770S1 atravessa 8 processos desde o recebimento da matéria-prima até a pintura.

4.3 SUGESTÕES E MELHORIAS

Após o embasamento por meio das ferramentas da qualidade, é possível ter uma visão assertiva do processo atual, fazendo com que ocorra um *brainstorming*, buscando alternativas e sugestões de melhorias para a eliminação das anomalias que não agregam valor ao produto.

4.3.1 *Brainstorming*

Para esta etapa, a equipe do projeto, que foi envolvido várias áreas da empresa, com o intuito de que todos os envolvidos contribuam com melhorias, e também garantir que cada área será responsável por uma atividade.

Então utilizou a ferramenta *brainstorming*, que objetiva captar toda e qualquer hipótese ou sugestão de melhorias que possam impactar para a obtenção do objetivo do projeto, que é a eliminação do contrafluxo, conforme consta no Quadro 4.

Quadro 4: Brainstorming de melhorias

	Brainstorming
1	Atualização do POP
2	Alteração de <i>layout</i>
3	Projeto ferramental de solda
4	Alteração do ferramental de solda
5	Troca de ferramenta no torno
6	Teste de fabricação
7	Alterar material de fabricação
8	Implementação do <i>kanban</i>
9	Aquisição de centro de usinagem
10	Alteração de desenho
11	Alteração das tolerâncias
12	Troca de máquina de fabricação de usinagem
13	Fabricação dos cartões <i>kanban</i>
14	Treinamento operacional
15	Soldar no robô
16	Validação do projeto financeiro

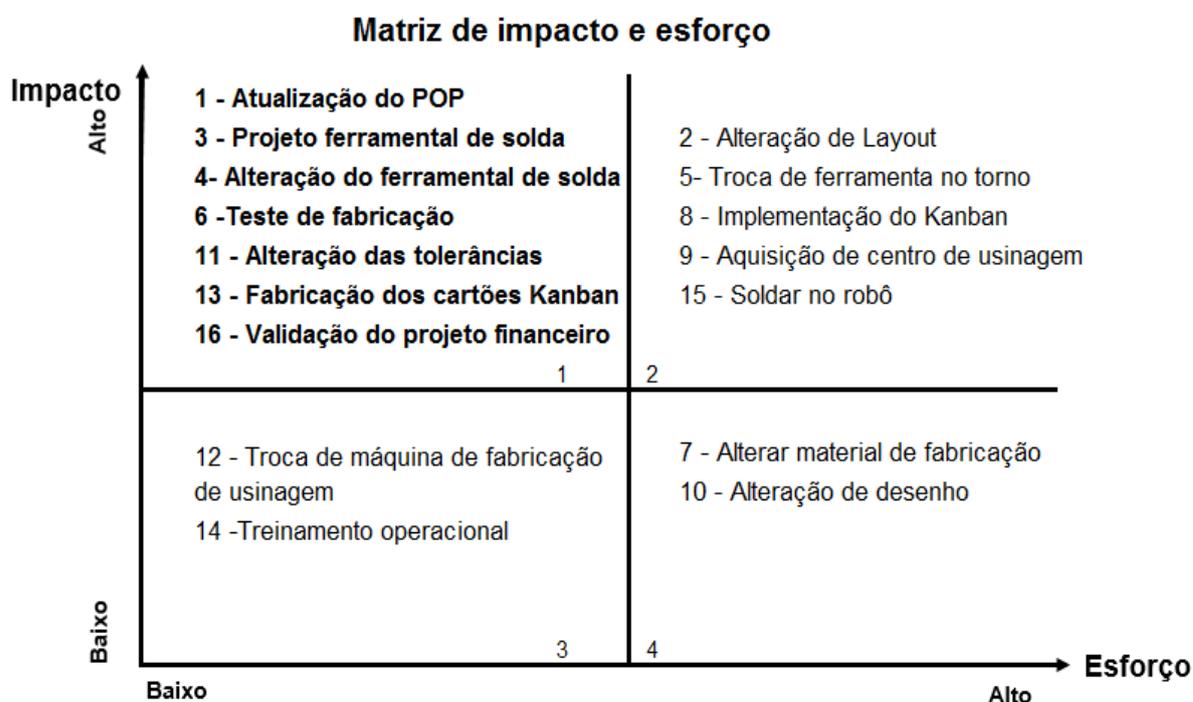
Fonte: Autora, 2018.

Com esta atividade de “tempestade de ideias”, se obteve um total de 16 sugestões de possíveis melhorias, para a eliminação do contrafluxo usinagem e solda.

4.3.2 Matriz de Priorização

Para determinar quais das 16 sugestões de melhorias, captadas por meio do *brainstorming*, foi realizado uma matriz de priorização, no qual visa-se definir quais ações serão implementadas, de acordo com a necessidade de impacto e esforço, visando assim ser mais assertiva nas decisões das melhorias a serem implementadas. A matriz pode ser visualizada na Figura 13.

Figura 13: Matriz de impacto *versus* esforço



Fonte: Autora, 2018.

Com esta matriz da Figura 13, portanto, ficou definido que serão necessárias 7 atividades, todas localizadas no quadrante 1 da matriz, as quais possuem baixo esforço para execução e um alto impacto para chegar no objetivo do projeto. Com essas atividades priorizadas será criado um plano de ação (5W2H).

4.3.3 Plano de Ação – 5W2H

O plano de ação pode ser definido com um documento que estabelece as responsabilidades, bem como as ações de quem irá executá-lo. O mesmo é realizado com um questionário composto por 7 perguntas básicas que orientam a melhor forma para executar as ações de acordo com as metas estabelecidas (CÉSAR, 2011).

Com a realização do 5W2H é possível direcionar as ações que serão executadas para se chegar na meta do projeto, e desta forma responde-se ao terceiro objetivo específico, o que se trata de sugerir e implementar melhorias necessárias ao processo.

O plano de ação realizado teve um total de sete atividades, as quais foram priorizadas de acordo com a matriz de impacto e esforço, e as mesmas estão voltadas para diferentes áreas, a qual cada um ficou responsável por cada item. Com o 5W2H é possível fazer o acompanhamento de todas as ações, sendo que o quadro com o plano de ação de encontra no Apêndice D.

4.3.4 Implementação das melhorias

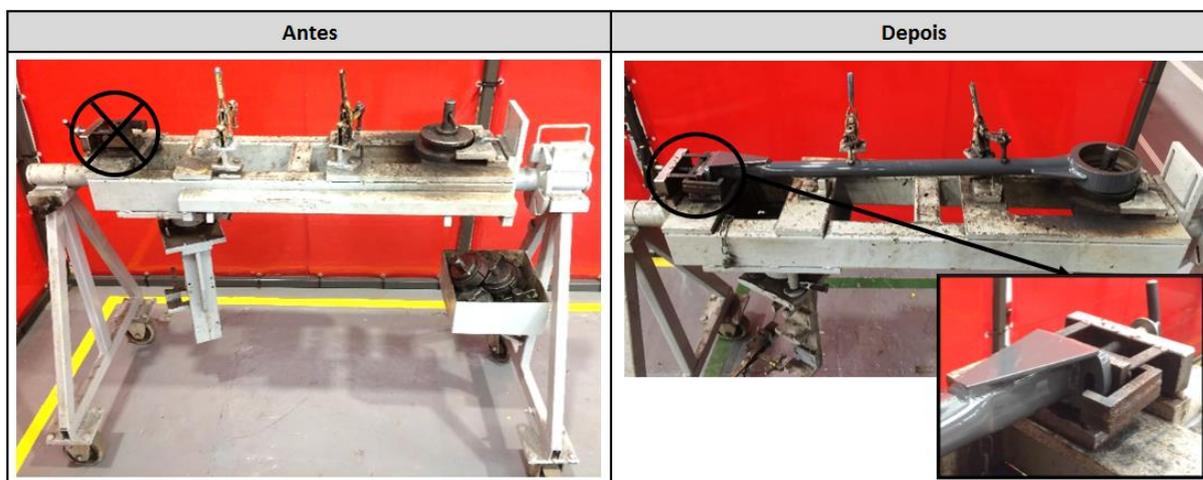
Com as ações de melhorias definidas e priorizadas, dá-se a etapa de implementação das mesmas.

Iniciando com o item 1 e 2 do plano de ação, que são item 1 a criação de um novo projeto do ferramental de solda, o qual ficou definido a execução pelo departamento da ferramentaria, bem como o item 2 que é a alteração do mesmo.

Na Figura 17 é possível observar como era o processo e como ficou após a implantação das alterações. A Figura 17 refere-se a um dispositivo *poka-yoke*¹ no ferramental de solda, para implementação do item 3, que é o teste de fabricação, para que desta forma seja possível a garantia de todas as medidas que o desenho exige.

¹ Dispositivo à prova de erro.

Figura 14: Alteração do ferramental de solda



Fonte: Autora, 2018.

Na Figura 14 como pode se notar, que anteriormente o gabarito de solda do conjunto 063770S1, não havia o dispositivo *poka-yoke*, no mesmo.

Dando seguimento a execução das melhorias, para o item 4, faz-se a atualização do procedimento de operação padrão (POP) para a fabricação do item na usinagem. Anteriormente, o mesmo estava dividido em duas partes, sendo que agora, com o novo fluxo, a fabricação do mesmo é realizada em conjunto. Com o POP é possível auxiliar o operador da usinagem, na garantia das medidas solicitadas no desenho, bem como quais ferramentas serão necessárias para a operação.

É importante salientar que com o procedimento operacional padrão (POP), é possível realizar a manufatura do item de maneira padronizada, sendo que o mesmo se encontra no Apêndice E.

Após, é realizado o item 5 do plano de ação, que é implementação da produção puxada, por meio do sistema *kanban*. O mesmo foi executado pelo setor de engenharia de logística, portanto, como é realizado o levantamento de dados para a realização do PFEP (*plan for every part*) não será aprofundado no presente trabalho, pois este assunto não está delimitado como tema.

Anteriormente, os itens eram armazenados em dois mercados diferentes o da solda e usinagem. Agora, com a implementação do *kanban*. Os itens ficam armazenados no posto de solda, sendo assim um estoque de segurança. Na Figura 15, encontra-se uma imagem de como era o armazenamento no mercado dos itens e depois da implementação do PFEP.

Figura 15: Armazenamento dos itens do conjunto 063770S1



Fonte: Autora, 2018.

Com a Figura 15 percebe-se que anteriormente, havia dois mercados específicos, o da solda onde ficava o armazenamento de conjuntos semiacabados e da usinagem, o qual era o estoque dos conjuntos prontos. Agora depois da melhoria implementada, tanto os conjuntos semiacabados quanto os acabados ficam no posto de solda, onde os mesmos são soldados.

E, por fim, é realizado o item 6 do plano de ação, a impressão dos cartões *kanban* para cada peça que compõe o conjunto soldado 063770S1. Após, se faz rodar o sistema puxado de produção. Na Figura 16 é possível observar o cartão *kanban*.

Figura 16: Cartão *kanban* de um item que forma o conjunto soldado 063770S1.

6205990M1				→ Código do item
CABEÇA BIELA				→ Descrição do item
LOTE FABRICAÇÃO				→ Lote de fabricação
20				
UNID. DE MEDIDA	REVISÃO			→ Revisão do desenho
PÇS	03			
TEMPO DE CICLO DO CARTÃO (TURNOS)				
3				
MATÉRIA PRIMA				→ Matéria- prima utilizada
SAE 8620 DIAM. 152.4 X 53				
OTIMIZAÇÃO CHAPA	FERRAMENTA CONFORMAÇÃO	WELDING PROGRAM	ÁREA PINTURA (m²)	→ Ferramentas de fabricação
NA	NA			
GRUPO DE PINTURA				
NA				
ORIGEM / INÍCIO DO PROCESSO		DESTINO		→ Início e término do processo
SERRA. _____		SDS.S10.P01.C01		
EMBALAGEM				→ Embalagem definida
<input type="checkbox"/> B4 (BIN)	<input type="checkbox"/> CX1 (6428)			
<input type="checkbox"/> K3 (KLT3215)	<input type="checkbox"/> CX2 (Padrão)			
<input type="checkbox"/> K4 (KLT4315)	<input type="checkbox"/> GLT			
<input type="checkbox"/> K6-1 (KLT6414)	<input type="checkbox"/> E.ESP			
<input checked="" type="checkbox"/> K6-2 (KLT6421)	<input type="checkbox"/> PALLET			

Fonte: Autora, 2018.

Com o cartão *kanban* é possível ter uma gestão visual clara das informações fundamentais à fabricação da peça, bem como da movimentação dos itens.

4.4 ESTADO FUTURO

Após a implementação, cria-se um novo estado, o estado futuro, o qual só é possível devido ao plano de ação implementado, onde visa eliminar as perdas do fluxo de valor, sendo possível assim a coleta de dados para validação do novo processo, respondendo assim o quarto objetivo específico.

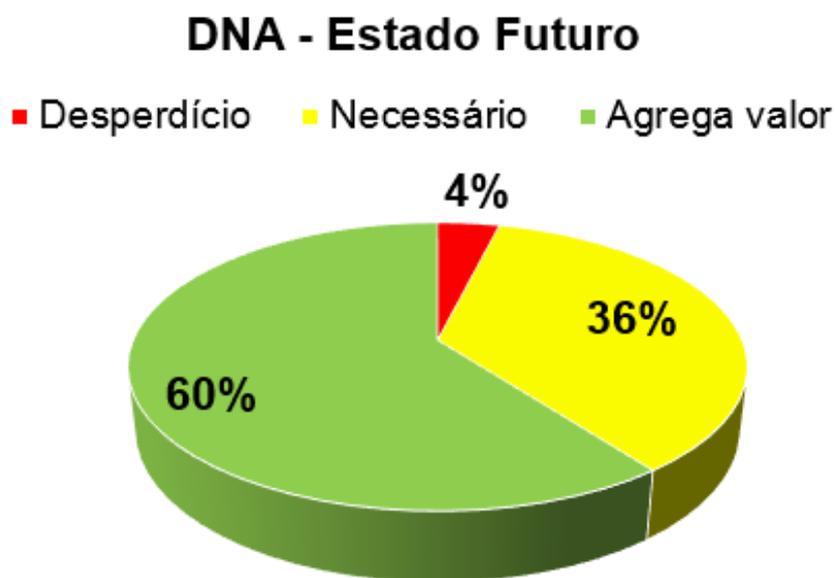
4.4.1 Mapeamento do fluxo de valor do estado futuro

O mapeamento fluxo de valor futuro é criado, e tem como objetivo detalhar um novo mapa do processo após as implementações do plano de ação, e averiguar

o novo fluxo que se formou. Desta forma, o fluxo de valor do item 063770S1, se replaneja da forma que mostra o Apêndice F.

Em observação ao estado futuro, foi possível perceber que com o replanejamento e as ações implementadas foi possível eliminar o contrafluxo do conjunto soldado 063770S1, pois o novo mapeamento nos trouxe o seguinte resultado: o fluxo continuo do item acima mencionado após o novo planejamento onde anteriormente passava por 7 etapas no processo, agora passa apenas por 2, sendo elas: usinagem e solda. Gerando assim um novo DNA do processo, como mostra na Figura 17.

Figura 17: DNA do estado futuro



Fonte: Autora, 2018.

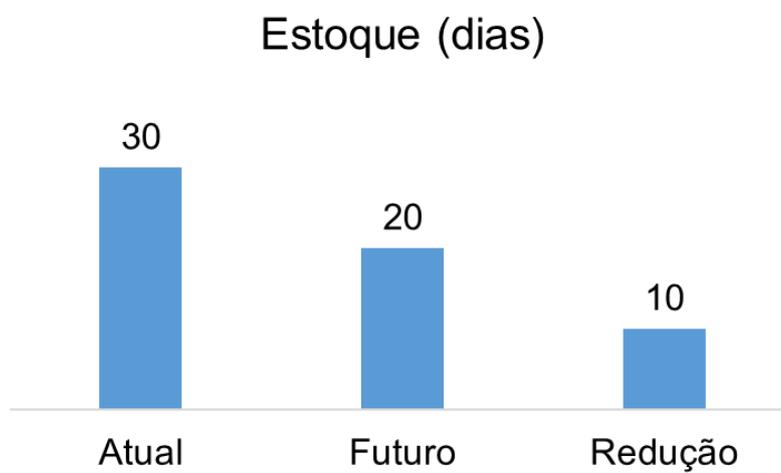
E como consequência o DNA do estado futuro, se obtém somente 4% de desperdícios, ocorrendo a redução em atividades desnecessárias em 7% comparando com o DNA do estado atual. Aumentando para 60% em atividades que realmente agregam valor ao conjunto soldado, assim sendo uma melhora em 10% em relação do estado atual, conforme identificado na Figura 17.

O novo processo de manufatura tem a sua programação da produção puxado, por meio do sistema *kanban*, onde em cada cartão que é acionado, possui um lote

de 20 unidades, havendo assim somente um estoque de segurança entre os processos.

E eliminado o uso de armazenamento nos mercados de solda e usinagem. Como mostra na Figura 18, onde se faz um comparativo dos dois estados o atual e o futuro, bem como a redução que foi obtida.

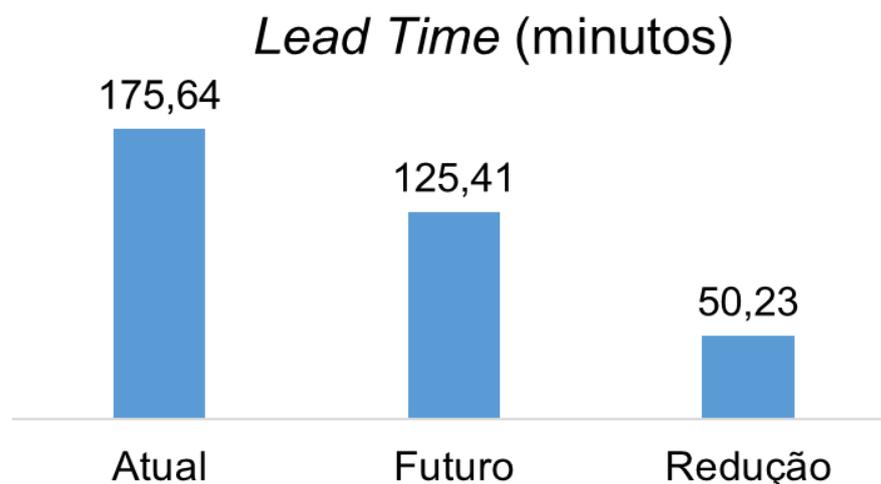
Figura 18: Comparativo de redução de estoque.



Fonte: Autora, 2018.

Se constata também que com o VSM futuro do conjunto soldado, agora tem seu *lead time* com todas essas operações passa a ser de 125,41 minutos. De acordo com a Figura 19, que representa um comparativo do estado atual *versus* o estado futuro, bem como a redução que se obteve.

Figura 19: Comparativo de redução do *lead time*.



Fonte: Autora, 2018.

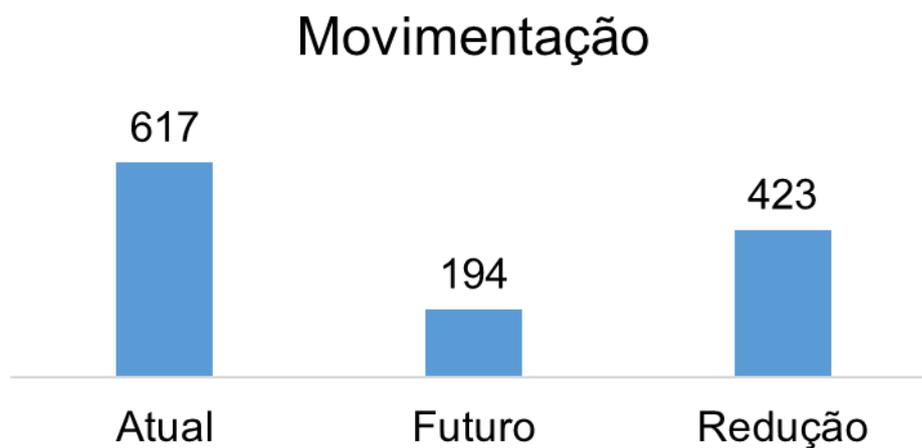
Portanto com a realização do mapeamento do fluxo de valor do estado futuro, pode-se constatar que houve ganhos significativos, como a redução de desperdícios como: de estoques entre os processos, tempo de fabricação, espera e movimentação.

4.4.2 Diagrama de espaguete do estado futuro

O diagrama de espaguete futuro busca auxiliar na identificação das novas movimentações a qual o item 063770S1 irá percorrer ao longo do *layout* da empresa estudada, e se encontra no Apêndice G.

Com a realização do diagrama foi possível constatar que com as alterações do plano de ação, o desperdício de movimentação que anteriormente era no total de 617 metros, agora passou a ser de 194 metros, havendo uma redução na movimentação de 423 metros, conforme a Figura 20.

Figura 20: Comparativo de redução de movimentação.



Fonte: Autora, 2018.

Em relação ao desperdício com estoques, percebeu-se ainda que se obteve o ganho de espaço físico, pois ocorreu a eliminação do uso dos mercados da solda e da usinagem. Nota-se ainda que o conjunto agora passa por apenas 2 setores: usinagem e solda.

CONCLUSÃO

A busca constante pela melhoria contínua dos processos de produção da empresa na qual o trabalho foi realizado é de suma importância, pois é por meio das melhorias que se torna possível reduzir custos e eliminar desperdícios. Porém, só é possível com o auxílio de ferramentas, como por exemplo as ferramentas base do sistema *lean manufacturing*.

O trabalho foi baseado na necessidade da eliminação do contrafluxo de peças usinadas pós solda. E, para que essa necessidade fosse sanada, o trabalho inicia-se com filtragem dos itens que possuem produção descontinuada, por meio do diagrama de Pareto. Com base nisso, pode-se constatar que o item 063770S1 é o conjunto que apresenta maior impacto no processo de contrafluxo, chegando a 23% em relação aos demais, do tempo *versus* a demanda.

Constata-se que os quatro objetivos específicos propostos na presente pesquisa foram alcançados, foi possível mapear o processo de manufatura atual e suas variáveis, bem como priorizar as demandas com sustentação nas ferramentas de qualidade.

Além disso, foram sugeridas e implementadas melhorias necessárias ao processo e desta forma houve ganho nos quesitos de redução de tempo de processo e de desperdícios (tais como movimentação e *setup*). Também foi possível coletar os resultados e validar o processo após sua implementação.

Na sequência, foi realizado o VSM do estado atual, bem como o DNA e um diagrama de espaguete do conjunto, podendo assim evidenciar todas as perdas existentes no processo, as quais chegam a 11% que não agregam valor ao produto final.

Com o estado atual analisado e mapeado, sugeriu-se implementar melhorias ao presente processo, melhorias estas as quais visam a eliminação da produção descontinuada do conjunto. Para que isso fosse possível, foi executado um *brainstorming* de ideias, onde se obteve 16 sugestões. Estas foram priorizadas pela matriz de impacto x esforço, sendo assim determinadas 7 ações para a implementação. Para o controle e gerenciamento foi criado um plano com base na ferramenta 5W2H, de modo a facilitar a execução das melhorias.

E, por fim, o estado futuro é criado, no qual após as melhorias implementadas, foi realizado novamente o mapeamento do fluxo de valor do conjunto 063770S1, e se obteve uma redução no *lead time* de 50,23 minutos, equivalente a 29% de diminuição. Além disso, pode-se notar uma diminuição aproximada de 10 dias de estoque, representando R\$ 4.300,00 de redução de custo para a empresa.

Através da realização do novo diagrama de espaguete, pode-se constatar que houve uma redução em movimentação em 423 metros, somando um total de 69% só em movimentação.

Portanto, pode-se concluir que as ferramentas do *lean manufacturing* são eficazes e responderam positivamente às expectativas para a eliminação do contrafluxo de peças usinadas pós solda.

E fica como sugestão para os outros dez conjuntos soldados, que por meio desse método do *lean manufacturing*, o qual foi apresentado neste projeto, se adequa para trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

- ADAIR, C.B.; MURRAY, B.A. **Revolução total dos processos**. Trad. C Youssef. São Paulo, 1996.
- ANTUNES, J. et al. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bloch Ed., 1992.
- CÉSAR, F. I. G. **Ferramentas Básicas da Qualidade: instrumentos para gerenciamento de processos e melhoria contínua**. São Paulo: Biblioteca 24horas, 2011.
- DAYCHOUM, M. **40+20 ferramentas e técnicas de gerenciamento**. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.
- DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. Trad. R. A. N. Garcia. 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- LIKER, J. K; MEIER, D. **O Modelo Toyota: manual de aplicação**. Trad. L.B. Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Trad. L.B. Ribeiro. Porto Alegre: Bookmann, 2005.
- MAÇÃES, M. A. R. **Operações, Qualidade e Controlo de Gestão**. Lisboa: Conjuntura Actual Editora, 2007.
- MEIRELES, M. **Ferramentas Administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente**. São Paulo: Arte & Ciência, 2001.
- MIGUEL, P. A. C. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. São Paulo: Artliber Editora, 2001.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Trad. de C. Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistema de produção Lean Manufacturing**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.
- ROTHER, M.; SHOOK J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SALLES, C.; MOTA, E.B. **Gestão de projetos**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2015.

SLACK, N.; CHAMBERS S.; JOHNSTON R. **Administração da produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S; HARLAND, C; HARRISON, A; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Trad. de E. Schaan. 2^a. Ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

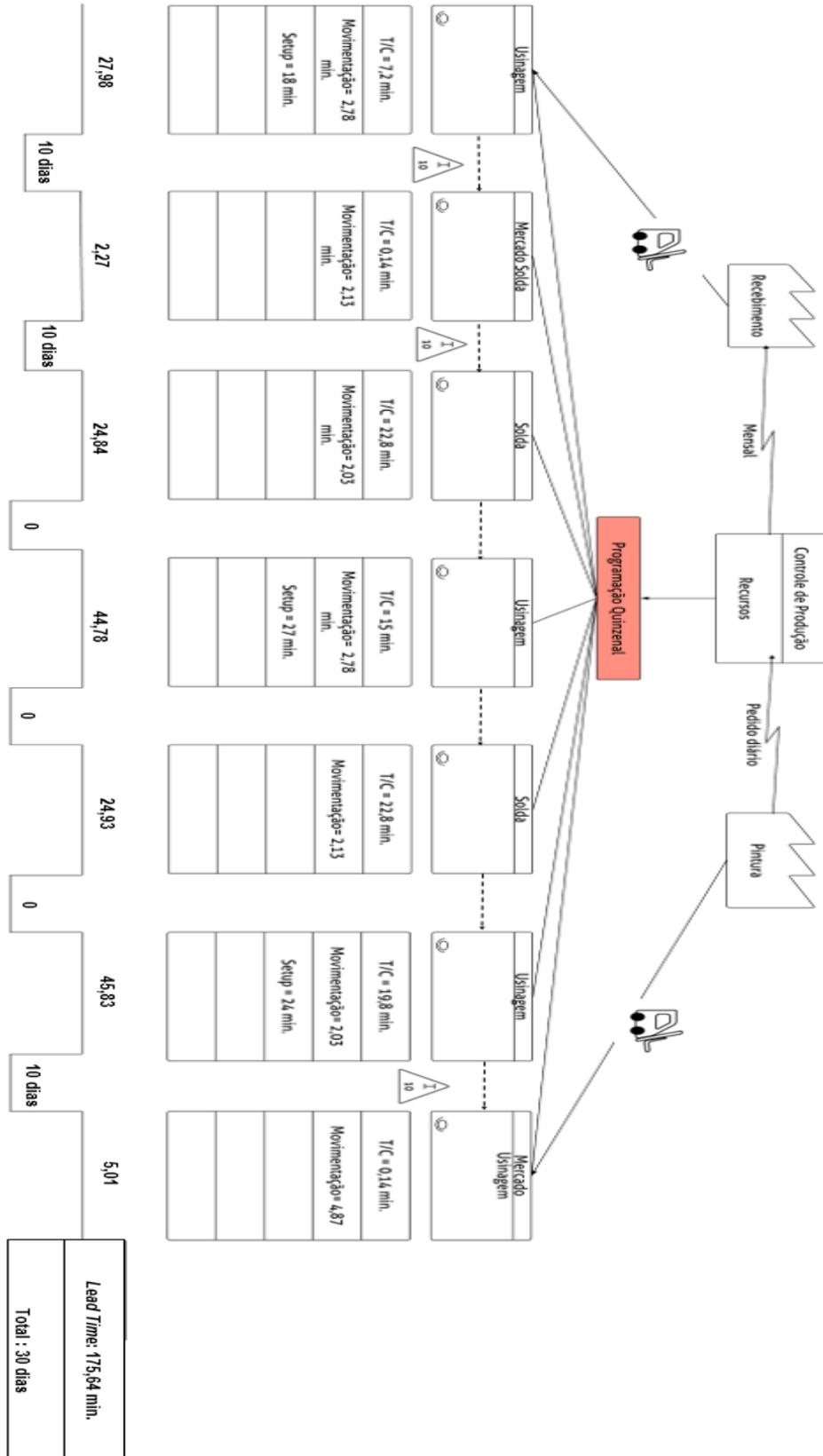
THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.

USIRONO, C. H. **Escritório de Processos: BPMO – Business Process Management Office**. [S.l.]: Brasport, 2015.

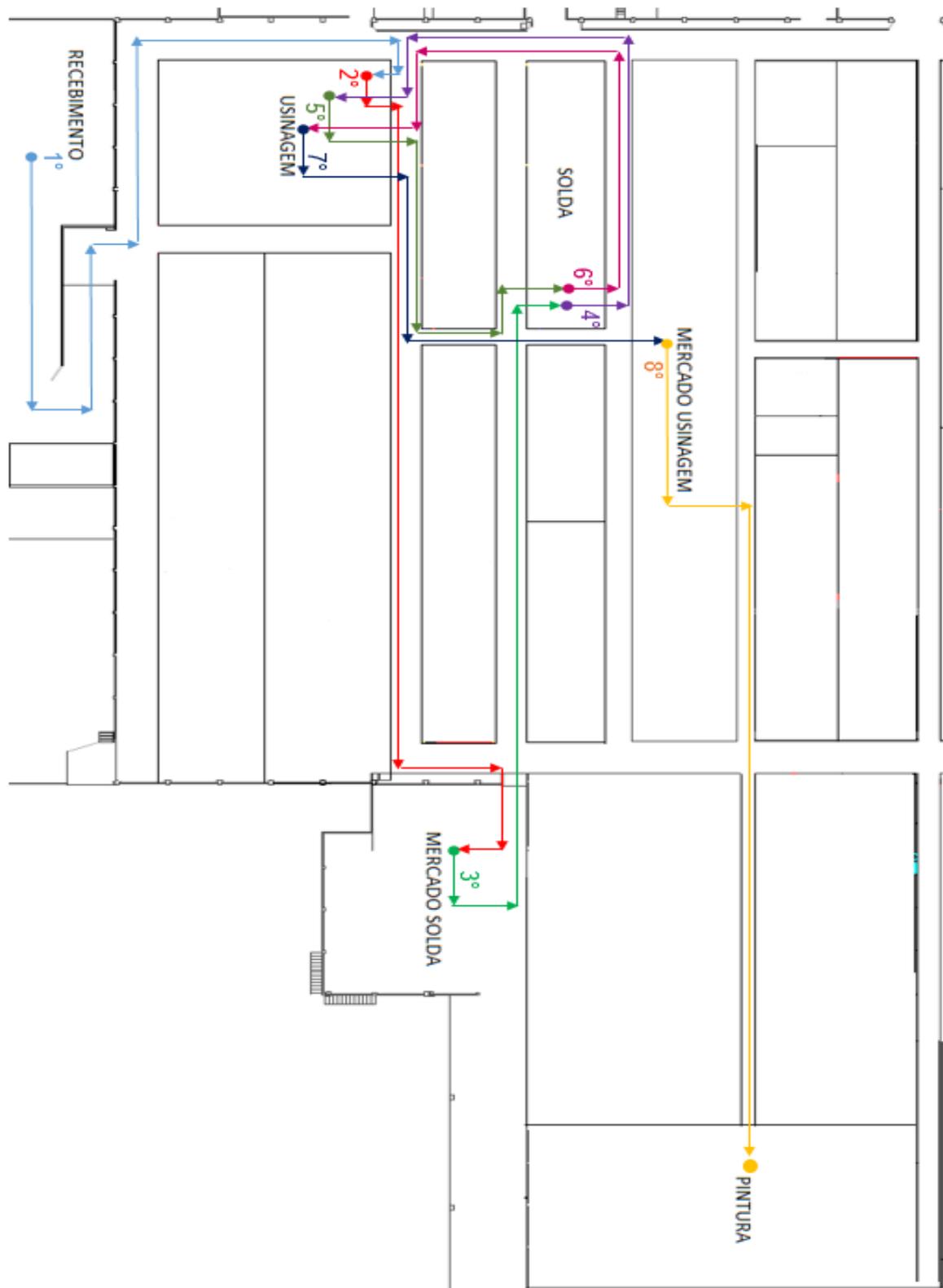
APÊNDICE A – AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE

MÉTODO	REPRESENTAÇÃO	SIGNIFICADO														
Diagrama de Causa-efeito		Relacionar as causas do problema com os processos.														
Histograma	<table border="1" style="display: none;"> <caption>Histograma de Estatura</caption> <thead> <tr> <th>Estatura (cm)</th> <th>Frequência</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>154</td><td>4</td></tr> <tr><td>158</td><td>9</td></tr> <tr><td>162</td><td>11</td></tr> <tr><td>166</td><td>8</td></tr> <tr><td>170</td><td>5</td></tr> <tr><td>174</td><td>3</td></tr> </tbody> </table>	Estatura (cm)	Frequência	154	4	158	9	162	11	166	8	170	5	174	3	Gráfico de distribuição da frequência.
Estatura (cm)	Frequência															
154	4															
158	9															
162	11															
166	8															
170	5															
174	3															
Diagrama de Pareto		Consta a frequência de ocorrências e prioriza os problemas.														
Diagrama de Correlação		Relaciona uma causa a um defeito.														
Gráficos de Controle		Acompanhamento de um problema ou processo.														
Folha de Verificação		Facilita na coleta e análise de dados.														
<i>Brainstorming</i>		Tempestade de ideias.														
5W2H	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>What?</td> <td>O que?</td> </tr> <tr> <td>Who?</td> <td>Quem?</td> </tr> <tr> <td>Why?</td> <td>Por que?</td> </tr> <tr> <td>Where?</td> <td>Onde?</td> </tr> <tr> <td>When?</td> <td>Quando?</td> </tr> <tr> <td>How?</td> <td>Como?</td> </tr> <tr> <td>How Much?</td> <td>Quanto?</td> </tr> </tbody> </table>	What?	O que?	Who?	Quem?	Why?	Por que?	Where?	Onde?	When?	Quando?	How?	Como?	How Much?	Quanto?	Plano de ação.
What?	O que?															
Who?	Quem?															
Why?	Por que?															
Where?	Onde?															
When?	Quando?															
How?	Como?															
How Much?	Quanto?															

APÊNDICE B – VSM ESTADO ATUAL



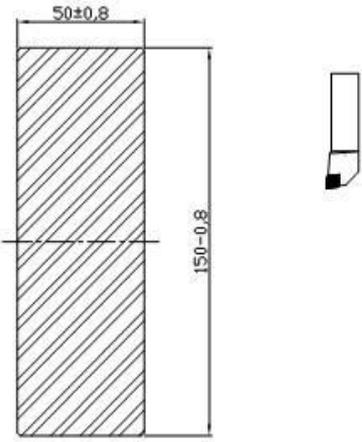
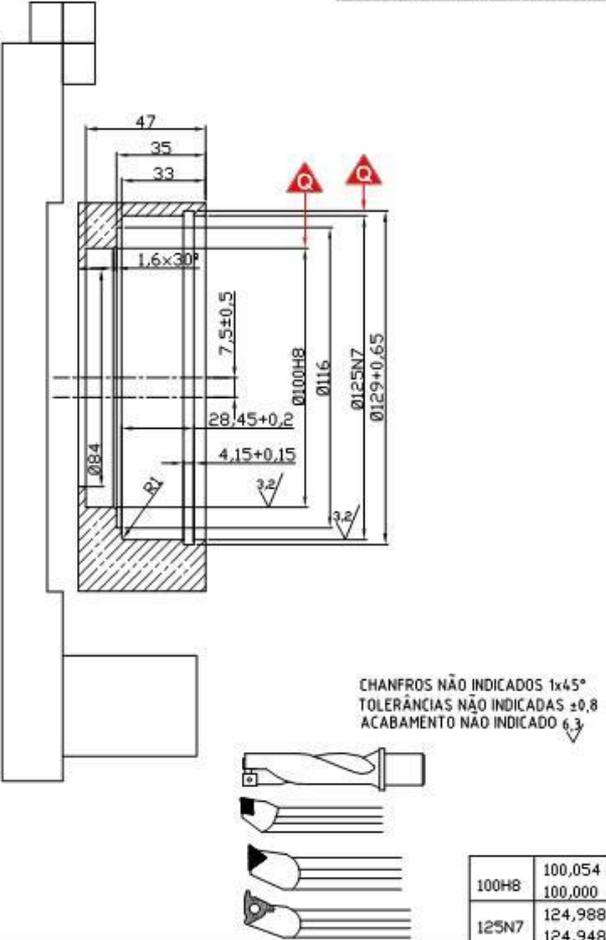
APÊNDICE C – PLANO DIAGRAMA DE ESPAGUETE ESTADO ATUAL



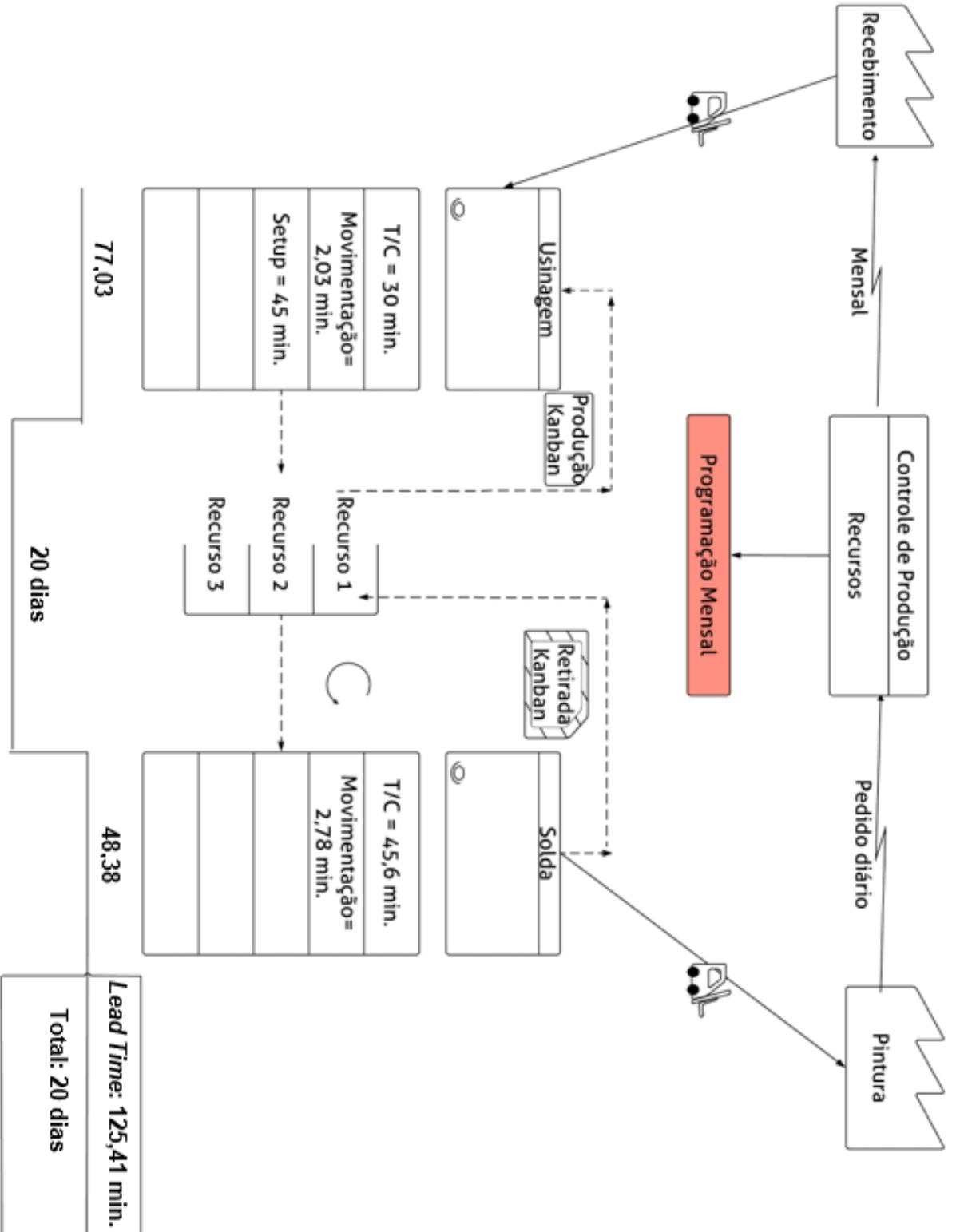
APÊNDICE D – PLANO DE AÇÃO 5W2H

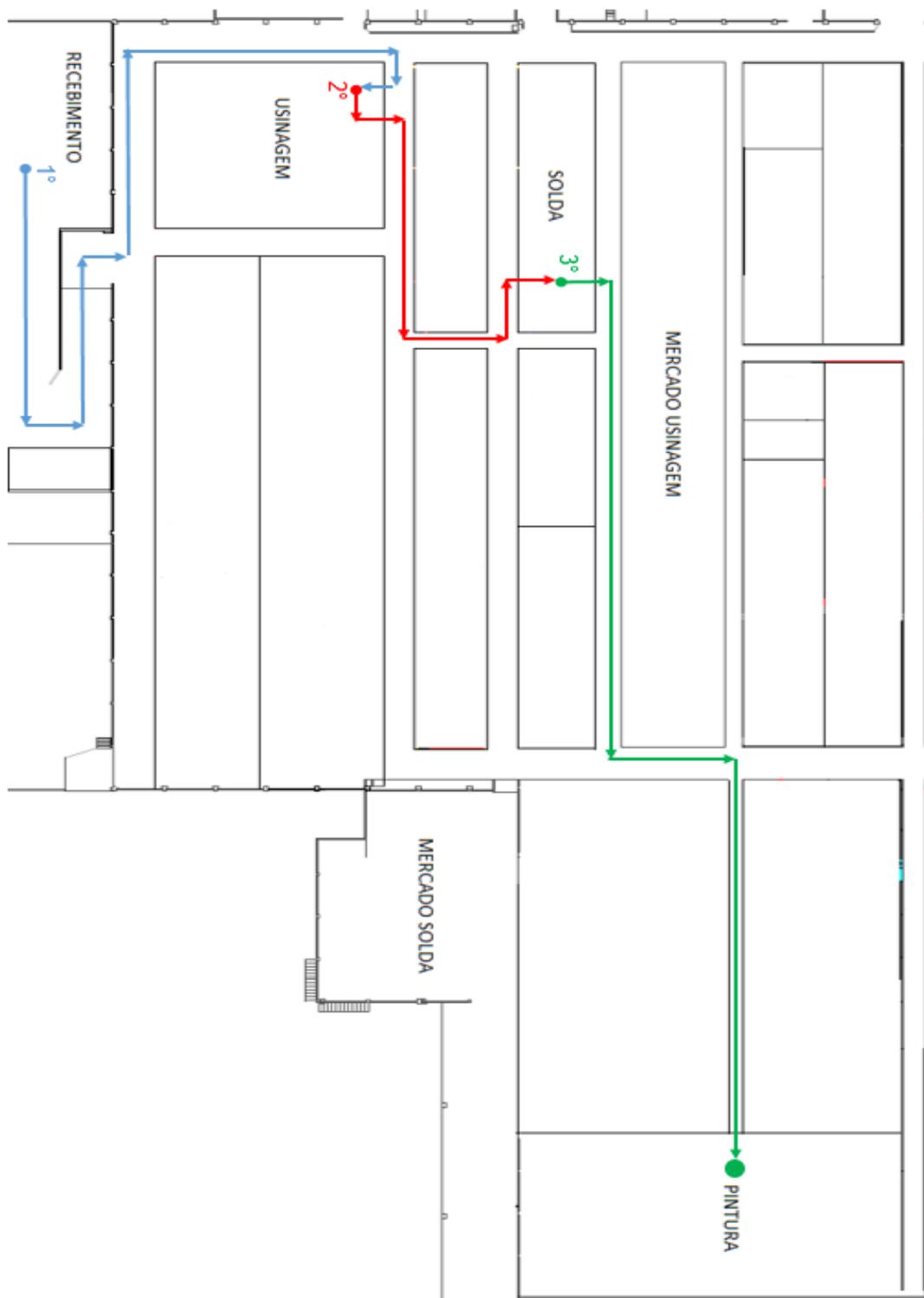
#	O que?	Porque?	Como?	Quem?	Quando?	Onde?	Quanto?
1	Projeto ferramental de solda	Para orientar a fabricação	Projeto Pro-e	Ferramentaria	23/07/2018	Ferramentaria	Não se aplica
2	Alteração do ferramental de solda	Para garantir o comprimento do tudo	Fabricar poka-yoke	Ferramentaria	14/08/2018	Solda	Utilizou sobras de material
3	Teste de fabricação	Para validar o projeto X fabricação	Inspeção	Usinagem	20/08/2018	Qualidade	Não se aplica
4	Atualização do P.O.P.	Para orientar o operador	Documento padrão	Engenharia de Processos	05/09/2018	Usinagem	Não se aplica
5	Implementação do Kanban	Para eliminar os mercados e estoques extras	PFEPP das peças	Engenharia de Logística	13/09/2018	Usinagem e solda	Não se aplica
6	Fabricação dos cartões Kanban	Para implementar o Kanban	Impressão dos cartões	Engenharia de Logística	17/08/2018	Usinagem e solda	Não se aplica
7	Validação do projeto financeiro	Atualização de tempos e dados no sistema	Sistema	Melhoria Contínua	08/10/2018	Engenharia de Manufatura	Não se aplica

APÊNDICE E – ATUALIZAÇÃO DO POP

POP - PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO		ID POP: U0126								
CÓDIGO: 6205990M1	PEÇA/CONJ.: CABEÇA BIELA	REVISÃO: 03								
CÉLULA: CÉLULA 05 - USINAGEM	NOME PROCESSO/OPERAÇÃO: NA	DATA: 30/08/18								
Nº OPERAÇÃO/SEQ.: 20/30	Nº MÁQUINA: GALAXY30-2	ELABORADO: GELSON								
REVISÃO DESENHO: 03	MÁQUINA: TORNO CNC	APROVADO: MARCOS								
OPERAÇÃO 20 OPERADOR 01										
		<p>PREPARAÇÃO TORNO CNC (OP.20):</p> <p>PROGRAMA: 7098.DNC CASTANHA: 25</p> <p>PRESSÃO PLACA: 20KG ABERTURA: 27mm P/FORA</p> <p>FERRAMENTAL TORRE:</p> <p>1 - DESB. EXT. CNMG (Ins.NP4101275)</p> <p>INSTRUMENTOS:</p> <p>1 - PAQUÍMETRO</p> <p>Nº DE OPERADORES: 01</p> <p>ATIVIDADES:</p> <p>OPERADOR 01 - FIXAR PEÇA CNC E INICIAR CICLO (OP.20)</p> <p>OPERADOR 01 - VIRAR PEÇA CNC E INICIAR CICLO (OP.20)</p>								
OPERAÇÃO 30 OPERADOR 01										
 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>100H8</td> <td>100,054</td> </tr> <tr> <td></td> <td>100,000</td> </tr> <tr> <td>125N7</td> <td>124,988</td> </tr> <tr> <td></td> <td>124,948</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; font-size: small;">CHANFROS NÃO INDICADOS 1x45° TOLERÂNCIAS NÃO INDICADAS ±0,8 ACABAMENTO NÃO INDICADO 6,3</p>		100H8	100,054		100,000	125N7	124,988		124,948	<p>OBSERVAÇÕES:</p> <p> Símbolo que define a Característica Crítica de Controle QUALITY (KCC). Medir 100% dos Itens</p> <p>Atenção à Calibração dos Dispositivos e Instrumentos</p> <p>Atenção ao Medir as Peças-Realizar os Devidos Registros</p> <p>PREPARAÇÃO TORNO CNC (OP.30):</p> <p>PROGRAMA: 7092.DNC CASTANHA: 22</p> <p>PRESSÃO PLACA: 15KG ABERTURA: 38mm P/FORA</p> <p>FERRAMENTAL TORRE:</p> <p>1 - DISPOSITIVO DE TORNO: 203 000 077</p> <p>2 - RANH. INT. 3,15MM Nº11 BAL.52MM (Ins.NP4101476)</p> <p>3 - BROCA T-MAX Ø58MM (Ins.NP4100764)</p> <p>4 - DESB. INT. CNMG Nº29 BAL.80MM (Ins.NP4100736PR)</p> <p>5 - ACAB. INT. Nº19 TCMX BAL.75MM (Ins.NP4100790)</p> <p>INSTRUMENTOS:</p> <p>1 - SÚBITO Ø100,000mm</p> <p>2 - SÚBITO Ø124,948mm</p> <p>3 - PAQUÍMETRO DE RANHURA</p> <p>4 - PAQUÍMETRO DE GANCHO</p> <p>5 - PAQUÍMETRO</p> <p>Nº DE OPERADORES: 01</p> <p>ATIVIDADES:</p> <p>OPERADOR 01 - FIXAR NO DISPOSIT. E INICIAR CICLO (OP.30)</p> <p>FLUXOS SEGUINTE:</p> <p>FURADEIRA-MERCADO</p> <p>MATÉRIA-PRIMA:</p> <p>51GA51A (SAE 8620 DIAM. 152,4x53)</p>
100H8	100,054									
	100,000									
125N7	124,988									
	124,948									

APÊNDICE F – VSM ESTADO FUTURO



APÊNDICE G – DIAGRAMA DE ESPAGUETE ESTADO FUTURO

ANEXO A – REPRESENTAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE DO DIAGRAMA DE PARETO

