



Andressa Raquel Weber

**IMPLEMENTAÇÃO DO TRABALHO PADRÃO COM BASE NOS CONCEITOS DE
MANUFATURA ENXUTA PARA UMA CÉLULA DE MONTAGEM**

Horizontina - RS

2019

Andressa Raquel Weber

**IMPLEMENTAÇÃO DO TRABALHO PADRÃO COM BASE NOS CONCEITOS DE
MANUFATURA ENXUTA PARA UMA CÉLULA DE MONTAGEM**

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

2019

FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

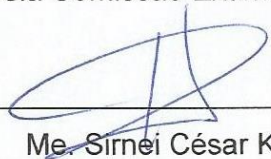
A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

**“Implementação do trabalho padrão com base nos conceitos de
Manufatura enxuta para uma célula de montagem”**

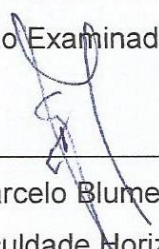
**Elaborada por:
Andressa Raquel Weber**

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

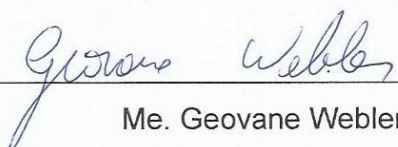
Aprovado em: 05/12/2019
Pela Comissão Examinadora



Me. Sirnei César Kach
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador



Me. Marcelo Blume
FAHOR – Faculdade Horizontina



Me. Geovane Webler
FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina - RS

2019

Dedicatória

Aos meus pais, Márcia e Nelson, a minha irmã Ana Júlia e ao meu namorado Felipe. O apoio de vocês foi fundamental nessa jornada.

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, por ter me dado saúde, me guiado e dado forças para superar todos os obstáculos.

Aos meus pais, Márcia e Nelson, por todos os ensinamentos, por terem me guiado pelo caminho do amor e da honestidade. Obrigada por terem acreditado em mim e me apoiado para que este momento fosse possível.

A minha irmã, Ana Júlia, por entender sempre que não pude estar por perto e por trazer alegria em todos os momentos.

Ao meu namorado, Felipe, por sempre ter me incentivado e auxiliado a enfrentar todos os obstáculos. Obrigada por me tranquilizar em momentos difíceis.

Ao meu orientador, Sirnei, pela paciência e conhecimento que repassado.

A minha família e amigos, que foram fundamentais para que tudo se tornasse possível. Sem dúvidas a alegria de vocês é contagiante.

A empresa que permitiu a realização e divulgação deste trabalho. Muito obrigada pelo auxílio e oportunidade nessa jornada.

Obrigada a todos que, direta ou indiretamente, tornaram esse sonho possível.

“Conhecimento não é aquilo que você sabe. Mas o que você faz com aquilo que sabe.” (Albert Einstein).

RESUMO

A fim de manter a competitividade da empresa, é essencial a identificação de todo processo produtivo. Conhecendo o sistema produtivo torna-se possível a eliminação de desperdícios, otimizando o processo. Tendo em vista a importância deste tema, foram identificados os desperdícios de um posto da montagem de plataformas, realizadas melhorias e posteriormente elaborado o trabalho padronizado das atividades, com objetivo de proporcionar um caminho definido para execução das atividades. Quanto a metodologia, trata-se de uma pesquisa descritiva, explicativa e aplicada, uma vez que se baseou em um estudo teórico para posterior estudo prático. Para coleta de dados foram utilizadas técnicas de observação, entrevistas não estruturadas e cronoanálise. Posteriormente os dados foram analisados e descritos. O estudo levou em conta o processo para identificar os desperdícios, tendo foco a diminuição do desperdício de movimentação. Como resultados apresenta-se o mapeamento do estado atual do posto de trabalho, plano de ação de para as melhorias, padronização do processo e benefícios encontrados. Através da implementação do trabalho padronizado, foi possível ,36% do tempo gasto com mal necessário e 20,42% do tempo gasto com desperdícios de movimentação em busca de peças e ferramentas. Desta forma, conclui-se que a padronização é eficaz na eliminação de desperdícios, pois para padronizar, é preciso ter um processo bem alinhado.

Palavras-chave: Manufatura enxuta. Trabalho padronizado. Desperdícios.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação do PDCA como melhorias em busca da perfeição.	18
Figura 2 - Engenharia Sequencial versus Engenharia Simultânea.	20
Figura 3 - Exemplo de ordenação de dados no diagrama de Pareto.	23
Figura 4 - Representação do mapeamento de fluxo de valor.....	24
Figura 5 - Representação de <i>layout</i> funcional.	28
Figura 6 - Arranjo físico celular.....	29
Figura 7 - Arranjo físico por produto.....	30
Figura 8 - Atividades que agregam valor versus desperdício.....	32
Figura 9 - Estimativa de horas gastas com desperdícios, por área.....	43
Figura 10 - Tempo para atendimento anual da demanda, em horas.....	45
Figura 11 - Estimativa de redução de tempo para cada modelo, em minutos.....	45
Figura 12 - Interface do cronômetro utilizado.....	46
Figura 13 - Gráfico representativo do tempo de agregação de valor, mal necessário e desperdícios no processo.....	48
Figura 14 - Diagrama de <i>Spaghetti</i>	49
Figura 15 - Ambiente antes e depois, respectivamente.	50
Figura 16 - Acondicionamento e deslocamento das chapas de fechamento.	51
Figura 17 - Novo carro de acondicionamento e forma de deslocamento de peças...52	
Figura 18 - Carro adaptado para montagem.	53
Figura 19 - Acomodação dos elementos criados, no novo <i>layout</i>	54
Figura 20 - Simbologia utilizada no documento de trabalho padronizado.	56
Figura 21 - Análise comparativa anterior e posterior as melhorias.....	57
Figura 22 - Análise de agregação de valor.....	58
Figura 23 - Diagrama de <i>spaghetti</i> condizente ao novo <i>layout</i>	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Passos para análise de operação.	19
Quadro 2 - Classificação da matriz GUT.	22
Quadro 3 - Importância da cronoanálise.	25
Quadro 4 - Vantagens e desvantagens do arranjo físico de posição fixa.	27
Quadro 5 - Vantagens e desvantagens do arranjo físico celular.	29
Quadro 6 - Relação dos passos e respostas do 5W2H.	36
Quadro 7 - Matriz de priorização para decisão do posto de trabalho.	44
Quadro 8 - Pontuação utilizada para avaliação ergonômica.	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 TEMA	13
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.4 HIPÓTESES.....	15
1.5 JUSTIFICATIVA	16
1.6 OBJETIVOS	17
1.6.1 Objetivo Geral	17
1.6.2 Objetivos Específicos	17
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 CICLO PDCA	18
2.2 ENGENHARIA DE MÉTODOS.....	19
2.3 ENGENHARIA SIMULTÂNEA.....	20
2.4 KAIZEN	21
2.5 MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO	22
2.6 GRÁFICO DE PARETO	23
2.7 MAPEAMENTO DE PROCESSOS	24
2.7.1 Cronoanálise	25
2.7.2 Layout	26
2.8 OITO DESPERDÍCIOS DA MANUFATURA ENXUTA	31
2.8.1 Superprodução	32
2.8.2 Tempo de espera	33
2.8.3 Transporte	33
2.8.4 Superprocessamento	34
2.8.5 Estoque	34
2.8.6 Movimentação	35
2.8.7 Defeitos	35
2.8.8 Criatividade perdida	36
2.9 PLANO DE AÇÃO	36
2.10 PADRONIZAÇÃO DE PROCESSOS	37
2.11 VALIDAÇÃO DE PROCESSOS	38
3 METODOLOGIA	39
3.1 MÉTODOS DE ABORDAGEM	40
3.2 MÉTODOS DE PROCEDIMENTO	40
3.3 TÉCNICA DE COLETA DE DADOS.....	41
3.4 TÉCNICA DE ANÁLISE DE DADOS.....	42
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	43
4.1 ESCOLHA DO POSTO	43
4.2 MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL	46
4.2.1 Cronoanálise	46
4.2.2 Layout	48
4.3 PLANO DE AÇÃO	50
4.4 MELHORIAS REALIZADAS	50
4.5 PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO	55
4.6 BENEFÍCIOS.....	56
4.6.1 Cronoanálise	57
4.6.2 Layout	58
CONSIDERAÇÃO FINAL	60

REFERÊNCIAS.....	62
APÊNDICE A – FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES	67
APÊNDICE B – VSM ANTERIOR AS MELHORIAS	68
APÊNDICE C – PLANO DE AÇÃO 5W2H	69
APÊNDICE D – VSM POSTERIOR AS MELHORIAS	70
APÊNDICE E – DOCUMENTO DO TRABALHO PADRONIZADO	71
APÊNDICE F – FATOR DE TOLERÂNCIA À FADIGA.....	74

1 INTRODUÇÃO

Em meio a um mercado cada vez mais competitivo, é de extrema importância que as empresas estejam aptas a fornecer um produto com custo competitivo, qualidade e dentro dos prazos esperados pelo cliente. A padronização de processos se torna um ponto fundamental, uma vez que este proporciona melhor engajamento dos colaboradores nas atividades.

A melhoria contínua é importante e necessária para qualquer organização envolvida com manufatura de bens ou prestação de serviços. É através da melhoria contínua se consegue oferecer produtos com maior qualidade aos clientes e com preço justo, que, conseqüentemente reflete em lucros mais altos a empresa. Diante disso, sempre que uma melhoria é realizada, é imprescindível que esta seja padronizada, para que o processo seja mantido.

O ambiente fabril busca cada vez mais ter suas operações enxutas, com a menor quantidade de desperdício possível, aumentando a produtividade do processo e, conseqüentemente, a lucratividade da empresa. Além da busca de eliminação de desperdícios, o posto necessitava de uma alteração de *layout*, a fim de possibilitar a montagem de um novo produto.

A aplicação do trabalho padronizado no meio industrial é sujeita a diversos benefícios. Dentre eles está a diminuição da movimentação durante a atividade, do retrabalho, da quantidade de operações, transporte desnecessário e padronização de estoques, sendo positiva a aplicação na indústria (MARIZ; PICCHI, 2013).

Tendo em vista o exposto, o presente estudo tem como tema a estruturação e implementação do trabalho padronizado em uma célula de montagem do setor agrícola, levando em consideração princípios da manufatura enxuta. O objetivo geral deste trabalho é, através dos conceitos de manufatura enxuta, estruturar o trabalho padrão de uma célula de montagem, proporcionando um caminho definido para execução das atividades.

Ao realizar a padronização de processos, são analisadas anteriormente possibilidades de melhorias, a fim de adequar o posto para então padronizar. Nesse sentido, foram realizadas mudanças de *layout* e melhorias tendo em vista a diminuição de desperdícios. O problema gira, portanto, em torno da verificação da eficácia da implementação do trabalho padronizado na redução de desperdícios. Supõe-se que, com a implementação do trabalho padrão, os desperdícios serão minimizados.

Dessa forma, foi realizada a coleta de dados em uma célula de montagem de uma empresa do setor agrícola. Os tempos do processo foram cronometrados, identificando o tempo padrão das atividades e o que agrega valor ao produto final. Por fim, foi realizada a análise quanto à eliminação de desperdícios do processo.

Diante disso, o estudo se caracteriza por uma pesquisa ação, a qual segundo Gil (2017), tem como objetivo encontrar um problema em uma situação específica, a fim de obter resultados práticos.

Neste capítulo é apresentada a contextualização da pesquisa. No segundo capítulo é disposta a revisão da bibliografia, seguida de análise e discussão de resultados no terceiro capítulo, e, finalizando, com as considerações finais no quarto capítulo.

1.1 TEMA

O presente estudo trata da estruturação e implementação do trabalho padronizado, levando em consideração princípios da manufatura enxuta.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Otimização de processos são demandas presentes e muito controladas dentro das organizações. Conhecer em detalhes os processos e para isso aplicar metodologias específicas, são ações necessárias e fundamentais. Para que estas ações tenham eficácia e grande relevância, seja pelos encaminhamentos bem como pelos seus resultados, coleta de dados e análise de informações de modo amplo fazem parte do processo. Para atuação direta, surge a delimitação que parametriza início e final daquilo que se entende como pontos de referência e maior relevância para a pesquisa em andamento.

Este trabalho de pesquisa delimita-se ao estudo realizado em uma empresa montadora de máquinas agrícola localizada no noroeste do estado do Rio Grande do Sul. O tema surgiu a partir da necessidade de redução de desperdícios para atendimento da demanda. Para determinar a área de atuação, foi realizado diagrama de Pareto conforme a Figura 9, gráficos de barras apresentados na Figura 10 e Figura 11, e matriz de priorização de acordo com o Quadro 6, a fim de comparar setores, postos e modelos de produto, para então atuar no de maior impacto.

Desta forma, o setor escolhido foi a montagem de plataformas. Este setor possui 09 postos de montagem, no qual, o posto a ser estudado corresponde a montagem dos braços, adaptador, acoplamento e fechamento traseiro das mesmas. O trabalho terá como foco o modelo de plataformas 45 pés, o qual, segundo os estudos realizados, possui maior necessidade para mudanças relacionadas à redução de desperdícios.

O setor foi analisado em diversos pontos, como segurança, ergonomia, qualidade e processo. O trabalho, por sua vez, abordará a parte referente ao processo, onde serão identificados os desperdícios de movimentação, realizadas melhorias para sanar os mesmos, para posteriormente estruturar o trabalho padrão e verificar a redução de desperdícios.

Feita esta delimitação e demarcação de avanço da pesquisa, cria-se um mapa mental de como ocorre toda análise de cenário, dados e informações. Separa por certo grau de importância e define como devem ser as correlações dos fatores relevantes e seus resultados. Destes resultados planos de ação e ajustes posteriores acabam sendo monitorados por haver um delineamento e determinação de limites da pesquisa por prioridades de interesse.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O processo padrão garante que a tarefa a ser realizada ocorra sempre da mesma maneira e no mesmo tempo, independentemente da habilidade do operador. Em consequência, a quantidade de refugos é diminuída e o trabalho mais previsível.

Percebe-se que, na empresa, o processo realizado possui diversos desperdícios, com oportunidades de serem minimizados. O tempo gasto com desperdícios pode e deve ser despendido em outras atividades, de forma que torne o processo mais produtivo. O principal desperdício no posto é referente a movimentação, pois diferentemente dos outros postos, este posto não conta com pontos de uso onde são dispostos os materiais menores. Devido a isso o operador precisa realizar deslocamentos significativos para buscar peças, situação que não agrega valor ao produto.

Além do tempo gasto com desperdícios, a empresa está recebendo um novo produto. Os postos de trabalho não estão preparados para receber o mesmo, uma vez que, não comporta em questões de espaço, tornando-se necessário, inicialmente, uma nova estruturação de *layout*.

Atuar de forma preventiva sobre perdas é fundamental, ainda que o processo sofre mudanças a todo momento em função de novos produtos que o mercado exige. Adequar espaços e reduzir perdas precisa ser uma percepção constante e sem descuidos, pois a melhoria contínua sempre existirá.

Nesse processo de montagem, o ganho em produtividade ainda não atinge patamares satisfatórios. Atuar na melhoria e fazer com que, posteriormente, validado, esse método possa ser replicado no restante da linha e fábrica é fundamental.

Tendo em vista os benefícios da implementação do processo padrão, buscase, com esse trabalho, responder a seguinte pergunta: Implementar o trabalho padrão apresenta eficácia sobre o controle de processos determinando sequência de operações e podendo ser uma boa solução para eliminação de desperdícios?

1.4 HIPÓTESES

Com base no problema já apresentado, referente a quantidade de desperdícios e adversidade no *layout*, são necessárias ações para correção. Com base na literatura, a padronização só pode ocorrer após o processo estar alinhado. Verificar demandas do processo, comparando com conceitos e métodos é o passo fundamental para ajuste do mesmo na busca por otimização eficaz. As informações, criam condição de entendimento do cenário e a partir de então definição daqueles mais adequado e suas métricas. Por isso criam uma condição favorável à evolução sobre o método mais adequado de controle sobre o processo.

A linha de montagem é um processo que demanda grande número de colaboradores, equipamentos, máquinas e garantias de repetibilidade do processo. Estar alinhado com métodos e processos, os indicadores mostram sua efetividade. Atuar sempre de forma padrão e garantir um sequenciamento planejado, fazem parte da base que irá auxiliar na estruturação de uma solução ao problema posto.

Sendo necessária atuação sobre as falhas do processo, alinhando necessidades de possíveis investimentos, são complementares ao que irá gerar resultados positivos do mesmo. O ganho sobre melhorias, sempre será buscado e precisa ser mantido assim. Otimizar, tornar melhor é básico e incorpora detalhes que servem de retroalimentação do sistema para migrar dentro do sistema produtivo atacando outros pontos de dificuldade.

Desta forma, a proposta é padronizar os processos, de forma que os desperdícios sejam reduzidos, fazendo com que este tempo seja despendido para o atendimento de uma demanda crescente.

Hipoteticamente este projeto de pesquisa, aponta como sendo a opção melhor adequada a este cenário, implementar procedimento padrão em um posto de montagem e verificar resultados. Após isso validar um novo processo, propor evolução do mesmo e sem dúvida manter dentro do contexto de melhoria contínua na organização. Desta forma, implementar o trabalho padronizado em um posto de montagem é eficaz na redução de desperdícios, sendo possível colher bons resultados.

Através das melhorias realizadas para a implementação do trabalho padrão, estima-se que, serão reduzidas 50 horas por ano com desperdícios relacionados à movimentação no modelo do produto escolhido, o que corresponde a cerca de 34,7% de todos os desperdícios deste modelo.

1.5 JUSTIFICATIVA

Ter uma padronização de atividades é fundamental para garantir a estabilidade do processo. Ferro (2013), afirma que as atividades devem ser seguidas à risca, de forma que sejam realizadas de forma automática, não havendo mais necessidade de pensar para executar de maneira eficiente. Quando algo é realizado de forma automática, o cérebro é liberado para pensar em melhorias para a atividade.

São muitos os benefícios do trabalho padronizado. Dentre os principais, pode-se citar a utilização adequada dos recursos disponíveis, melhora na qualidade do produto, controle de processos e engajamento de colaboradores. O trabalho padrão faz parte da manufatura enxuta.

A produção está recebendo um novo produto, cujas dimensões são maiores que os produtos correntes do mercado. Esse fator faz com que seja necessária uma nova estruturação do *layout*, de forma que possibilite a montagem do mesmo no posto. Além disso, a montagem deste produto é o que mais gera desperdícios ao longo do processo, acarretando em maior tempo de produção e menor produtividade. Em um ritmo sempre acelerado, é essencial que haja adaptações, visando eliminação de desperdícios, para que seja possível atender a todas as demandas dos consumidores. Com base nisso, posteriormente as mudanças, é necessário que seja realizada uma

nova padronização de processos, sendo possível a comparação para verificação de eficácia das mesmas.

Tendo em vista os benefícios já apontados, o presente trabalho visa analisar o posto de trabalho a fim de identificar a situação atual e atividades realizadas, realizando melhorias no posto e proporcionando um documento com o padrão de atividades a serem seguidas. A aplicação permite que o operador esteja sempre ciente das atividades a serem desempenhadas, bem como, quando se faz necessária a utilização de um dispositivo *poka yoke* e os processos que mais exigem atenção em questões voltadas à segurança e qualidade. Além disso, possibilita que, em caso de necessidade, a produção possa ser atendida por outro operador, sem que haja perdas no processo produtivo.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é, através dos conceitos de manufatura enxuta, estruturar o trabalho padrão de uma célula de montagem, proporcionando um caminho definido para execução das atividades. Implementado e validado na delimitação deste tema, posteriormente em outro sequenciamento da melhoria, o mesmo poderá expandido para toda empresa observando o modelo proposto ou adequando a novas necessidades com base nas características de cada setor.

1.6.2 Objetivos Específicos

Tendo em vista o objetivo geral do presente trabalho, definem-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificar posto de trabalho com maior prioridade para implementação;
- Descrever o posto de trabalho escolhido através da matriz de priorização;
- Propor melhorias para diminuição de desperdícios;
- Documentar o trabalho padronizado do posto;
- Analisar os possíveis resultados na eliminação de desperdícios.

2 REVISÃO DA LITERATURA

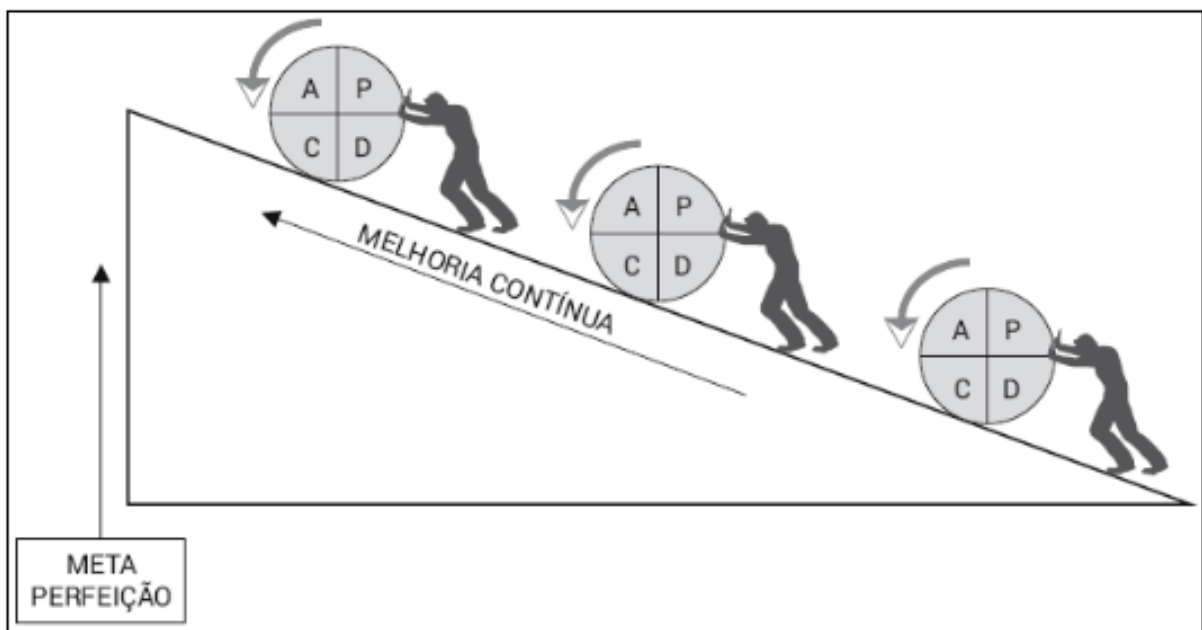
Nesta seção será apresentado o embasamento teórico utilizado para a realização do presente estudo, abordando principalmente assuntos como: Ciclo PDCA, engenharia de métodos, engenharia simultânea, kaizen, mapeamento de processos, oito perdas da manufatura enxuta, padronização de processo e validação de processo.

2.1 CICLO PDCA

O ciclo PDCA (*plan, do, check, act*), conhecido também por ciclo de Shewhart, ciclo da qualidade ou ciclo de Deming, é uma função para auxiliar na identificação, análise e previsão de problemas organizacionais, sendo muito proveitoso para solução de problemas. Este método direciona a sistemáticas que aceleram a conquista de resultados, a fim de garantir o mantimento e crescimento empresarial (QUINQUIOLO, 2002).

Para Carvalho (2019) o ciclo PDCA é evoluir de forma contínua o ciclo de planejamento, execução, verificação e ação, sendo possível a aplicação em todos os processos da empresa. A Figura 1 representa a melhoria contínua como forma para atingir a perfeição, a qual exige mudanças graduais, ou seja, girar várias vezes este mesmo ciclo.

Figura 1 - Representação do PDCA como melhorias em busca da perfeição.



Fonte: Carvalho, 2019.

Slack, Chambers e Johnston (2015) afirmam que o ciclo inicia com a fase de planejar (P), na qual o método ou problema é estudado, a fim de coletar e analisar dados, para então traçar um plano de ação para melhoria de desempenho. Feito isso, o próximo passo é fazer (D) aquilo que foi traçado anteriormente. Nesta fase são implementadas todas as ações do plano, sendo testado na operação. A fase seguinte trata-se de checar (C) se o que foi realizado realmente melhorou o desempenho, conforme o planejado. Por fim, na fase final é hora de agir (A). Nesta fase, caso as mudanças tenham trazido benefícios, são consolidadas e padronizadas. Caso o resultado tenha sido negativo, são formalizadas as lições aprendidas e é iniciado um novo ciclo, realizando desta forma a melhoria contínua.

2.2 ENGENHARIA DE MÉTODOS

Barnes (2004) afirma que a engenharia de métodos é responsável por estudar e analisar a atividade de forma sistêmica, a fim de elaborar um método prático e eficiente para padronização do sistema produtivo.

Para Pinto (2016), ao estudar tempos e métodos, é fundamental desenvolver o melhor método, padronizar a atividade, determinar o tempo padrão e por fim treinar o operador. O Quadro 1 apresenta os passos necessários para a elaboração de um método eficaz de trabalho.

Quadro 1 - Passos para análise de operação.

Passo	O que fazer?
1. Definição do problema	Reconhecer sua existência; equacionar claramente o problema; definir o momento oportuno para sua solução; avaliar a importância do problema.
2. Análise do problema	Soluções após análise: menor custo de mão de obra; menor custo total; menor investimento; menor área de serviço; tempo menor para produção.
3. Soluções	Realizar algumas perguntas como: Qual é a real origem deste problema? Esta causa pode ser eliminada?
4. Avaliar alternativas	Atente às especificações originais? A solução é a ideal para uso imediato ou poderá ser utilizada no futuro? Quais as dificuldades futuras?

5. Recomendações	Elaborar relatório com o uso de gráficos, tabelas, fotos, filmagens, etc.
------------------	---

Fonte: Pinto, 2016.

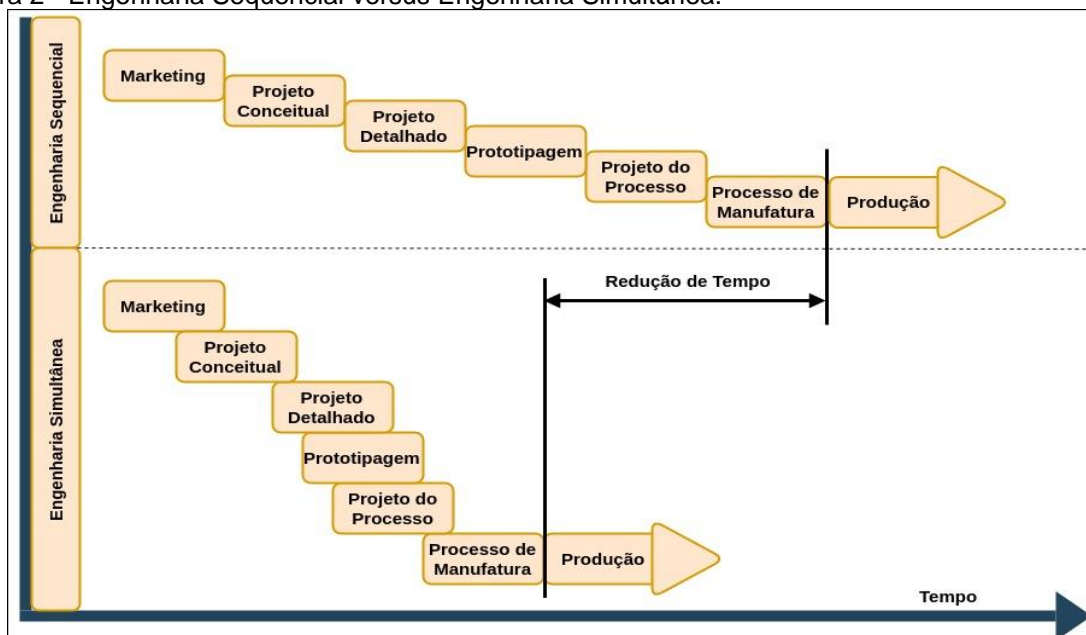
Segundo Souto (2002), a engenharia de métodos tem como objetivo elaborar métodos práticos e eficientes a fim de padronizar as atividades. Nesse sentido, Jaiswal, Sane e Karandikar (2016) afirmam que através da engenharia de métodos, torna-se possível garantir o melhor uso do recurso humano e material a determinada operação.

2.3 ENGENHARIA SIMULTÂNEA

O termo engenharia simultânea é a tradução para o português com maior aceitação para a expressão em inglês *concurrent engineering*. Os primeiros estudos sobre este assunto e sua utilização em empresas ocidentais, iniciou na metade da década de oitenta. Sabe-se que esta foi proposta pelo *Institute for Defense Analysis* (IDA), pertencente ao governo americano (FABRICIO, 2006).

Carter e Baker (1992) afirmam que “engenharia simultânea é uma aplicação sistemática de integração do desenvolvimento do produto, incluindo manufatura e manutenção. Sua intenção é integrar o desenvolvimento, desde o princípio, de todos os elementos do ciclo de vida de um produto”. A Figura 2 faz uma comparação entre a engenharia sequencial e a engenharia simultânea.

Figura 2 - Engenharia Sequencial versus Engenharia Simultânea.



Fonte: Perotti et al, 2015.

Segundo Hartley (1998), na abordagem tradicional, o projeto do produto é realizado de forma sequencial, onde cada etapa se inicia após a conclusão da anterior. Nesse tipo de divisão, o trabalhador é especializado e focado apenas em uma atividade isolada. Peroti apud Pedrini (2012), a engenharia simultânea presume a integração de atividades de desenvolvimento de produtos, onde todos os processos, desde a manufatura até o suporte, estão relacionados, possibilitando que os colaboradores possuam conhecimento de todas as etapas do processo.

2.4 KAIZEN

Segundo Laraia, Moody e Hall (2009), o kaizen pode ser definido como “melhoria contínua”. Esta é muito exigida quando se menciona a obtenção de qualidade total, ou fabricação de classe internacional, que objetiva produzir melhorias significativas em um curto espaço de tempo, tendo em vista a diminuição de desperdício no trabalho, maquinário ou métodos de produção.

Imai (1994), apresenta a seguinte definição sobre o assunto:

A essência do kaizen é simples e direta: kaizen significa melhoramento. Mais ainda, kaizen significa contínuo melhoramento, envolvendo todos, inclusive gerentes e operários. A filosofia do kaizen afirma que o nosso modo de vida – seja no trabalho, na sociedade ou em casa – merece ser constantemente melhorado (IMAI, 1994).

Oishi (1995) afirma que a expressão é empregada como sinônimo de melhoria, podendo ser utilizada em todos os campos, assuntos, ideias, objetos materiais ou não. Nas empresas é utilizado para melhorias em diversos quesitos, mas dentro da harmonia e considerações humanas.

Imai (1994) afirma que o mesmo tem como base os seguintes princípios:

- a) Promover aprimoramentos contínuos;
- b) Enfatizar os clientes;
- c) Reconhecer os problemas de forma aberta;
- d) Discutir de maneira aberta e franca;
- e) Criar e incentivar as equipes de trabalho;
- f) Gerenciar projetos;
- g) Incentivar relacionamentos entre pessoas;
- h) Desenvolver a autodisciplina;
- i) Realizar treinamento intenso e capacitar todas as pessoas.

2.5 MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO

A matriz GUT (gravidade, urgência, tendência), é uma ferramenta muito usufruída no meio empresarial, tendo como objetivo a priorização de problemas a serem resolvidos pela gestão. Este tipo de matriz possibilita a avaliação de problemas de forma quantitativa, possibilitando a priorização de ações tanto corretivas, quanto preventivas.

Para Hékis et al (2013), esta ferramenta é capaz de atender a questionamentos como: “o que devemos fazer primeiro?” e “por onde devemos começar?”. O primeiro passo é qualificar os problemas, seguido de uma atribuição de pontos a variáveis estabelecidas na matriz, a fim de priorizar as ações com embasamento.

Pestana et al (2016) orientam que, para a construção dessa matriz, deve-se pontuar os problemas para a análise, seguindo a classificação GUT, nesta ordem:

- (1) gravidade, referente ao peso da dificuldade analisada, estudando o resultado que pode surgir em médio e longo prazo;
- (2) urgência, que se refere à quantidade de tempo necessário para a resolução dos problemas;
- (3) tendência, que se trata da possibilidade do crescimento do problema ao decorrer do tempo.

O Quadro 2 apresenta como deve ser realizada a pontuação

Quadro 2 - Classificação da matriz GUT.

PONTOS	G GRAVIDADE	U URGÊNCIA	T TENDÊNCIA	G x U x T
5	Problema extremamente grave	Intervenção imediata	Situação irá piorar caso nada seja feito	$5 \times 5 \times 5 = 125$
4	Problema muito grave	Situação urgente	Situação irá piorar em curto prazo	$4 \times 4 \times 4 = 64$
3	Problema grave	Deve ser resolvido o mais cedo possível	Situação irá piorar em médio prazo	$3 \times 3 \times 3 = 27$
2	Problema com pouca gravidade	Pouca urgência pode esperar um pouco	Situação irá piorar a longo prazo	$2 \times 2 \times 2 = 8$
1	Problema sem gravidade	Não tem pressa	Situação pode não mudar, ou pode piorar	$1 \times 1 \times 1 = 1$

Fonte: Montania e Phillipi, 2018.

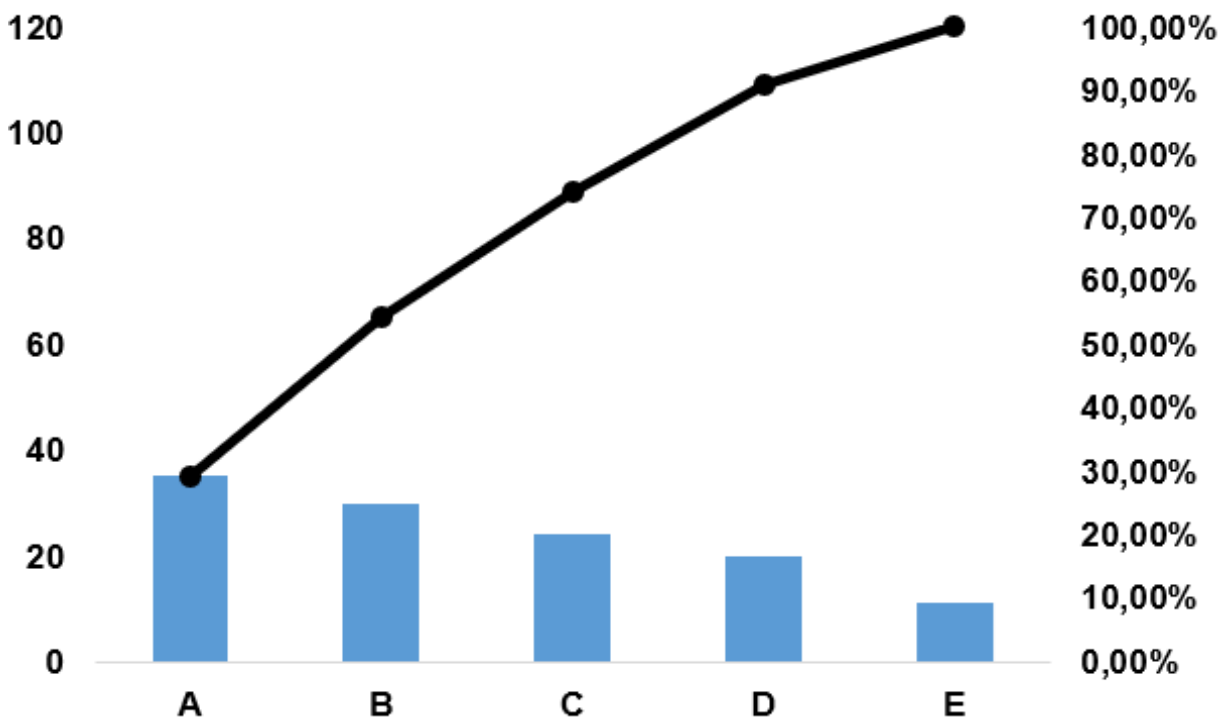
Brasil (2009), afirma que este tipo de matriz possui uma escala de classificação de um a cinco, onde 1 é a escala menos prejudicial e a escala 5 é a mais prejudicial. Depois de ter atribuído os valores na matriz, os mesmos são multiplicados e o de maior valor será priorizado em sua resolução.

2.6 GRÁFICO DE PARETO

O gráfico de Pareto é um gráfico de barras, ordenadas da barra mais alta (maior valor) a barra mais baixa (menor valor). Sobre as barras é traçada uma curva, a qual indica as porcentagens acumuladas de cada barra (WERKEMA, 2006).

Sashkin e Kiser (1994) gráfico ordena dos dados a fim de segmentar os mesmos, para priorizá-los de forma quantitativa. Desta forma os problemas são classificados como vitais ou triviais e são muito usados para dados sobre refugos na produção. A Figura 3 apresenta um exemplo do diagrama de Pareto.

Figura 3 - Exemplo de ordenação de dados no diagrama de Pareto.



Fonte: Adaptado de Slack, Jones e Johnston, 2018.

Para Vieira (1999), o gráfico de Pareto é capaz de estabelecer prioridades, ordenando a priorização de problemas. Devido a essa característica, ele suporta a tomada de decisão em casos onde há um grande número de problemas.

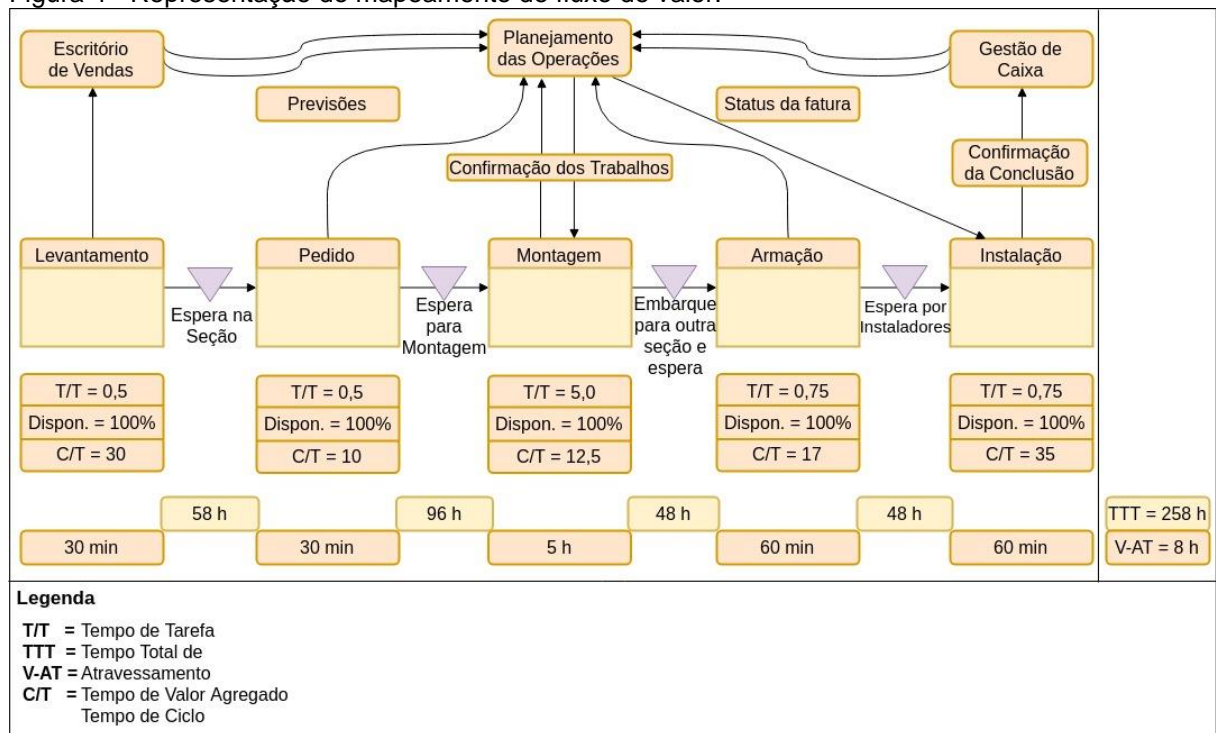
2.7 MAPEAMENTO DE PROCESSOS

Para Slack, Chambers e Johnson (2009) mapeamento de processos descreve a forma de interligação entre as atividades dentro de determinado processo. Diante deste mapeamento é possível a identificação de diferentes tarefas, fluxo de materiais, pessoas e informações correspondentes ao processo.

Gonçalves (2000), complementa afirmando que, de modo geral, o processo é constituído de entradas, saídas, tempo, espaço, ordenação, objetivos e valores que, juntos, resultam no alicerce do fornecimento de produtos e serviços aos clientes.

Desta forma, Carvalho e Paladini (2012) também afirmam que o mapeamento de processos permite o conhecimento de todos procedimentos executados para fabricação de produtos ou produção de serviço. A Figura 4 representa um VSM (*Value Stream Mapping*).

Figura 4 - Representação do mapeamento de fluxo de valor.



Fonte: Slack, Jones & Johnston (2018).

Mediante a esta atividade, torna-se possível a proposta de um gerenciamento, a fim de ensejar melhorias por intermédio do mapeamento do processo. De forma a facilitar a aplicação do mapeamento, é relevante a representação dos dados através de linguagens gráficas (TSENG, 1999).

2.7.1 Cronoanálise

Sugai (2003) afirma que a cronoanálise sucedeu com estudos de Frederick Taylor, em companhia das pesquisas de Frank Gilberth. Taylor ressaltou a divisão de operações do processo produtivo e a capacidade real do operador. Gilberth, por sua vez, ressaltou questões ligadas aos movimentos, integrando fadiga e redução de movimentos, por exemplo.

Para Oliveira (2009), a cronoanálise é o método utilizado para cronometrar realizar o diagnóstico do tempo gasto pelo operador para que consiga realizar determinada tarefa do fluxo produtivo, outorgando tempo de tolerância para necessidades fisiológicas, possíveis quebras de equipamentos, entre outras necessidades.

Toledo Jr. (1977), por sua vez, afirma que: “cronometria é o cálculo, o ato mecânico de se chegar ao tempo padrão. Cronoanálise é a tabulação, é a arte de utilização do tempo padrão, visando a melhoria no método de trabalho”.

O Quadro 3 apresenta a importância de realizar a cronoanálise no âmbito industrial, profissional e na vida prática.

Quadro 3 - Importância da cronoanálise.

Na indústria	Profissionalmente	Na vida prática
- Em todos os campos	-Satisfação Profissional	-Aguça o senso analítico
-Engenharia de Produtos (viabilidade econômica)	-Visão geral das coisas	-Cada contradição é uma nova experiência adquirida
-Engenharia de Projetos (Processos)	-Não “bitola”	-Aviva o raciocínio
-Planejamento (Previsões) - Produção (<i>layout</i> , carga máquina e carga mão-de-obra).	-Mudanças constantes	-Pondera antes de decisões
-Programação (Programas de produção)	-Aperfeiçoamentos constantes	-Rapidez nas decisões
-Administração (controle)	-Contatos de alto nível	-Previsões
-Financeiro (Custos)	-Nível salarial mais alto	-Confiança e segurança
-Gerencial (Detalhes técnicos administrativos)	-Confiança e segurança de decisões	-Sabe o que é que lhe convém
-Organização geral	-Objetividade	-Você saberá que quem pode melhor lhe aconselhar será você mesmo
	-Possibilidades imprevisíveis	-Consequentemente, novo padrão de vida.
	-Saber o que é importante	

Fonte: Toledo Jr e Kiratomi, 1977.

Desta forma, Slack, Jones & Johnston (2018), afirmam que conhecer os tempos de trabalho é importante para definir a capacidade de produtiva de cada processo, possibilitando calcular o número de pessoas necessárias, balancear as atividades dos operadores, identificar custo de mão de obra, entre outros.

Para Barnes (2004), cronometrar as atividades individualmente é de extrema importância para o estudo dos tempos, uma vez que:

- a) Subdividir o trabalho é uma maneira eficiente para descrever o mesmo, possibilitando que as atividades sejam descritas separadamente;
- b) Útil para determinar o tempo padrão de atividades envolvidas em determinada operação;
- c) A cronoanálise pode apresentar um gasto excessivo em determinada atividade, ou também pouco tempo despendido com a mesma, podendo necessitar de inspeção.
- d) O ritmo do colaborador pode sofrer alterações durante o ciclo e o estudo fracionado permite a análise destes ritmos.

2.7.2 Layout

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2015), o *layout* é o arranjo físico dos recursos transformadores, ou seja, localização de instalações, máquinas e equipamentos da operação. Através dele é determinado como o material será conduzido no fluxo. Melhorias em arranjo físico podem resultar em significativos ganhos em custo e eficácia geral da operação.

Para Agostinho (1985), o tratamento de um problema de *layout* visa reduzir o transporte à zero, com maior eficiência. Com um *layout* implementado de forma coerente, os materiais, colaboradores e informações fluem conseqüentemente de forma eficiente e segura.

No âmbito fabril, Machline (1990) afirma que:

Layout é a posição relativa dos departamentos, seções ou escritórios dentro do conjunto de uma fábrica, oficina ou área de trabalho, nas máquinas, dos pontos de armazenamento, e do trabalho manual ou intelectual dentro de cada departamento ou seção; dos meios de suprimentos e acesso às áreas de armazenamento e de serviços, tudo relacionado dentro do fluxo de trabalho (MACHLINE, 1990).

Para Slack, Jones & Johnston (2015), dentro os objetivos gerais do arranjo físico, está ser intrinsecamente seguro, minimizar a extensão do fluxo de operação o

tornar claro dentro das suas limitações. É necessário que os arranjos utilizem o espaço de forma oportuna, sendo flexível a possíveis mudanças a longo prazo.

Os arranjos físicos são divididos basicamente em quatro tipos: posição fixa, funcional, celular e de produto, os quais são apresentados a seguir.

2.7.2.1 Arranjo físico de posição fixa

Segundo Slack, Jones & Johnston (2015), afirmam que neste tipo de arranjo os materiais e informações permanecem estagnados, enquanto os recursos transformadores, como máquinas, equipamentos, instalações e pessoas deslocam-se conforme a instância. Este tipo de *layout* pode ser usado quando o recurso a ser transformado é muito grande ou delicado, como a construção de uma rodovia ou um navio, por exemplo. O Quadro 4 apresenta as vantagens e desvantagens do arranjo físico de posição fixa.

Quadro 4 - Vantagens e desvantagens do arranjo físico de posição fixa.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> - Melhor planejamento e controle do trabalho, dado que tudo está orientado para um único objetivo; alta flexibilidade de mix de produtos e processos; - Alta variedade de tarefas para a mão de obra; - Permite enriquecimento de tarefas; - Favorece trabalho em equipes; - Pequena movimentação de materiais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Programação do espaço ou atividade pode ser complexa; - Grande necessidade de supervisão; - Grande movimentação de equipamentos e mão de obra especializada, gerando custos elevados; - Falta de estruturas de apoio, tais como elétrica e água; - Baixa utilização de equipamento, gerando alto custo.

Fonte: Neumann & Scalice (2015, apud Figueiredo, 2016).

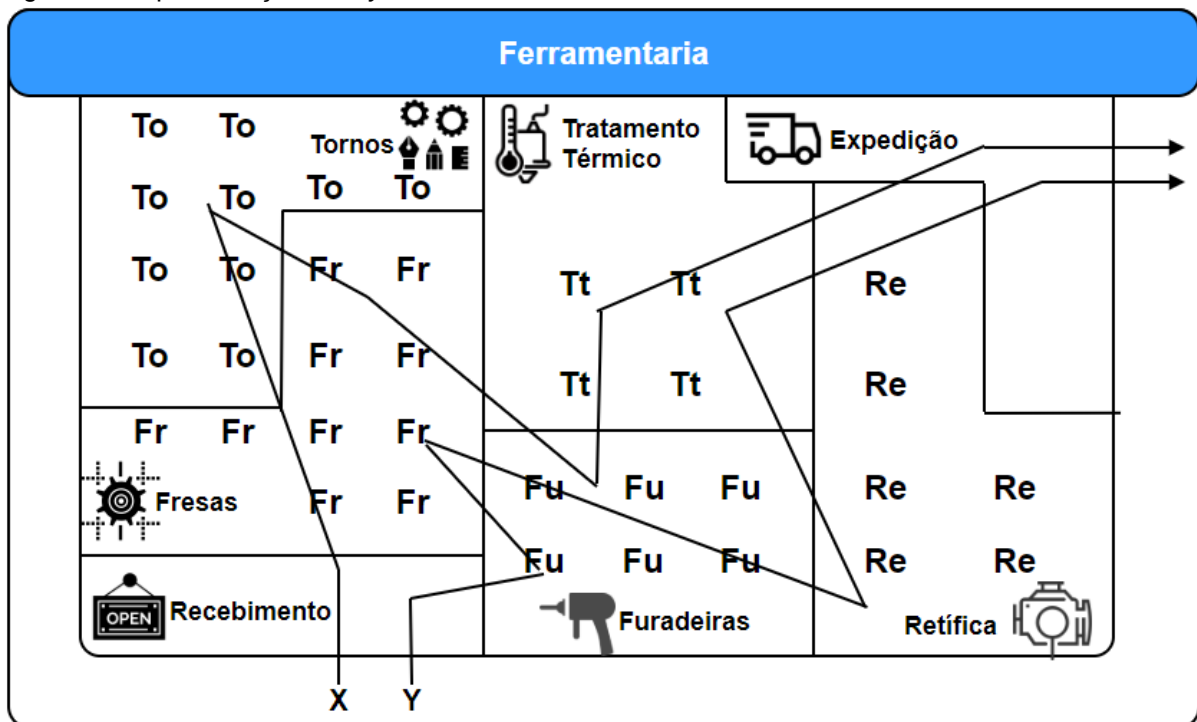
Para Ferreira *et al* (2018), devido às suas características, este tipo de arranjo físico é utilizado para produtos com baixa quantidade ou unitário, normalmente não sendo repetitivo. Um exemplo de aplicação é a fabricação de navios, aviões, transformadores elétricos e outros produtos de altas dimensões físicas.

2.7.2.2 Arranjo físico funcional

Segundo Corrêa e Corrêa (2009), o arranjo físico funcional, também conhecido por arranjo físico por processo, tem por objetivo dispor os recursos de acordo com função ou similaridade do processo.

Slack, Jones & Johnston (2015), complementam, afirmando que produto flui por um roteiro de atividades, o que faz com que, até a finalização do mesmo, ele precisa percorrer por diversas atividades para que atenda às necessidades apontadas pelo cliente. Os roteiros variam conforme as necessidades especificadas, o que faz com que cada produto percorra por atividades diferentes, tornando o padrão de fluxo de operação melindroso. A Figura 5 ilustra um exemplo de *layout* funcional, representando um supermercado.

Figura 5 - Representação de *layout* funcional.



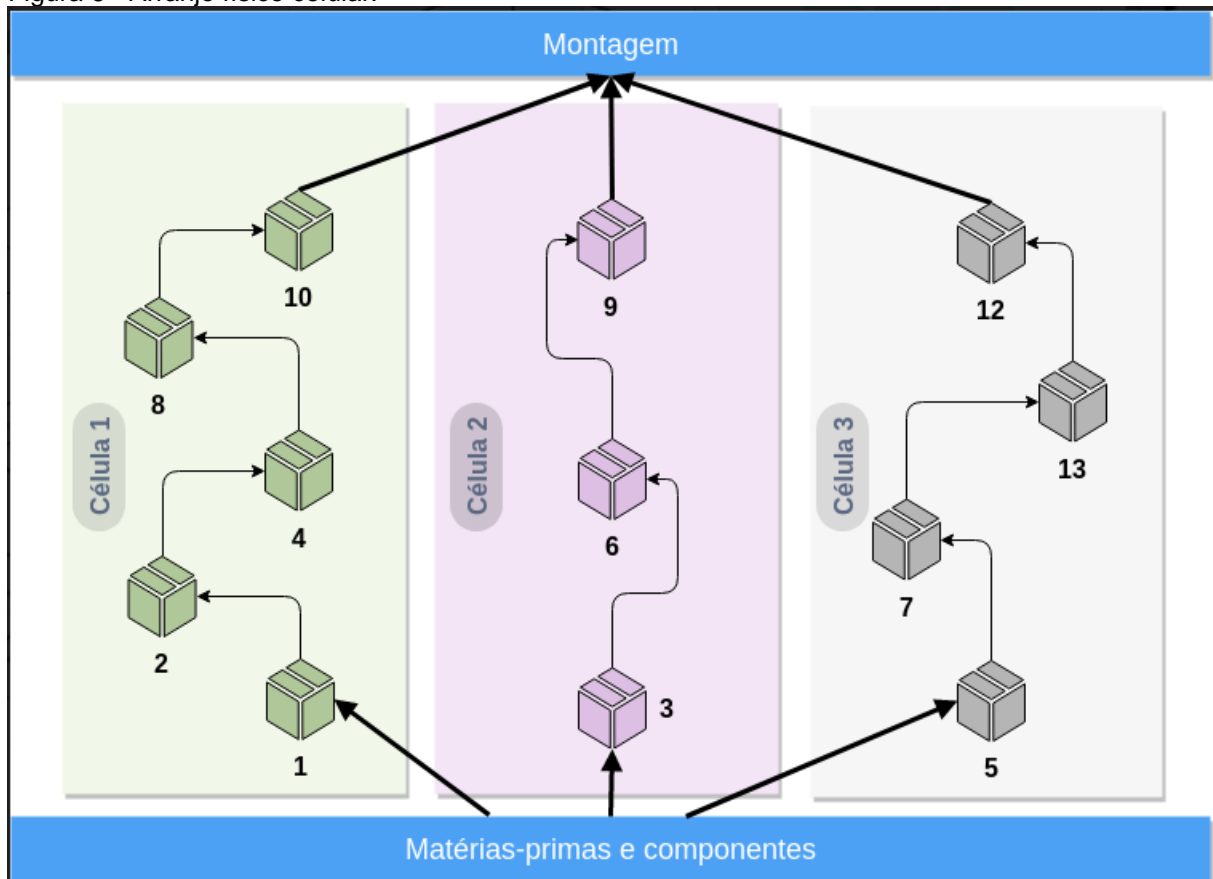
Fonte: Corrêa e Corrêa (2019).

É possível notar que esta forma de arranjo favorece a flexibilidade dos fluxos, ou seja, transitar diferentes caminhos de acordo com a necessidade, com distâncias variadas. Na Figura 5, X e Y são representantes dos fluxos de pessoas (X) e materiais (Y). O grande revés deste tipo de arranjo é conseguir aproximar setores com intensa movimentação entre si, evitando deslocamentos desnecessários, porém levando em conta restrições de proximidade, seja por fator tecnológico, ou outro (CORRÊA & CORRÊA, 2019).

2.7.2.3 Arranjo físico celular

Segundo Corrêa e Corrêa (2019) o arranjo físico celular busca melhorar a eficiência do arranjo físico funcional, evitando ao máximo a perda de flexibilidade do mesmo. A Figura 6 apresenta a ilustração de um arranjo físico celular.

Figura 6 - Arranjo físico celular.



Fonte: Adaptado de Martins e Laugeni (2015).

Slack et al (2015), afirmam que os recursos transformados são pré-selecionados para serem introduzidos em parte da operação (ou célula), onde serão processadas de acordo com as especificações, podendo ter sequência de transformação em outra célula.

Peinado e Graeml (2007), abordam algumas vantagens e desvantagens do arranjo físico celular, as quais são apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Vantagens e desvantagens do arranjo físico celular.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da flexibilidade quanto ao tamanho de lotes por produto; - Diminuição do transporte de material; 	<ul style="list-style-type: none"> - Específico para uma família de produtos;

- Diminuição dos estoques; - Maior satisfação do trabalho.	- Dificuldades em elaborar um arranjo.
---	--

Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007).

Segundo Ferreira *et al* (2018), o emprego do *layout* celular é capaz de reduzir *leads times* de fabricação de componentes, uma vez que, este aumenta a flexibilidade do sistema produtivo e minimiza a necessidade de estoques de processo entre as células, devido a conversão mais rápida dos itens em produtos acabados.

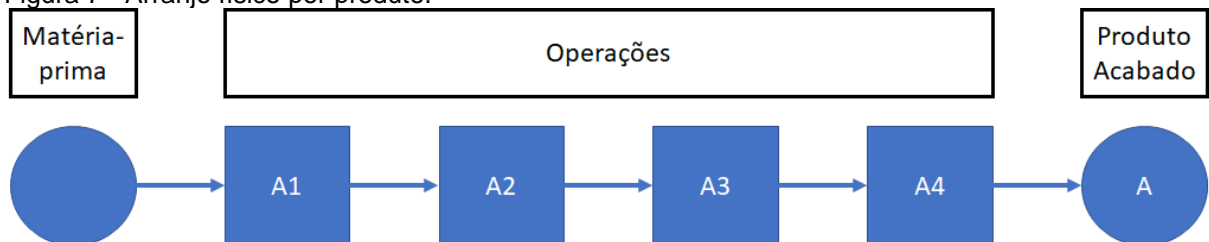
2.7.2.4 Arranjo físico de produto

Segundo Slack *et al* (2015), os recursos transformadores são localizados de forma que garanta maior adequação do recurso a ser transformado. O arranjo dos processos se dão de acordo com o roteiro de fabricação, o qual coincide com a sequência arranjada fisicamente. Devido ao fluxo ser previsível, o controle do mesmo é facilitado. Martins e Laugeni (2015) complementam afirmando que este tipo de arranjo é indicado quando há pouca ou nenhuma diversificação na produção, quantidades constantes e alto volume.

Neste tipo de arranjo o cliente ou produto se locomove em um fluxo regular ou contínuo. Normalmente a sequência segue em linha reta, mas pode ser arranjado em *layouts* em forma de L, S, U ou O, de acordo com as necessidades (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2010).

A Figura 7 é apresentada por Figueiredo (2016), onde a primeira atividade é a entrada da matéria prima, seguida de três operações realizadas de forma linear, para, por fim, ocorrer a saída do produto acabado.

Figura 7 - Arranjo físico por produto.



Fonte: Figueiredo (2016).

Corrêa e Corrêa (2019), por sua vez, afirmam que as etapas de execução possuem conexões entre si, podendo ser vistas demasiadamente em linhas de montagem e em operações de fluxo contínuo. É importante que o fluxo de produção siga de forma suave. A alocação de atividades para cada estação de trabalho é

chamada de balanceamento de linha e possui repercussão no arranjo físico das estações.

2.8 OITO DESPERDÍCIOS DA MANUFATURA ENXUTA

Oriunda do japonês, a palavra muda é traduzida como desperdício, ou seja, o oposto de agregar valor. O cliente está disposto a pagar por chapas metálicas cortadas, dobradas, soldadas e pintadas. Em contrapartida, não está disposto a pagar por tempo de espera, retrabalhos, excesso de inventário ou demais formas de muda (DENNIS, 2008).

Tubino (2015), afirma que desperdício é tudo que não coaduna valor ao cliente, uma vez que, este apenas está disposto a pagar por aquilo que transforma as matérias primas e componentes em produtos acabados.

Ohno (1997) afirma que quando deseja-se eliminar os desperdícios é necessário ter como base dois principais pontos:

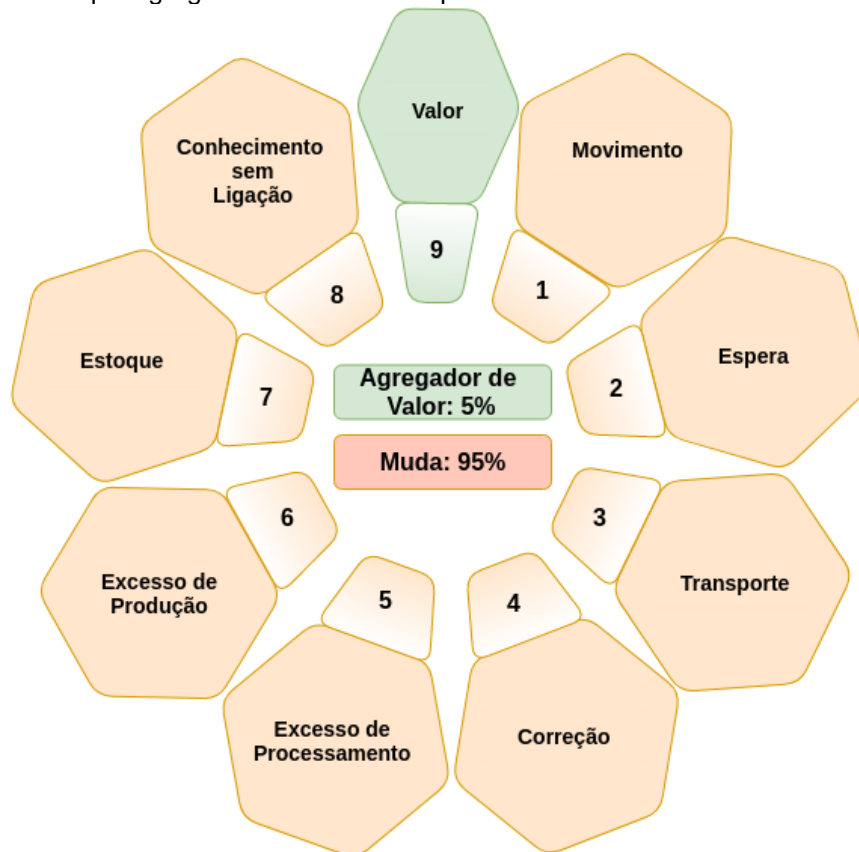
- a) Redução de custos, produzindo somente o necessário com mão de obra mínima;
- b) Analisar a eficiência de forma gradativa, levando em conta inicialmente cada operador para posteriormente analisar o time como um todo.

Para Slack *et al* (2018), uma das principais características da manufatura enxuta é eliminação de desperdícios, eliminando ou minimizando todas as atividades que não agregam valor ao ponto de vista do cliente. Dennis (2008), complementa afirmando que o trabalho humano pode ser subdividido em três partes:

- a) Trabalho de fato, sendo todo movimento que agrega valor ao produto;
- b) Trabalho auxiliar, sendo considerado como mal necessário, cuja atividade proporciona apoio a atividade de fato, como pegar peça ou a posicionar no local de montagem;
- c) Muda: movimento que não agrega nenhum tipo de valor e que, se não o realizasse, não iria interferir no resultado final.

A Figura 8 apresenta a proporção de entre atividades que agregam valor e desperdício.

Figura 8 - Atividades que agregam valor versus desperdício.



Fonte: Adaptado de Dennis (2008).

Oishi (1995) afirma que os desperdícios podem aparecer em quaisquer situações, desde a obtenção materiais e equipamentos, até a assistência ao cliente. Podem surgir de mau planejamento, execução incorreta, verificação de resultados ou má realização de ações corretivas. Estão presentes em tempos não produtivos, valores ou recursos despendidos em fatores que não agregam valor ao produto. A melhoria, por sua vez, surge a fim de diminuir os desperdícios do processo.

Pra Liker e Meier (2007), existem oito principais atividades que não agregam valor ao produto ou serviço, sendo eles: Superprodução, espera, transporte, superprocessamento, estoque, movimentação, defeitos e criatividade perdida.

2.8.1 Superprodução

Para Ohno (1997), a superprodução corresponde a produzir mais que o que o cliente irá absorver, ou seja, produção em excesso, o que traduz em custos. Este desperdício é comum e gera preocupação, pois pode ser a fonte propulsora de outros desperdícios.

Na mesma linha de pensamento, Shingo (1996), divide a superprodução em dois tipos:

- a) Superprodução por quantidade, onde são produzidos volumes além da demanda do cliente, sendo mais comum em organizações com muita instabilidade nos processos e com alto índices de produtos com problemas de qualidade.
- b) Superprodução por antecipação, ocorrendo quando a produção é realizada antes no momento necessário, fazendo com o que o produto aguarde o momento de consumo, ou outra fase do processamento.

2.8.2 Tempo de espera

Para Tubino (2015), o tempo de espera é o tempo em que o produto está na fábrica sem que haja processamento, movimentação ou inspeção, sem que haja nenhum tipo de agregação de valor para o cliente. É possível que este seja o desperdício mais clássico e mais encontrado na produção em lotes.

Liker (2005), afirma que essa perda se refere ao tempo sem trabalho, no qual o operador aguarda o próximo passo das suas atividades. A espera pode ser ocasionada por diversos motivos, como, por exemplo, aguardo por ferramentas, gargalo, faltas no estoque, paradas de máquina ou falta de demanda.

Shingo (1996) subdivide o tempo de espera em três pontos:

- a) Espera de processo, ocorrida devido a falta ou atraso de matéria prima, atraso no processamento dos lotes ou gargalos no processo produtivo;
- b) Espera de lote, que ocorre quando algumas peças já passaram pelo processo, mas precisam aguardar o restante do lote para seguir para as próximas etapas.
- c) Espera do operador, correspondente ao tempo que o operador fica ocioso esperando uma máquina realizar o processo.

2.8.3 Transporte

Corrêa e Gianesi (1993) afirmam que o transporte ao longo do processo não agrega valor ao produto. Apesar de não agregar valor ao produto final, o transporte é necessário devido a longas distâncias percorridas pelo material durante o processo produtivo. Ohno (1997) complementa afirmando que a movimentação de peças,

componentes matéria prima ou produtos acabados no interior da fábrica ou entre fábricas.

Tubino (2015), afirma que movimentar lotes de produtos entre máquinas e departamentos, ou locais de armazenagem, não agrega nenhum valor no ponto de vista do cliente. A origem deste desperdício é dada no tipo de *layout* departamental, produção em grandes lotes, com grande necessidade de armazenagem. Em consequência desse desperdício, ocorre o aumento de custo em equipamentos de movimentação e pessoas, necessitando de grande espaço físico para deslocamento em corredores e entre máquinas.

2.8.4 Superprocessamento

Segundo Ghinato (1996), o superprocessamento corresponde a ações que podem ser eliminadas sem que as características e funções básicas do produto ou serviço sejam afetadas.

Para Lima (2005), o superprocessamento diz respeito a realização de tarefas que não são necessárias no processo, gerando esforços que não agregam valor. Esse desperdício normalmente ocorre quando as exigências da qualidade são extremamente minuciosas, instruções não claras e requisitos dos clientes mal definidos.

2.8.5 Estoque

Liker e Meier (2007) afirmam que o exagero de matéria-prima, itens estocados em processo ou produtos acabados, são responsáveis por lead times mais extensos, produtos deteriorados, retrabalhos, atrasos, custo adicional de transporte e estoques. O estoque também pode ser um gerador de problemas como defeitos, parada dos equipamentos, atraso nas entregas e longos setup.

Para Shingo (1996), as perdas nos estoques acontecem devido o armazenamento em grandes níveis de estoque de materiais no almoxarifado, podendo ser de produtos acabados ou que serão processados. Desta forma, os processos ineficientes geram três tipos de estoques:

- a) Estoques criados pela produção antecipada, criando ciclos de produção maiores que os ciclos de entrega.
- b) Estoques produzidos para poder atender uma demanda instável;

- c) Estoques produzidos a fim de suprir o gerenciamento ineficiente da produção e esperas criadas devido a inspeção e transporte.

2.8.6 Movimentação

Corrêa e Gianesi (1993), afirmam que o desperdício por movimentação desnecessária é encontrado em inúmeras atividades executadas no ambiente fabril. Diminuir esses movimentos, segundo ele, aumenta a produtividade e reduz tempo que está ligado ao processo produtivo.

Dennis (2008) afirma que a movimentação está associada ao componente humano, estando ligada a ergonomia. A má elaboração de projetos de *layout*, aflige a produtividade e qualidade dos produtos, além da segurança do colaborador. Desta forma, a movimentação condiz, a saída do colaborador do posto de trabalho a fim de buscar peças, ferramentas, auxílio, caminhar e erguer material, por exemplo.

2.8.7 Defeitos

Corrêa e Gianesi (1993) afirmam que a perda por produtos defeituosos pode ser um dos maiores desperdícios do processo, uma vez que é causado por infortúnios de qualidade. Esse tipo de perda provoca perda de materiais, disponibilidade de mão de obra, equipamentos, inspeção, dentre outros.

Para Tubino (2015) os defeitos possuem origem em procedimentos executados errados, lotes econômicos muito grandes que encobrem problemas. A solução habitual diz respeito a inspeção por amostragem, a qual não garante qualidade total, levando a clientes internos e externos insatisfeitos, identificação tardia de irregularidades, rejeição de produtos e retrabalho dos defeitos, gerando atrasos na entrega do produto final.

Nesse sentido, Ghinato (1996) apresenta quatro consequências da geração de produtos defeituosos:

- a) Alcançar o preço de venda;
- b) Afetar a quantidade programada de produtos a serem entregues;
- c) Comprometer os prazos de entregas;
- d) Afetar a qualidade desejada pelo cliente.

2.8.8 Criatividade perdida

Segundo Liker (2005), o desperdício da perda de criatividade dos funcionários pode ser resumido na perda de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem. Esse desperdício é um resultado do não envolvimento do funcionário pela organização. A empresa não ouve, envolve a destina responsabilidades para seus colaboradores.

2.9 PLANO DE AÇÃO

Oliveira (1996), afirma que o plano de ação é uma forma eficiente de guiar ações a serem implementadas. Deve estar organizado de forma que seja possível uma rápida identificação dos elementos necessários para a implementação de determinado objetivo.

Para Deolindo (2011), a ferramenta 5W2H identifica de forma clara aquilo que precisa ser definido no plano de ação. Através desta ferramenta, é possível designar o que fazer para cada objetivo, facilitando o acompanhamento das ações relacionadas ao objetivo final do projeto. O Quadro 6 apresenta a relação de passos e respostas para a ferramenta 5W2H.

Quadro 6 - Relação dos passos e respostas do 5W2H.

Passos	Conteúdo das respostas
What	Ações necessárias ao tema realizado
Why	Justificativas das ações
Where	Locais influenciados pelas ações
Who	Responsabilidades pelas ações
When	Definir prazos
How	Métodos a serem utilizados
How much	Definir orçamento

Fonte: Brum, 2013.

Para Daychoum (2018), o 5W2H realiza as seguintes perguntas: O quê? Porquê? Onde? Quem? Quando? Como? Quanto custa? Dessa forma é possível identificar informações necessárias para o planejamento geral, sendo utilizado nas mais variadas áreas do conhecimento.

2.10 PADRONIZAÇÃO DE PROCESSOS

Segundo Liker (2005), o primeiro registro de utilização da padronização de processos em empresas de grande escala produtiva, foi Henry Ford. A visão formada com relação a escala de produção impulsionava uma referência para inovação. A produção em larga escala passou a ser, na época, a forma predominante de fabricação, fazendo com que a padronização de processos fosse muito estudada e aprimorada, ainda que Frederick Taylor leve o mérito de precursor, com seu estudo de tempos e movimentos em organização do segmento automotivo.

Dennis (2008) afirma que padronizar o trabalho é a porta de entrada para a criação de um desempenho coerente, pois para que a melhoria contínua aconteça, é imprescindível que o processo esteja estável. Padronizar é estabelecer formas e métodos eficazes para realizarem a orientação das pessoas com suas respectivas atividades.

Para Mello (2011), a padronização é a realização de tarefas da mesma forma, a fim de obter sempre o mesmo resultado. Dessa forma, são definidos os processos e procedimentos, a fim de manter a qualidade em todos os aspectos. A padronização é fundamental para a melhoria de processos, uma vez que, sem que haja padrão, não há como melhorá-los.

Para Liker e Meier (2007), os processos padronizados são uma descrição do processo, de fácil entendimento e que assegura melhores resultados devido a sua sistematização. A padronização é uma forma de determinar um passo a passo para produção eficaz e alinhar como estes devem ser conduzidos.

Dennis (2008), afirma que passo inicial para realizar a padronização do processo é desenvolver melhorias, como: Apontar as etapas do processo, mapear o fluxo de valor, identificar perdas, indicar melhorias, incorporar a utilização e fluxo de material, para pôr fim, documentar o método aperfeiçoado.

Segundo Barnes (1977) após a identificação do melhor método para execução da atividade é fundamental registrar, para que o método seja padronizado e se mantenha assegurado durante o passar do tempo. Um documento de instrução de trabalho pode conter as informações referentes ao processo no cabeçalho, seguido da descrição dos elementos do trabalho com imagens representativas e ao final apresentar os meios de controles.

Barnes (1977), afirma que depois de ser definido o melhor método para executar a atividade, é fundamental realizar o registro, de forma que seja possível garantir o processo ao longo do tempo. Este tipo de documento pode contar com informações referente ao processo descritas no cabeçalho, seguido de descrição dos elementos da atividade com imagens e, por fim, a apresentação de meios de controle.

2.11 VALIDAÇÃO DE PROCESSOS

Para Vilella (2004), a validação de processos pode ser definida como o processo para indicar evidências objetivas do resultado, ou atendimento das condições de determinado produto. A validação de processos é fundamental para garantir o atendimento destas concepções e objetivos.

Segundo o Guia PMBOK® (2013), a validação consiste na garantia de um serviço ou produto atender as premissas dos clientes e das demais partes interessadas. Por vezes, validar um processo, depende da aceitação e adequabilidade com clientes externos.

Após concluir esta revisão da literatura, fundamental para o desenvolvimento do trabalho, é demonstrada a metodologia utilizada e a análise de resultados.

3 METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado em uma empresa do setor agrícola, localizada na região Noroeste do Rio Grande do Sul. O delineamento da pesquisa representado na Apêndice A apresenta a sequência de atividades a ser realizadas para atingir o resultado final.

O início do processo da pesquisa se deu através da identificação de perdas significantes com desperdícios na fábrica. Posterior a identificação deste problema, foi levantada a hipótese de solucionar o mesmo através da padronização do processo. A fim de estruturar a pesquisa e embasar a mesma, foi realizada uma revisão da literatura, proporcionando maior conhecimento sobre o assunto.

A próxima etapa foi definir qual o setor e modelo a ser estudado, para posteriormente decidir o posto com maior necessidade de atuação. A definição do setor e modelo foram realizadas através da comparação do tempo de produção entre os modelos e tempo para atendimento da demanda anual, por meio de gráficos de barras. A definição do posto, por sua vez, ocorreu através de uma matriz de priorização, apresentado no Através da Figura 9, é possível perceber que o posto com maior criticidade é a área 1, correspondente a montagem de plataformas, a qual possui 22,08% do tempo estimado de horas de desperdícios. Após a definição da área a ser estudada, foi realizado um levantamento em torno do posto de montagem, a fim de definir aquele com maior criticidade. A Quadro 7 apresenta a matriz de priorização utilizada para decisão com base na análise de postos.

Quadro 7 - Matriz de priorização para decisão do posto de trabalho. onde foi levado em conta a gravidade, urgência e tendência de cada posto.

Na sequência foi realizada a cronoanálise do processo. Esta etapa ocorreu com o auxílio de um aplicativo nomeado multicronômetro, apresentado na Figura 12 - Interface do cronômetro utilizado.. Desta forma, foi cronometrado de forma simultânea o tempo total de montagem, desperdícios e mal necessário.

Por conseguinte, foi realizado um mapeamento do *layout*, visando identificar o espaço onde o conjunto é montado. Com o arranjo físico já desenhado, foi então realizado o diagrama de *spaghetti* anterior e posterior as melhorias, a fim de identificar a movimentação do operador, os quais são apresentados na Figura 14 - Diagrama de *Spaghetti* Figura 23, respectivamente.

Após o estudo de todo ambiente de trabalho, o plano de ação foi elaborado, com prazos e nome dos responsáveis por cada atividade, conforme apresentado no Apêndice C. Todas as mudanças foram realizadas com base neste plano de ação.

Realizadas as modificações no posto de trabalho, foi então realizada a cronoanálise das atividades, a fim de estruturar o trabalho padronizado. Todas as atividades foram mapeadas e em seguida cronometradas para a documentação.

Por fim, realizou-se um comparativo entre o estado em que o setor se encontrava, com a nova estruturação, representado através de gráfico na Figura 21. Foram medidos todos os desperdícios novamente, realizado o novo mapeamento do *layout* e o diagrama de *spaghetti*, a fim de comprovar os ganhos.

Nas seções a seguir é apresentada a metodologia, abrangendo os métodos e técnicas de pesquisa, apresentando os passos para ser executada.

3.1 MÉTODOS DE ABORDAGEM

Os métodos de abordagem empregado para o estudo são classificados como dedutivos e quantitativos. A abordagem dedutiva, para Gil (2008), parte de uma circunstância geral para esclarecer características particulares de um objetivo específico. Sampieri, Collado e Lucio (2013) afirmam que a pesquisa quantitativa faz jus a uma medição numérica e estatística, na qual são determinados padrões e comprovados conceitos.

Neste estudo, a abordagem dedutiva se justifica pela utilização de conhecimentos gerais, já publicados sobre o assunto, para a aplicação em um caso específico. A abordagem quantitativa será utilizada no que diz respeito a tempos de processo, uma vez que estes serão quantificados através da realização de cronoanálise.

3.2 MÉTODOS DE PROCEDIMENTO

Para que se torne possível a realização deste projeto, serão empregados a pesquisa descritiva, pesquisa bibliográfica, pesquisa comparativa e pesquisa-ação.

A pesquisa descritiva, segundo Gil (2002), tem como objetivo a descrição de características de determinado fenômeno, concebendo ligação entre as variáveis em estudo. A pesquisa bibliográfica, segundo Vergara (2016), é caracterizada pela busca

do autor em materiais já publicados, podendo ser em livros, revistas, fonte eletrônicas, entre outros.

Para Gil (2012), o método comparativo se refere na comparação entre dois fatos. A pesquisa ação, segundo Thiollent (1896), tem base prática, associando com uma ação ou resolução de problema.

A pesquisa descritiva, neste estudo, será usada a fim de descrever a situação atual da célula de montagem a ser estudada, como *layout*, qualidade, segurança e processo. A pesquisa bibliográfica é utilizada para o embasamento teórico, o qual tem por objetivo agregar maior conhecimento sobre o assunto estudado. A pesquisa comparativa será utilizada na comparação entre o estado atual e o estado futuro, posterior a implementação do trabalho padronizado. Este estudo é compreendido como um estudo de caso, uma vez que foi aplicado e não pode ser generalizado, correspondendo a uma situação específica.

3.3 TÉCNICA DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados será realizada por meio de observação, entrevistas não estruturadas e cronoanálise. A técnica de observação é, segundo Marconi e Lakatos (2011), “a observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade”.

Para Ribas e Fonseca (2008), a entrevista não estruturada corresponde a uma conversa informal, proporcionando através de perguntas genéricas, maior liberdade para pessoa entrevistada. Peinado e Graeml (2007), afirmam que a cronoanálise é utilizada para medir e avaliar a performance dos operadores.

A técnica de observação será utilizada na verificação do estado atual e futura da célula de montagem. A entrevista não estruturada será utilizada com o operador e responsável da área, para conhecer de forma detalhada o processo realizado. Por fim, a cronoanálise será utilizada para medir os tempos de cada etapa do processo de montagem, de forma a possibilitar a elaboração do trabalho padronizado do processo. A cronoanálise será realizada através de aplicativo de cronômetro digital, o qual medirá o tempo de valor agregado e desperdício do processo.

3.4 TÉCNICA DE ANÁLISE DE DADOS

Segundo Gil (2002), a análise dos dados ocorre posteriormente a coleta, com intenção de encontrar respostas ao problema proposto pela pesquisa. Dessa forma, a análise dos dados se dará através do Excel, para análise de tempos e geração de gráficos, e do draw.io para realização de figuras e fluxogramas.

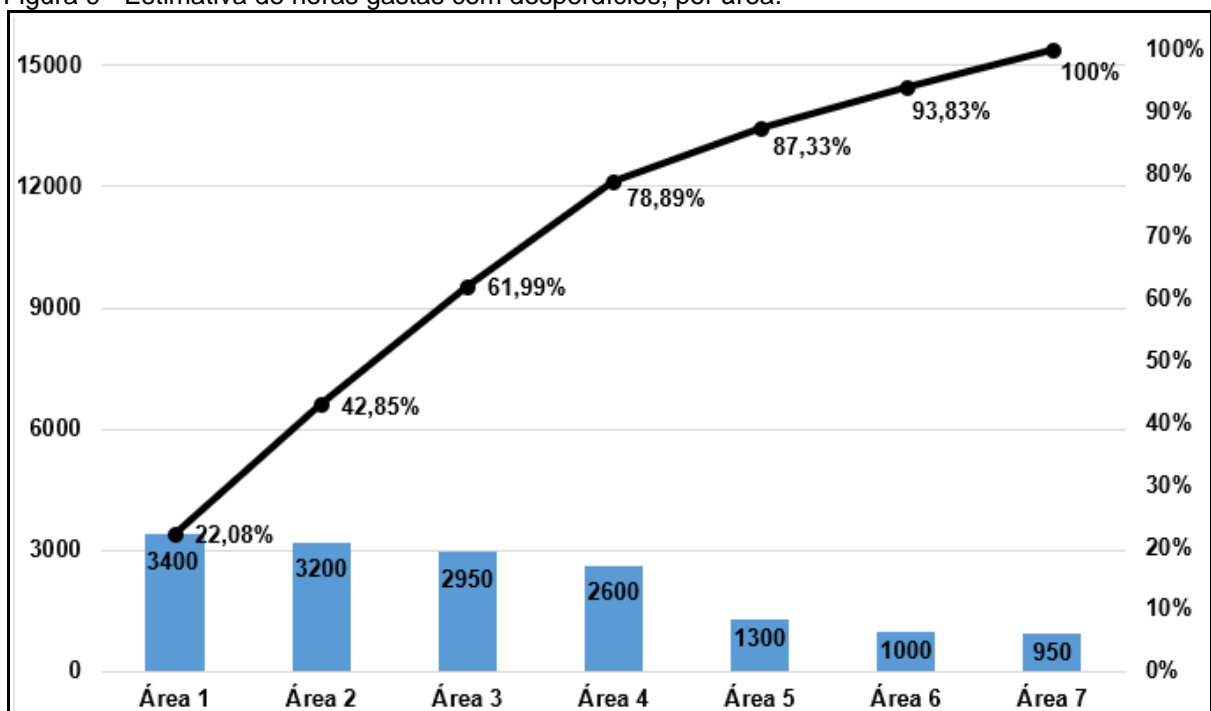
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na apresentação e análise dos resultados serão expostos os dados levantados durante a pesquisa realizada. Neste capítulo, busca-se, com base nas bibliografias já estudadas apresentar as soluções propostas para o problema de abastecimento de materiais na linha de montagem. Verifica-se então, se os objetivos específicos do trabalho foram alcançados e são apresentados os ganhos obtidos com a implementação do mesmo.

4.1 ESCOLHA DO POSTO

A escolha de atuação é uma etapa muito importante ao se iniciar um projeto, de forma que seja priorizado aquele com maior urgência e que, conseqüentemente, traga maior retorno, seja ele em qualidade, segurança, tempo ou outros. O primeiro ponto a ser analisado tem relação com a identificação de qual a área que apresentava maior quantidade de desperdícios, necessitando de ações urgentes. A Figura 9 a partir de diagrama um Pareto, apresenta a quantidade estimada de horas gastas com desperdícios nos setores, totalizando 15400 horas.

Figura 9 - Estimativa de horas gastas com desperdícios, por área.



Fonte: Autora, 2019.

Através da Figura 9, é possível perceber que o posto com maior criticidade é a área 1, correspondente a montagem de plataformas, a qual possui 22,08% do tempo estimado de horas de desperdícios. Após a definição da área a ser estudada, foi realizado um levantamento em torno do posto de montagem, a fim de definir aquele com maior criticidade. A Quadro 7 apresenta a matriz de priorização utilizada para decisão com base na análise de postos.

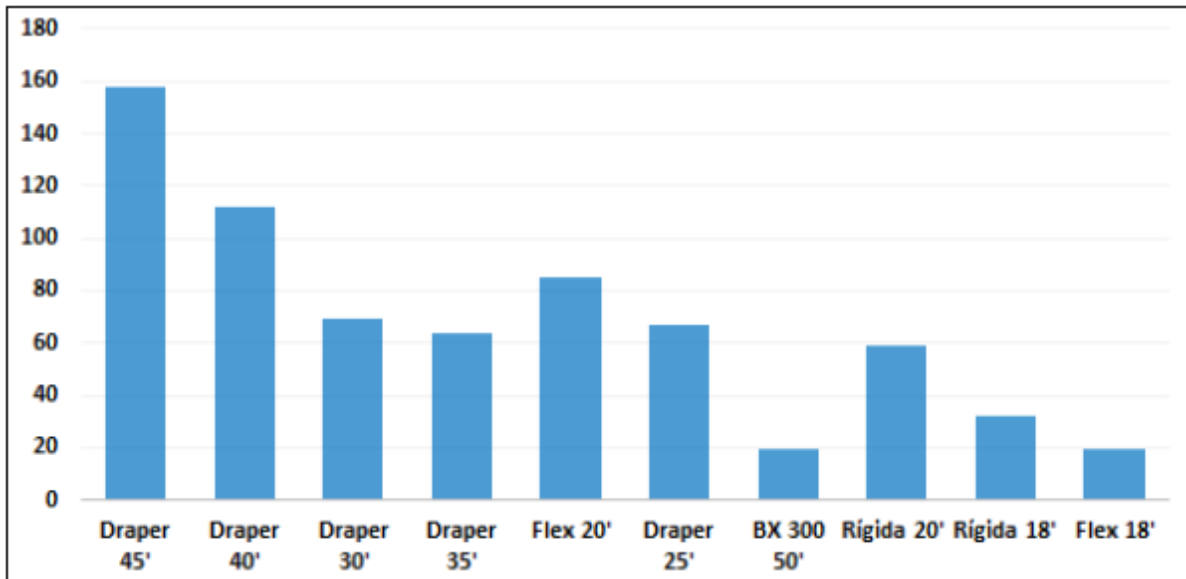
Quadro 7 - Matriz de priorização para decisão do posto de trabalho.

	G GRAVIDADE	U URGÊNCIA	T TENDÊNCIA	G x U x T
POSTO 01	4	4	4	64
POSTO 02	4	4	5	80
POSTO 03	3	2	4	24
POSTO 04	2	4	2	16
POSTO 05	3	2	4	24
POSTO 06	4	3	4	48
POSTO 07	4	4	3	48
POSTO 08	4	8	1	8
POSTO 09	4	4	3	48

Fonte: Autora, 2019.

O primeiro ponto analisado para a determinação do modelo de produto a ser estudado, foi a quantidade horas despendidas para fabricação e uma estimativa prevista de redução de tempo. A Figura 10, apresenta a quantidade de horas despendidas para fabricar uma unidade de cada modelo do produto. A Figura 11, demonstra a potencial redução de tempo, em minutos, por cada modelo. A potencial redução de tempo é calculada com base em uma meta de redução, estipulada anualmente pela empresa.

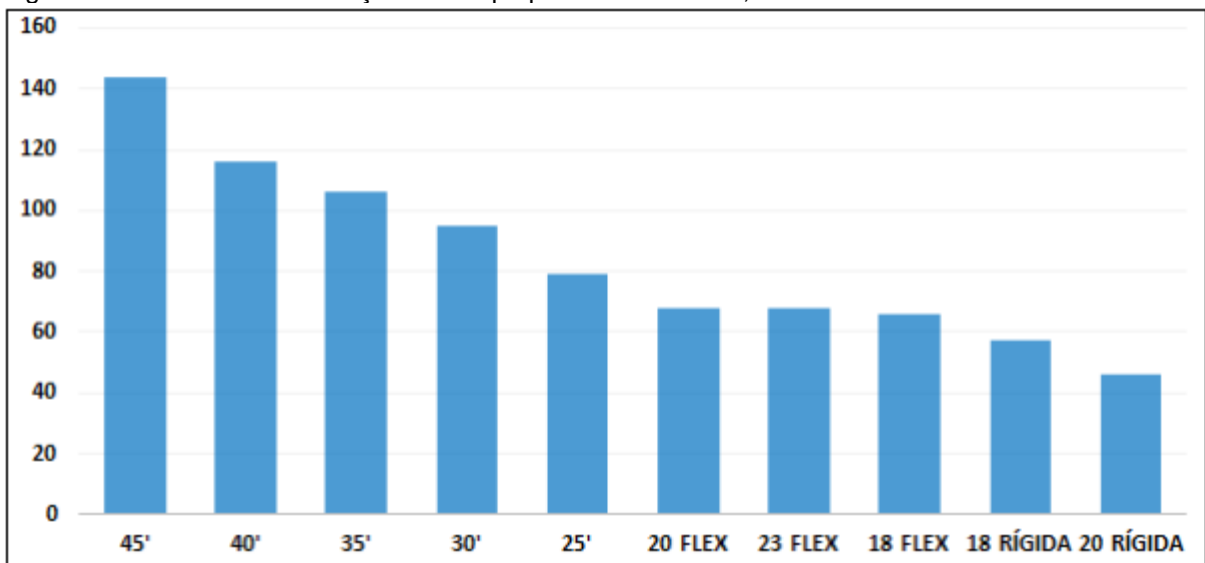
Figura 10 - Tempo para atendimento anual da demanda, em horas.



Fonte: Autora, 2019.

De acordo com a Figura 10, é evidenciado que a plataforma 45 pés é a que tem maior demanda de tempo para o atendimento da demanda anual. Através deste indicador, identificou-se que esta possui maior necessidade de atuação na redução de desperdícios, para que seja possível o atendimento da mesma. A estimativa de redução de tempo por modelo é apresentada na Figura 11, que tem como finalidade comprovar o modelo com maior prioridade.

Figura 11 - Estimativa de redução de tempo para cada modelo, em minutos.



Fonte: Autora, 2019.

Com base nos gráficos expostos, atendendo o primeiro objetivo específico, o modelo com maior prioridade de atuação, é o modelo 45'. Este modelo depende

maior tempo para montagem de uma unidade e tem maior estimativa de redução de tempo, sendo o posto escolhido para implementação.

4.2 MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL

Já com a definição do posto de trabalho a ser implementada a padronização do processo, o próximo passo foi o mapeamento do estado atual do local, a fim de atender o segundo objetivo específico determinado. O Apêndice B apresenta o VSM (*Value Stream Mapping*) do processo realizado no posto escolhido.

A seguir são apresentados tópicos do mapeamento do estado atual, como cronoanálise, análise de *layout* e de movimentação.

4.2.1 Cronoanálise

A primeira análise realizada foi a cronoanálise, a fim de medir todo tempo do processo e subdividir no tempo de agregação de valor e desperdícios. Para realizar as medições, foi utilizado um aplicativo nomeado Multicronômetro. Optou-se por este aplicativo para realizar a cronoanálise devido a possibilidade de personalizar sua interface, além de poder cronometrar dois tópicos ao mesmo tempo. A interface adaptada é apresentada na Figura 12.

Figura 12 - Interface do cronômetro utilizado.



Fonte: Adaptado pela autora, 2019.

Destacado em cinza na Figura 12, está o tempo de montagem, o que corresponde ao tempo total entre o início e fim de todo processo de montagem realizado pelo operador. O tempo de montagem é iniciado e não é parado em nenhum momento durante a cronometragem, diferentemente dos outros pontos.

Em amarelo na Figura 12, está destacado o mal necessário, nomeado como posicionar. Este é o tempo despendido para posicionar a peça no local em que será montada. Quando a atividade é iniciada, a mesma é cronometrada simultaneamente com o tempo de montagem.

Destacados em vermelho na Figura 12, estão os principais desperdícios que ocorrem no posto: Buscar material, defeito/retrabalho e buscar ferramentas. A busca de material corresponde ao movimento para pegar peças que serão montadas. O defeito/retrabalho é acionado sempre que o operador ter a necessidade de retrabalhar alguma peça que tenha sido montada de forma errada. Buscar ferramentas corresponde ao tempo gasto para pegar ferramentas, como chaves e apertadeira, podendo ser dentro do posto ou fora do mesmo.

Através da cronoanálise, foram constatados os seguintes tempos:

- a) Tempo de montagem: 241,2 minutos;
- b) Posicionar: 66 minutos;
- c) Buscar material: 21,8 minutos;
- d) Defeito/Retrabalho: 0 minutos;
- e) Buscar ferramenta: 39,5 minutos.

Com base no relatório de tempos gerado pelo aplicativo, é possível calcular o tempo de agregação de valor, mal necessário e desperdícios. O mal necessário corresponde ao tempo para posicionar a peça. O tempo gasto com desperdícios corresponde a soma da busca de material, retrabalhos e busca de ferramentas. A agregação de valor, por fim, corresponde à diferença entre a soma dos tempos de mal necessário e desperdícios, com o tempo de montagem. Essas características são apresentadas na Figura 13.

Figura 13 - Gráfico representativo do tempo de agregação de valor, mal necessário e desperdícios no processo.



Fonte: Autora, 2018.

O tempo total de montagem cronometrado foi de 241,2 minutos, sendo que, 113,89 minutos foram referentes a agregação de valor (47,22%), 66 minutos com mal necessário (27,36%) e 61,3 minutos com desperdícios (25,42%).

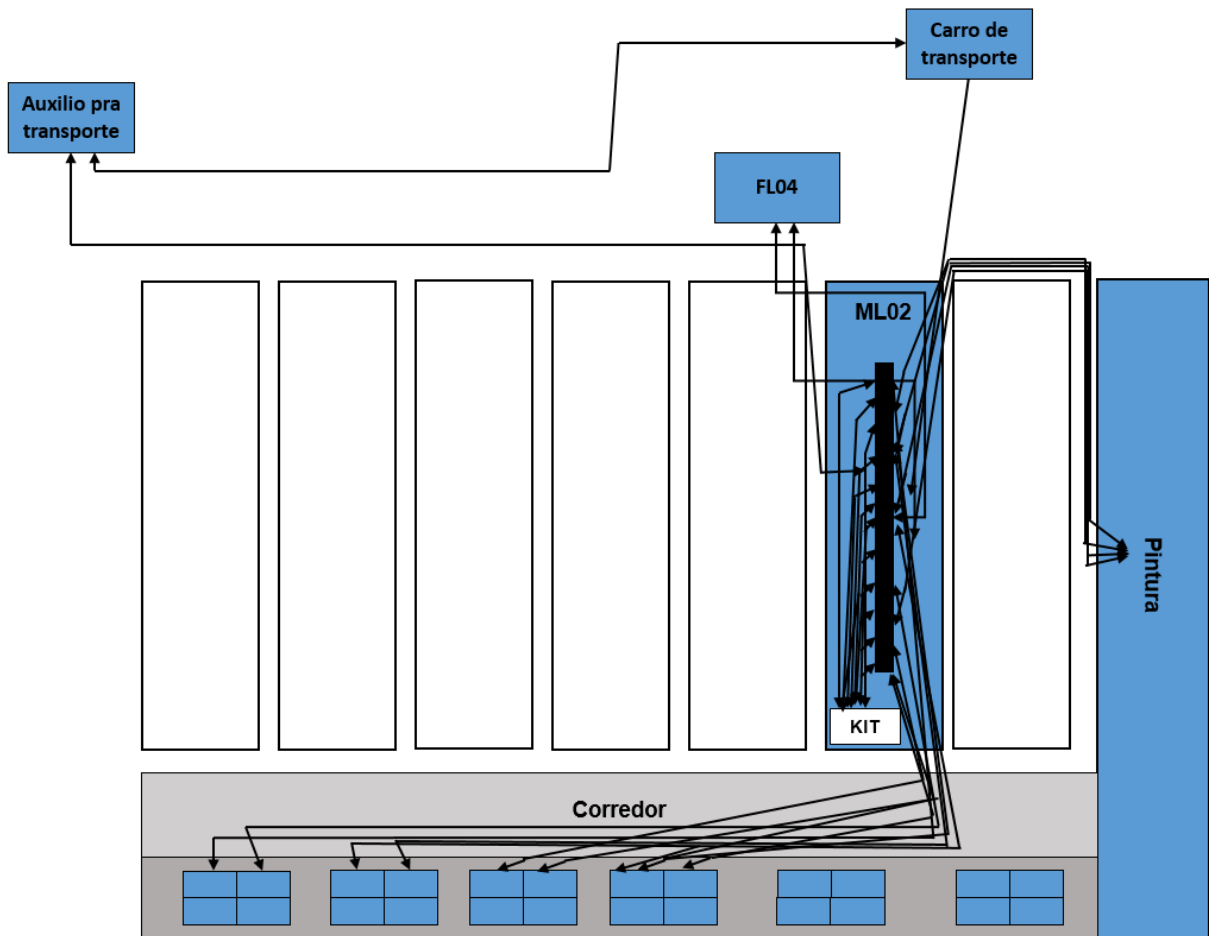
A busca de material e de ferramentas acarretou em gasto de excessivo de tempo. Diante deste problema, a principal melhoria realizada antes de padronizar o processo precisou ser a mudança do *layout*, a fim de adaptar o mesmo para diminuir o tempo de movimentação.

4.2.2 Layout

O estudo do *layout* foi fundamental para as melhorias no posto de trabalho. Ao analisar o *layout* foi detectado que o montador não tinha todos os materiais perto de si, não possuindo prateleiras específicas para seu posto de montagem.

Dessa forma, no *layout* no posto ficava disposto apenas o produto para realizar a montagem e um carro *kit*, não possuindo nenhum ponto de uso e carros de aproximação. O fato de não haver carros de aproximação, o operador precisa se deslocar para outros postos diversas vezes em busca de peças. A representação da movimentação do operador é apresentada através de um diagrama de *Spaghetti* na Figura 14.

Figura 14 - Diagrama de *Spaghetti*.



Fonte: Autora, 2019.

Através da representação do diagrama, pode-se perceber que o operador precisava realizar diversos deslocamentos. Por não contar com carro *kit*, era preciso que o operador se deslocasse até a pintura para pegar as peças que deveria montar.

Por um problema no carro que conduzia o produto, era necessário que o operador solicitasse auxílio a algum colega para, com uma paleteira, transportar o mesmo. Como o processo dependia da disponibilidade do colega e também da paleteira, o processo demorava no mínimo 30 minutos para realizar o posicionamento, quando tudo ocorria da forma esperada.

Outro deslocamento excessivo se trata da busca de itens nas prateleiras de pontos de uso. O operador se deslocava dez vezes buscar porcas, parafusos e arruelas, levando os mesmos até o local de montagem, o que demorava, em média 10 minutos apenas com deslocamento.

Com todos esses contratempos no processo de montagem do posto escolhido, o operador percorria 2,95km por máquina produzida. Considerando que o número de

montagens diária é variável, ao considerarmos uma única montagem no dia, em 250 dias úteis, o operador caminhará 736,95km.

4.3 PLANO DE AÇÃO

Tendo em vista de que, para realizar a padronização é preciso ter um processo adequado, foram analisadas algumas necessidades de melhorias. Dessa forma, com base no estudo preliminar do posto de trabalho, foi elaborado um plano de ação, a fim de estruturar a sequência de melhorias a serem realizadas. Para a destinação de tarefas, foi utilizada a ferramenta 5W2H. Dessa forma, todas as atividades foram definidas e encaminhadas ao setor responsável, com prazos para realização. O plano de ação pode ser visualizado no Apêndice C.

4.4 MELHORIAS REALIZADAS

Após definidas as melhorias necessárias, foi iniciada a implementação das mesmas. A primeira melhoria realizada no posto, foi o conserto de prateleiras para adaptação no posto de trabalho. A adaptação destas prateleiras faz com que o operador não precise mais ter grandes deslocamentos. A Figura 15 apresenta o local antes e depois de possuir prateleiras.

Figura 15 - Ambiente antes e depois, respectivamente.



Fonte: Autora, 2019.

Após o conserto e alocamento das prateleiras perto do posto, foi realizado um estudo dos itens que o operador precisava para montagem do produto. Foram alocadas nessas prateleiras todas as peças que eram buscadas nos outros pontos de

uso, aproximando e conseqüentemente diminuindo o tempo de deslocamento. Os itens obsoletos, que não eram mais utilizados foram removidos, liberando espaço para outros pontos de uso. Essa mudança reduziu 9 minutos de deslocamento por produto montado, ou seja, aproximadamente 50% do deslocamento total relacionado a busca de materiais.

Na seqüência foram confeccionados carrinhos *kit* para o acondicionamento e entrega de peças próximo ao operador. O primeiro carrinho confeccionado foi para as peças do fechamento. Essas peças já estavam acomodadas no posto, porém de forma errada. As peças eram entregues em grande quantidade e o local era fixo, fazendo com que o operador precisasse se deslocar 12 vezes para buscar cada fechamento, de forma individual, devido se tratar de uma peça grande e pesada. A Figura 16 demonstra as condições de armazenagem (a) e locomoção (b) antes da melhoria.

Figura 16 - Acondicionamento (a) e deslocamento (b) das chapas de fechamento, respectivamente.



Fonte: Autora, 2019.

Além do tempo gasto, o operador também se expunha a problemas ergonômicos, devido às características das peças e condições de armazenagem como é possível perceber através da Figura 16. A situação ergonômica é analisada de acordo com a pontuação apresentada no Quadro 8.

Quadro 8 - Pontuação utilizada para avaliação ergonômica.

Pontuação	Conceito
1 a 2	Indica a postura como aceitável se não é mantida ou repetida por longos períodos.
3 a 4	Indica que é necessário observação mais cuidadosa, sendo provável a introdução de alterações.
5 a 6	Indica a necessidade de investigação mais cuidadosa, sendo necessário a introdução de modificações rapidamente.
7	Indica a necessidade de investigação mais cuidadosa, sendo necessário a introdução de modificações imediatas.

Fonte: Autora, 2019.

O fator de ergonomia, em uma escala de 1 a 7, foi pontuado com 7 pontos, sendo considerado um risco substancial, necessitando de ação urgente. A Figura 17 apresenta como ficou o acondicionamento e deslocamento de peças.

Figura 17 - Novo carro de acondicionamento e forma de deslocamento de peças.



Fonte: Autora, 2019.

Conforme pode ser verificado na Figura 17, o número de peças pagas é menor, ocupando menos espaço no posto. Outro benefício da nova forma de acoplamento

foram as rodinhas colocadas no novo carro. Graças a elas, o operador não precisa mais buscar uma chapa por vez e carregá-las nas costas. Agora o carro é deslocado até os pontos onde são montadas, não sendo mais necessário carregá-las nas costas. O índice ergonômico, por sua vez, também melhorou, passando de 7 pontos, risco substancial, para 3 pontos, índice moderado.

Além disso, esses itens vem da pintura, não sendo mais necessário que o operador se desloque até a pintura para buscar os itens, como era feito anteriormente. Essa atividade também diminui a quantidade de deslocamento do operador em busca de materiais.

Outro fator muito importante, foi a adequação do carro onde é montado o produto. Já era usado um carro, porém, havia necessidade de auxílio no tombamento de um posto para outro, sendo um risco considerado substancial. Com as adaptações realizadas, o carro segue com o produto por toda a montagem, não precisando realizar o tombamento, o que diminui o risco para moderado. A Figura 18 apresenta o carro para montagem do produto.

Figura 18 - Carro adaptado para montagem.



Fonte: Autora, 2019.

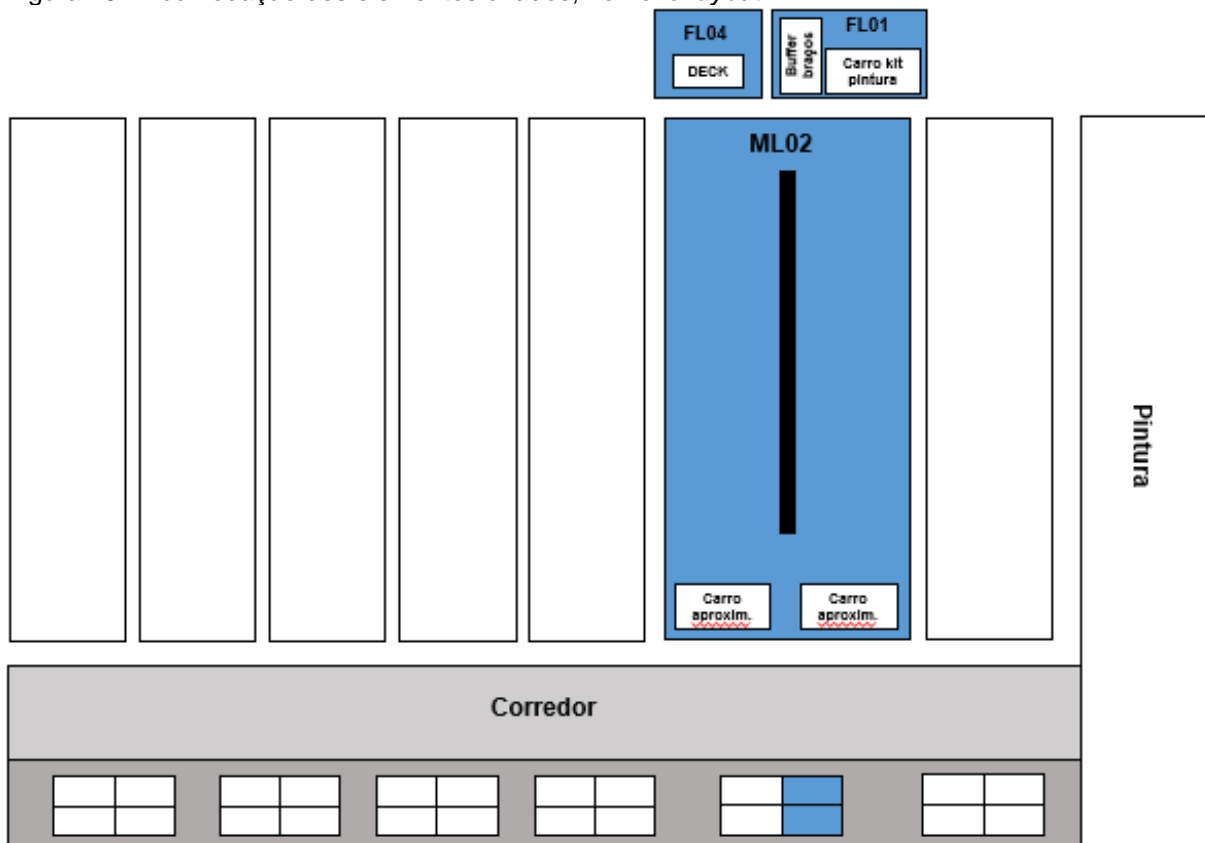
Devido a um problema no carro onde é montado o produto, este não era movimentado sem uma paleteira, o que acarretava em desperdício. Muitas vezes era necessário aguardar até que a mesma estivesse disponível e também a disponibilidade de uma segunda pessoa para realizar a locomoção, pois o montador não possui habilitação. Agora, com o conserto, não é mais necessário este auxílio,

pois o uso de paleteira foi eliminado. Além disso, foram criadas rotas para este carro voltar ao primeiro posto de montagem, fazendo com que o operador não precise mais ir buscar o mesmo.

A fim de evitar deslocamentos, foi disponibilizado um banco no local dos pontos de uso. Antes o colaborador precisava se deslocar em torno de 6 vezes para buscar os parafusos, porcas e arruelas. Cada vez que buscava, colocava no lugar onde os mesmos seriam montados. Agora estes itens foram alocados próximos, evitando esse deslocamento. O colaborador senta e realiza as pré-montagens no local dos pontos de uso, colocando tudo dentro de uma caixinha, o que faz com que só precise se deslocar uma única vez para buscar parafusos, porcas e arruelas. Essa melhoria diminuiu cerca de 9 minutos gastos com movimentação para buscar o material.

Por fim, depois de realizar as melhorias já realizadas, foi modificado o *layout*. Ao analisar toda a linha de montagem, percebeu-se que o posto poderia ser aumentado, uma vez que, nos outros postos havia espaço desocupado. Foram então acomodados todos os elementos criados no novo *layout*, de forma que possa receber o novo produto, cujas dimensões são maiores. A Figura 19 apresenta a disposição dos elementos no posto.

Figura 19 - Acomodação dos elementos criados, no novo *layout*.



Fonte: Autora, 2019.

Neste novo *layout* foram aproximados todos os pontos de uso que são utilizados para este posto de montagem. Foram alocados carros de aproximação para ferramentas e materiais, a fim de diminuir o tempo de movimentação.

4.5 PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO

Depois de realizadas todas as melhorias para adequação e redução de desperdícios no processo, partiu-se para a padronização do mesmo, atendendo o objetivo específico. Foram mapeadas todas as atividades realizadas para montagem do produto no referido posto e descritas, separadas por fases de montagem. O Apêndice E apresenta o documento do trabalho padronizado.

A primeira coluna do documento apresenta a numeração de atividades que são realizadas para montagem deste conjunto. Pode-se então perceber que são realizadas 23 operações para concluir as atividades deste posto.

Na segunda coluna é evidenciado qual operador é responsável pela montagem. Por este posto contar com um único operador, todas as atividades são direcionadas ao “operador A”.

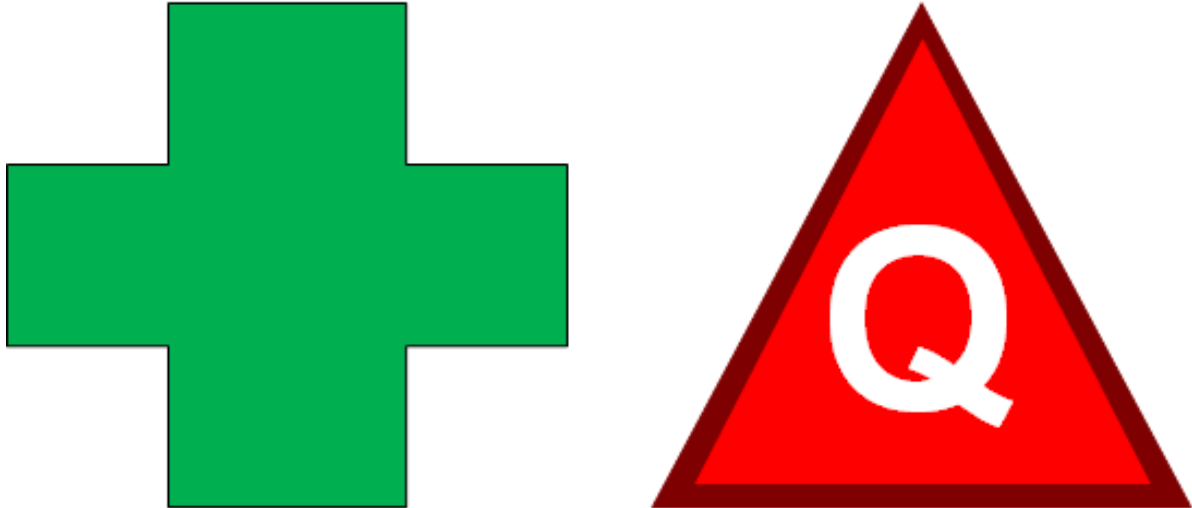
A terceira coluna evidencia as etapas de trabalho realizadas no posto. Foram padronizadas 5 fases, as quais são numeradas na seguinte sequência: 10, 20, 30, 40 e 50. Dentro destas fases são detalhadas as atividades realizadas para conclusão de cada fase e, conseqüentemente, da montagem total realizada no posto.

Na quarta coluna é evidenciado o tempo cronometrado para realização da atividade a ser desempenhada e, na quinta coluna, é apresentado o fator de fadiga por atividade. Este fator é uma tabela padrão, utilizada na empresa para documentação de tempos, uma vez que, o rendimento do operador no decorrer do dia é decrescente. O tempo do fator de fadiga é acrescido no tempo cronometrado. As relações do fator de fadiga podem ser observadas no Apêndice F.

As duas colunas na sequência correspondem a divisão do tempo em atividades manuais e caminhada. A coluna descrita como “manual” é referente ao tempo relacionado a atividades manuais, como montagem, posicionamento e lacre. Na sequência, a coluna “caminhada” identifica o tempo gasto com movimentação para busca de materiais e ferramentas. A coluna nomeada como “tempo padrão” é a soma do tempo cronometrado acrescido o fator de fadiga.

A coluna nomeada como “símbolo”, apresentada no tem como finalidade representar atividades que necessitam de maior atenção. As simbologias utilizadas são apresentadas na Figura 20.

Figura 20 - Simbologia utilizada no documento de trabalho padronizado.



Fonte: Autora, 2019.

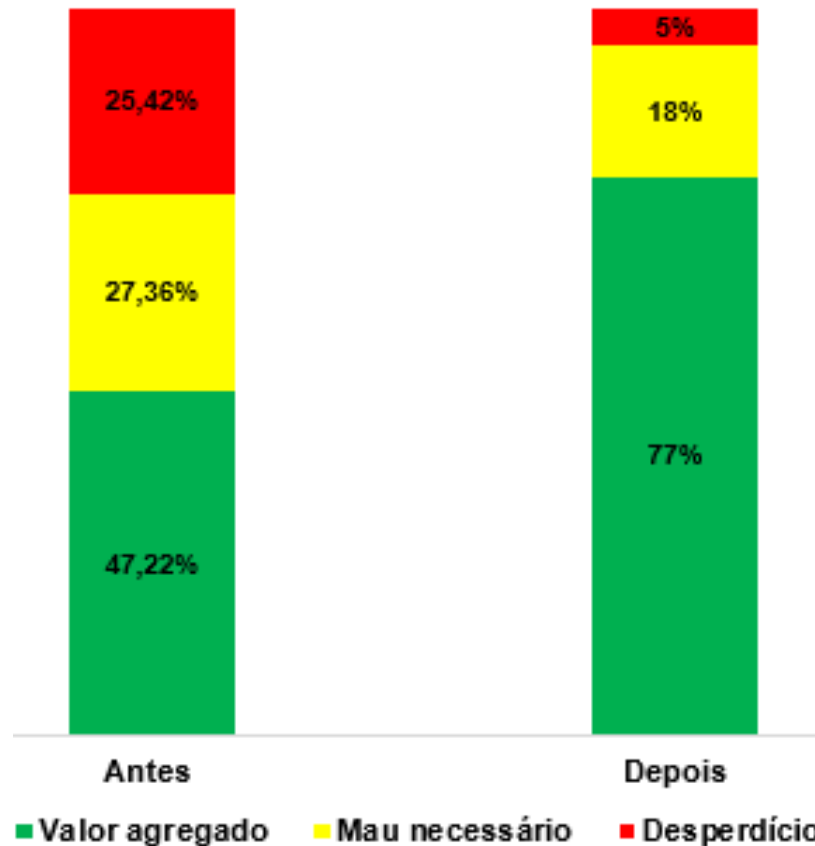
A cruz, apresentada na Figura 20, representa exigências de atenção voltadas a segurança, como o içamento de peças. O triângulo, representado na mesma figura, diz respeito a exigência de atenção relacionada à qualidade, como, no caso, a garantia de torque conforme a tabela ou instrução de trabalho. A especificação daquilo que se faz necessária maior atenção é descrito no campo “observações”, na última coluna do documento do trabalho padronizado.

A coluna POP (Procedimento Operacional Padrão), apresentada no documento do trabalho padronizado, diz respeito a instrução de trabalho que deve ser utilizada pelo operador na hora de realizar a montagem do componente.

4.6 BENEFÍCIOS

Todas as análises realizadas no mapeamento do estado atual foram realizadas novamente, a fim de identificar os benefícios. O novo mapeamento do fluxo de valor é apresentado no Apêndice D. Ao comparar o tempo gasto com desperdícios ou mal necessário, percebe-se que este reduziu significativamente. A Figura 21 apresenta a comparação antes e depois das ações tomadas.

Figura 21 - Análise comparativa anterior e posterior as melhorias.



Fonte: Autora, 2019.

A diferença do lead time do processo é de 74,2 minutos, cujo tempo foi reduzido em virtude das melhorias já evidenciadas. A diferença de tempo pode ser visualizada na comparação do VSM do antes e depois, apresentados nos Apêndices B e D, respectivamente.

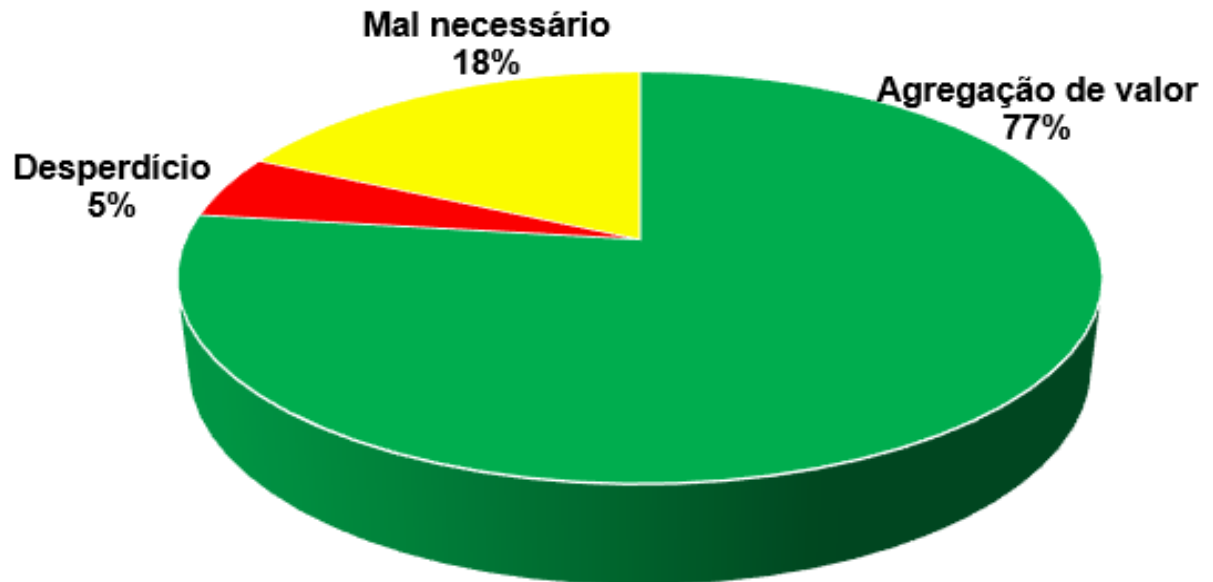
4.6.1 Cronoanálise

Utilizando os mesmos princípios e o aplicativo do multicronômetro, apresentado na Figura 12, foi realizada a cronoanálise após as melhorias. Foram identificados os seguintes tempos:

- a) Tempo de montagem: 139 minutos;
- b) Posicionar: 24,27 minutos;
- c) Buscar material: 2,23 minutos;
- d) Defeito/Retrabalho: 0 minutos;
- e) Buscar ferramenta: 5,01 minutos.

Assim como na primeira cronometragem realizada, foi calculado o tempo de desperdício, mal necessário e valor agregado, sendo representado através do gráfico apresentado na Figura 22.

Figura 22 - Análise de agregação de valor.



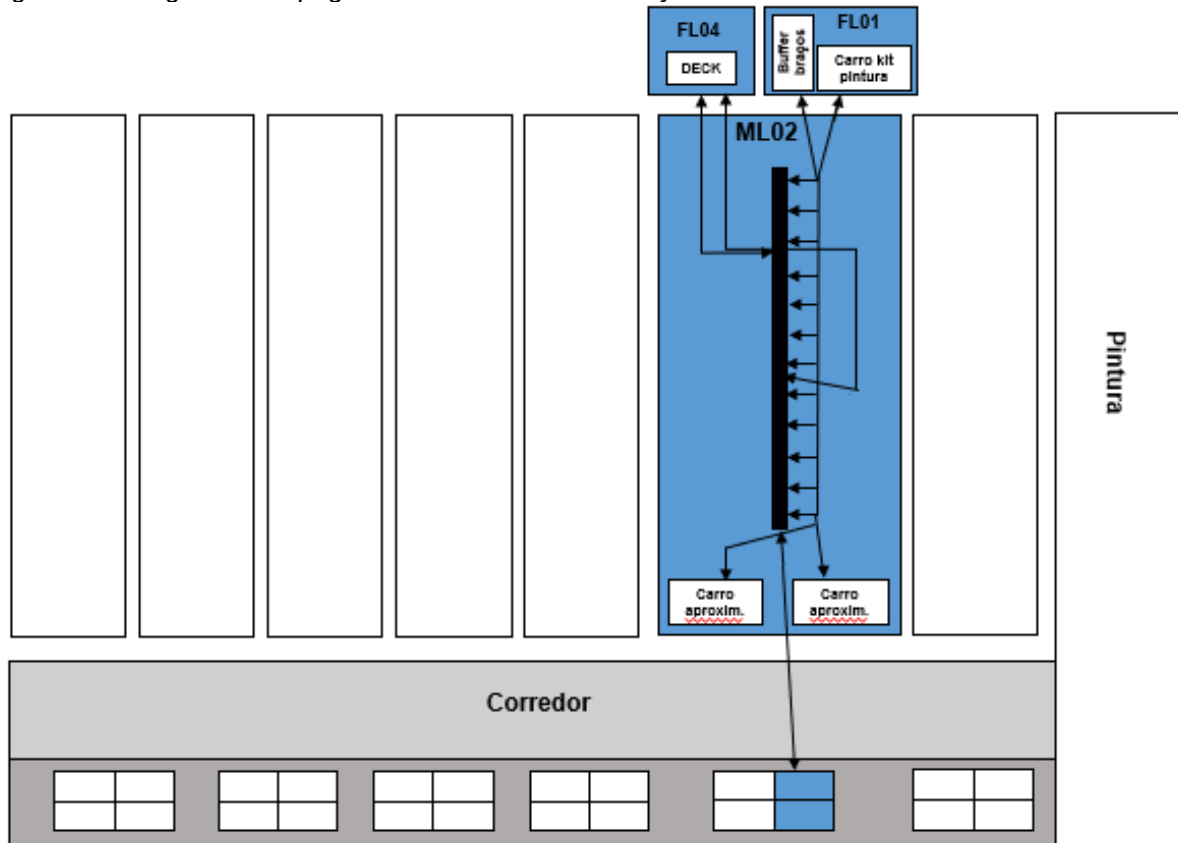
Fonte: Autora, 2019.

O tempo de agregação de valor aumentou significativamente, correspondendo a 77% da utilização do tempo (107,49 minutos). O mal necessário passou a corresponder 18% do tempo (24,27 minutos) e o desperdício passou a ser a menor parcela do processo, correspondendo a 5% do tempo (7,24 min).

4.6.2 Layout

O ganho de tempo apresentado no tópico 4.5.1, se deu, principalmente, graças ao desenvolvimento de novos kits e a nova estruturação de *layout*. O diagrama de *spaghetti*, apresentado na Figura 23, demonstra o novo percurso de movimentação do operador.

Figura 23 - Diagrama de *spaghetti* condizente ao novo *layout*.



Fonte: Autora, 2019.

Nesta nova estruturação, apresentada na Figura 23, as peças e ferramentas foram aproximadas do operador, a fim de diminuir seu tempo de movimentação em busca dos mesmos. Neste novo *layout*, o operador se desloca apenas 369,2 metros a cada produto montado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um processo alinhado e padronizado é extremamente importante para o bom rendimento e para o alcance dos objetivos empresariais. A padronização de processos é capaz de permitir que o produto seja entregue sempre com a mesma qualidade, tempo certo e preço competitivo.

Em resposta ao problema da pesquisa, “implementar o trabalho padrão apresenta eficácia sobre o controle de processos determinando sequência de operações e podendo ser uma boa solução para eliminação de desperdícios?”, é possível assegurar que se torna viável.

Desta forma, a hipótese de que, a implementação do trabalho padrão se torna viável na redução de desperdícios e promoção de um ciclo de melhoria contínua, é confirmada. A padronização só deve ocorrer quando um processo está adequado, fazendo com que, sempre que se deseja padronizar, tenha que melhorar, promovendo um ciclo que melhoria contínua.

O objetivo geral da pesquisa foi atendido. O trabalho padronizado de uma célula de montagem foi estruturado e implementado com base nos conceitos de manufatura enxuta, proporcionando um passo a passo definido para execução das atividades.

Os objetivos específicos, por sua vez, também foram todos atendidos. O posto de trabalho com maior prioridade de atuação foi definido através de análises gráficas, apresentadas na Figura 9, Figura 10, Figura 11 e com uma matriz de priorização, apresentada no Quadro 7.

O segundo objetivo específico também foi atendido, uma vez que, o estado do posto foi todo analisado e descrito, conforme o tópico 4.2. O cumprimento do terceiro objetivo específico é evidenciado através do Apêndice E, o qual evidencia o documento do trabalho padronizado. Por fim, são apresentadas evidências do último objetivo no tópico 4.6, o qual apresenta os ganhos obtidos.

Através das ações realizadas, o tempo gasto com desperdícios e mal necessário diminuíram significativamente. Foram reduzidos 9,36% do tempo gasto com mal necessário e 20,42% do tempo gasto com desperdícios de movimentação em busca de peças e ferramentas.

Devido a aproximação de peças e ferramentas, o espaço percorrido pelo operador diminuiu significativamente. Anterior as melhorias propostas, o mesmo

percorria, para montagem de uma unidade do produto, 2,95km. Agora o operador percorre 369,2m, ou seja, em torno de 2,5km a menos, por unidade.

O *lead time* do processo de montagem sofreu impacto. Em virtude das melhorias realizadas, o tempo foi de 241,2 minutos para 139 minutos. Levando em consideração a demanda utilizada para decisão do posto de trabalho, com estas melhorias foram reduzidas 170 horas por ano.

Tendo em vista trabalhos futuros, recomenda-se a adoção desta metodologia para os demais postos da linha de montagem, otimizando desta forma a produção, uma vez que esta comprovou-se eficaz.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, O. L. **Estudo da Flexibilidade dos Sistemas Produtivos**. São Carlos. Tese de Doutorado. EESC/USP, 1985.
- BARNES, R. M. **Estudo de Tempos e Movimentos: projeto e medida do trabalho**. Tradução da 6° ed. Americana. Sergio Luis Oliveira Assis, José S. Guedes Azevedo e Arnaldo Pallota; revisão técnica Miguel de Simoni e Ricardo S. da Fonseca. 6. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. 6.ed. São Paulo: Edgar. Blucher, 2004.
- BRASIL, Escola Nacional de Administração Pública. **Análise e Melhoria de Processos**. Brasília-DF, 2009.
- BRUM, T. C. **Oportunidades da aplicação de ferramentas de gestão na avaliação de políticas públicas: o caso da política nacional de resíduos sólidos para a construção civil**. Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora: Juiz de Fora, 2013.
- CARTER,D.E;BAKER,B.S. **Concurrent engineering: the product development environment for the 1990**. Mentor Graphics Corporation, 1992.
- CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. (Coords). **Gestão da qualidade: teoria e casos**. 2ª edição. São Paulo: Elsevier, 2012.
- CARVALHO, M. M.; RABECHINI Jr, R. **Fundamentos em gestão de projetos: construindo competências para gerenciar projetos**. 5ª edição. São Paulo: Atlas, 2019.
- CORREA, H. L.; GIANESI, I. G. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C.A. **Administração de Produção e Operações**. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 2009.
- CORRÊA, H. L., CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações**. 4ª edição. São Paulo: Atlas, 2019.
- 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.
- DEOLINDO, V. **Planejamento estratégico em comarca do poder judiciário**. Departamento de Biblioteca e de Jurisprudência do TJRS: Porto Alegre, 2011.

FABRICIO, M.M. **Projeto Integrado de Edifícios: uma abordagem colaborativa para o desenvolvimento de produtos e projetos na construção.** Plano de Pesquisa- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

FERRO, J. R. **A mágica do trabalho padronizado.** Revista Época Negócios. 2013. Disponível em: <https://epocanegocios.com/Inspiracao/Empresa/noticia/2013/05/magica-do-trabalho-padronizado.html>. Acessado em: 04 de junho de 2019.

FIGUEIREDO, L. H. W. **Aplicação dos tipos de layout: uma análise da produção científica.** Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

FERREIRA, M. M. G.; SOUSA, J. R.; FERNANDES, A. P. M; CAVALLARE, F. F. T. **Planejamento sistemático de layout simplificado aplicado em um almoxarifado de uma clínica universitária de odontologia.** Gestão da Produção em Foco. 1ed. Belo Horizonte: Poisson, 2018.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente just-in-time.** Caxias do sul: editora da UCS, 1996.

GONÇALVES, J. E. L. **Processo, que processo?** RAE – Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v.40, nº 4, Out/Dez, 2000.

HARTLEY, J. R. **Engenharia simultânea: um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos.** Porto Alegre: Artes médicas, 1998.

HEKIS, H. R.; SILVA, A. C.; OLIVEIRA, I. M. P.; ARAUJO, J. P. F. **Análise GUT e a gestão da informação para tomada de decisão em uma empresa de produtos orgânicos do Rio Grande do Norte.** Revista Tecnologia Fortaleza, v. 34, n. 1 e 2, p. 20-32, dezembro de 2013.

IMAI, Masaaki. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo.** 51ªed. São Paulo: Instituto IMAM, 1994.

JAISWAL, A.; SANE, S. M.; KARANDIKAR, V. **Improving Productivity in a Paint Industry using Industrial Engineering Tools and Techniques.** International Journal of Advance Industrial Engineering, n. 11, 2016.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de Produção e Operações.** 8ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

LARAIA, A. C. MOODY, P. E. HALL, R. W. **KAIZEN BLITZ – Processo para Alcance da Melhoria Contínua nas Organizações.** São Paulo: Leopardo, 2009.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Trad. L.B. Ribeiro. Porto Alegre: Bookmann, 2005.

LIKER, J. K; MEIER, D. **O Modelo Toyota: manual de aplicação.** Trad. L.B. Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LIMA, M. P. **Fatores críticos de sucesso para a implantação e manutenção do trabalho padronizado.** (Mestrado em Engenharia Automotiva) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MARIZ, R. N.; PICCHI, F. A. **Método para aplicação do trabalho padronizado.** Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC). 2013.

MACHLINE, Claude. **Manual de Administração da Produção.** 9ª edição. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1990.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F.. **Administração da Produção.** 3ª edição. São Paulo: Saraiva, 2015).

MELLO, Carlos Henrique Pereira. **Qualidade total.** São Paulo: Academia Pearson, 2011. Disponível em: . Acesso em: 10 ago. 2015.

MONTANIA, E. S.; PHILIPPHI, D. A. **Matrizes Swot e GUT como fontes de inovação para agricultores familiares de um município sul-mato-grossense.** Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade (SINGEP), 2018.

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

OISHI, M. **TIPS: Técnicas integradas na produção e serviços: como planejar, treinar, integrar e produzir para ser competitivo: teoria e prática.** São Paulo, Pioneira, 1995.

OLIVEIRA, S. T. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade.** Colaboração da Equipe Grifo. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

OLIVEIRA, C. **Análise e controle da produção em empresa têxtil, através da cronoanálise.** Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro Universitário de Formiga, Formiga, Minas Gerais, 2009.

PMI – PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de Projetos. (GUIA PMBOK).** 5ª ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

PEINADO, J; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba: UnicenP, 2007.

PERIARD, G. **Matriz Gut - Guia Completo.** 2011. Disponível: <<http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>> Acesso em: outubro de 2019.

PEROTTI et al. **Aplicabilidade da Engenharia Simultânea na Indústria da Construção Civil.** V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – CONBREPRO. 2015.

PESTANA, M. D; VERAS, G. P; FERREIRA, M. T. M.; SILVA, A. R. (2016). **Aplicação integrada da Matriz GUT a da matriz da qualidade em uma empresa de consultoria ambiental. Um estudo de caso para elaboração de proposta de**

melhorias. Anais do XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), João Pessoa, PB, Brasil, XXXVI.

PINTO, V. R. C. **Engenharia de Métodos.** Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016.

QUINQUIOLO, J. M. **Avaliação da Eficácia de um Sistema de Gerenciamento para Melhorias Implantado na Área de Carroceria de uma Linha de Produção Automotiva.** Taubaté/SP: Universidade de Taubaté, 2002.

SASHKIN, M.; KISER, K. J. **Gestão da Qualidade Total na Prática.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 1994.

SHINGO, Shingeo. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção.** 2. Ed. Porto alegre: artes médicas, 1996.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção.** Porto Alegre: Bookman, 2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 3ª edição. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 4ª edição. São Paulo: Atlas, 2015.

SLACK, N.; JONES, A. B.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção. Trad. de Ailton Bomfim Brandão.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SOUTO, M. S. M. Lopes. **Apostila de Engenharia de métodos.** Curso de especialização em Engenharia de Produção – UFPB. João Pessoa. 2002.

SUGAI, M. **Avaliação do uso do MTM (Methods-time Measurement) em uma empresa de metal-mecânica.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2003.

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

TOLEDO JR, I.F.B.; KURATOMI, S. **Cronoanálise base da racionalização, da produtividade da redução de custos.** 3ª edição. São Paulo: Itysho, 1977.

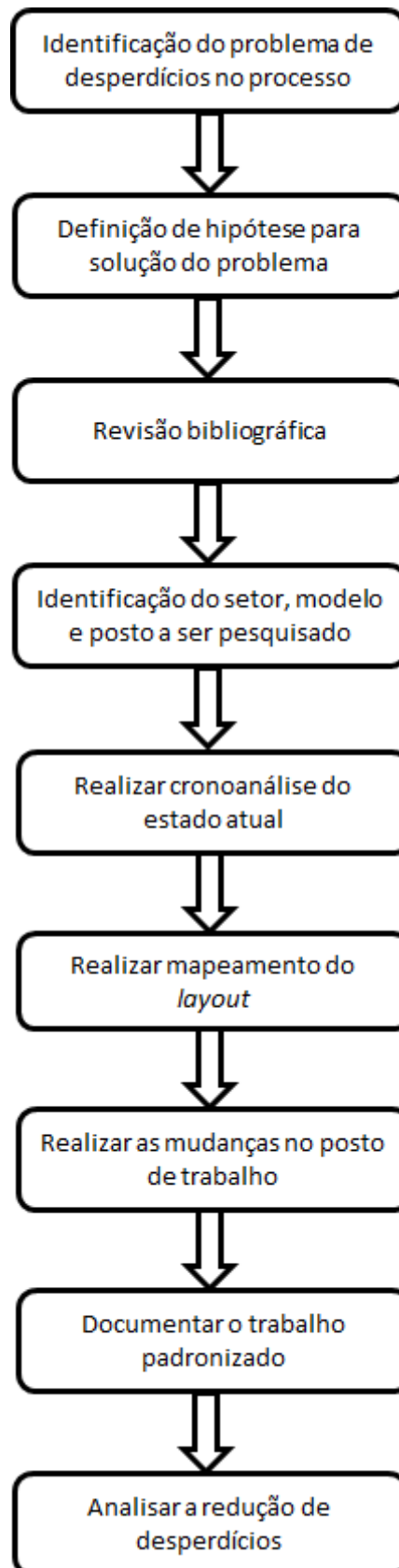
TSENG, M. M.; QINHAI, M.; SU, C. J. **Mapping Customers' Service Experience for Operations Improvement.** Business Process Management Journal, v. 5, nº 1, 1999.

TUBINO, D.F. **Manufatura enxuta como estratégia de produção: A chave para a produtividade industrial.** São Paulo: Atras, 2015.

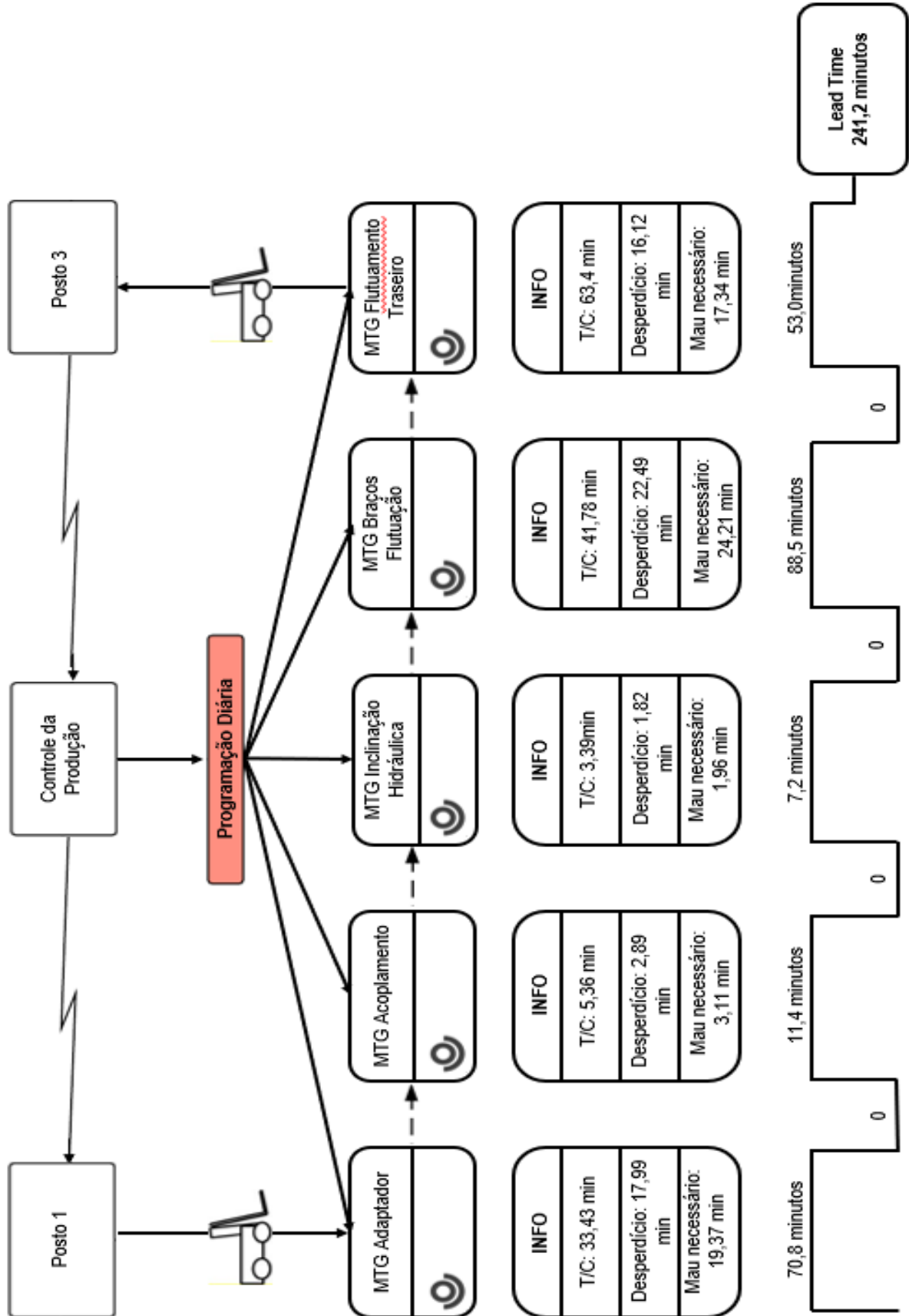
VIEIRA, Sonia. **Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços.** Rio de Janeiro: Elsevier, 1999.

VILLELA, José Roque Alves. **Validação de Processos: Um modelo utilizando ferramentas da qualidade e estatísticas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica/Gestão de Qualidade Total) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

WERKEMA, M. C. C. **As Ferramentas da Qualidade para o gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Werkema Editora Ltda, 2006

APÊNDICE A – FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES

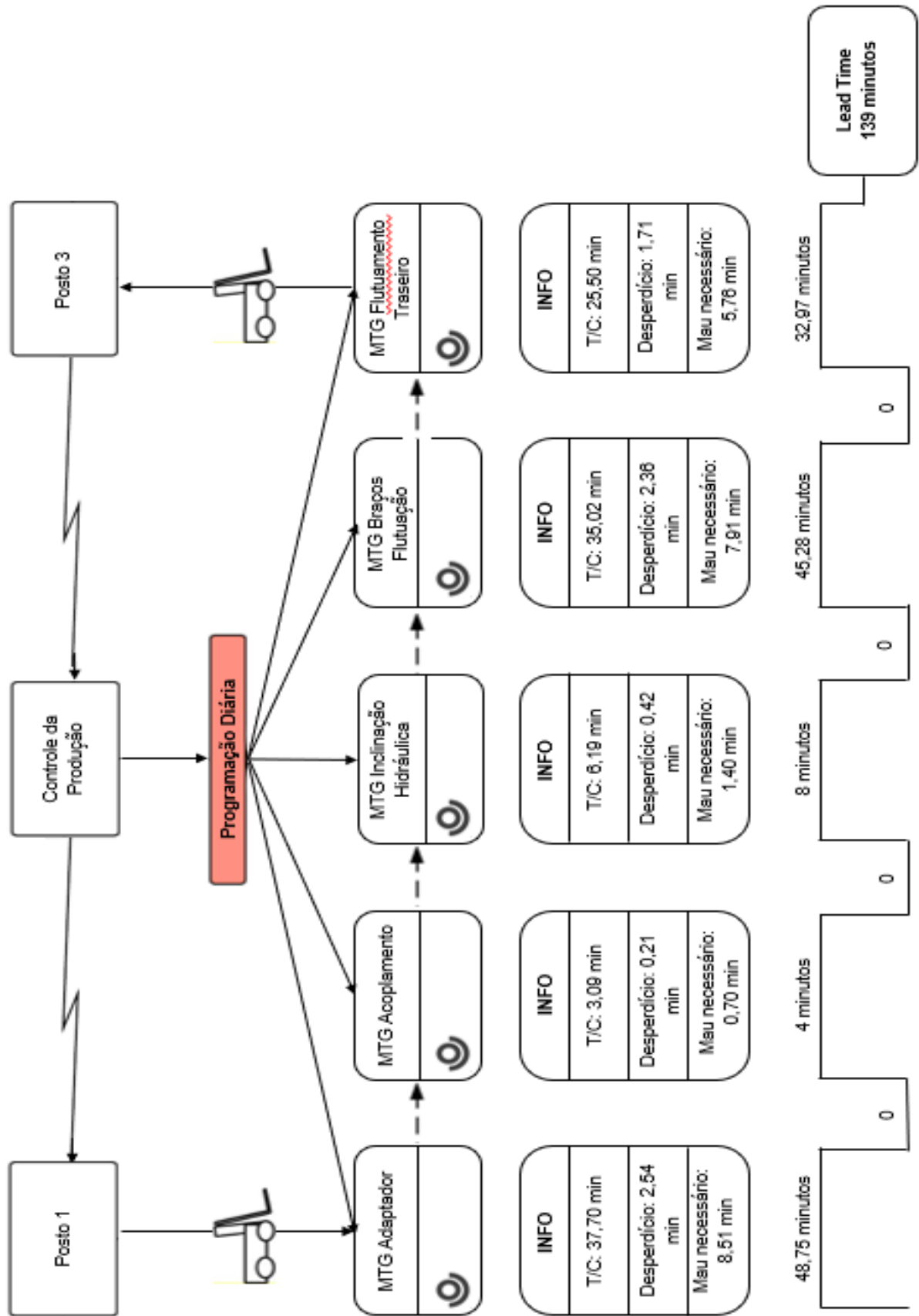
APÊNDICE B – VSM ANTERIOR AS MELHORIAS





APÊNDICE C – PLANO DE AÇÃO 5W2H


O quê?	Por quê?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
1 Prateleiras para o posto	Aproximação de itens	Ferramentaria	ML02	07/06/2019	Consertar prateleiras e trazer para perto do posto	Utilização de sobra de materiais
2 Alocar pontos de uso	Aproximação de itens	Engenharia Logística	ML02	27/06/2019	Identificar itens usados no posto e disponibilizar nos postos de uso	N/A
3 Remoção de itens obsoletos	Liberação de espaço	Engenharia Logística	ML02	07/07/2019	Identificar itens que não são usados e transferir os mesmos de local	N/A
4 Carrinhos kit	Aproximação de itens	Ferramentaria	ML02	30/07/2019	Planejar e confeccionar kit de acordo com os itens	Utilização de sobra de materiais
5 Alteração do layout	Aproximação de itens	Engenharia de Processos	ML02	20/08/2019	Desenhar e adequar layout	N/A
6 Carro de transporte	Não depender de outra área	Ferramentaria	ML02	10/09/2019	Consertar carro de transporte	Utilização de sobra de materiais
7 Disponibilizar banco	Pré montagem de parafusos, arruelas e porcas	Engenharia de Processos	ML02	15/09/2019	Pegar banco no depósito de sucatas e disponibilizar nos pontos de uso	Sucata

APÊNDICE D – VSM POSTERIOR AS MELHORIAS



APÊNDICE E – DOCUMENTO DO TRABALHO PADRONIZADO

TRABALHO PADRONIZADO										
Célula :										Revisão 01
Área:										
LINHA DE MONTAGEM PLATAFORMAS										
Sequência	Operador	Descrição das etapas:	Cronoanálise de Tempos (Minutos)		Tempos (minutos)			Símbolo	POP (Work Instruction)	Observações
			Cronom.	Fator de Fadiga:	Manual	Caminhada	Tempo Padrão:			
		Fase 10 - MTG CJ MT Adaptador		0,19					M4236_1 M4236_3	
1	A	Buscar ponte, içar conjunto chassi até o dispositivo de montagem	5,00	0,97	5,77	0,20	5,97			Atenção risco de acidente ao içar o Chassi foto 10
2	A	Prender CJ chassi no dispositivo	8,00	1,55	9,35	0,20	9,55			
3	A	Buscar ponte e içar conjunto Quadro Adaptador até o dispositivo de montagem	3,50	0,68	0,00	0,30	4,18			
4	A	Preparar apertadeira, chaves e soquetes	2,00	0,39	2,19	0,20	2,39			
5	A	Aproximar componentes conforme POP M4236_01 - M4236_03	3,00	0,58	3,38	0,20	3,58			Garantir torque conforme especificado no POP
6	A	Montar componentes conforme POP M4236_01 - M4236_03	16,30	3,16	19,26	0,20	19,46			
7	A	Disponibilizar CJ Quadro Adaptador montado no chassi	2,00	0,39	2,19	0,20	2,39			

Sequência	Operador	Descrição das etapas:	Cronoanálise de Tempos (Minutos)		Tempos (minutos)			Simbolo	POP (Work Instruction)	Observações
			Cronom.	Fator de Fadiga:	Manual	Caminhada	Tempo Padrão:			
		Fase 20 - MTG C.J Acoplamento		0,19					M4237_1 M4237_3	
8	A	Preparar chaves, aperteadeira e soquetes	1,00	0,19	0,99	0,20	1,19			
9	A	Aproximar componentes conforme POP M4237_1 - M4237_3	0,50	0,10	0,30	0,30	0,60			
10	A	Montar componentes conforme POP M4237_1 - M4237_3	1,70	0,33	2,03	0,00	2,03			Garantir torque conforme tabela
11	A	Disponibilizar C.J Acoplamento AXIAL montado	0,50	0,10	0,40	0,20	0,60			
		Fase 30 - MTG Inclinação Hidráulica		0,19					M4219_3	
12	A	Preparar alicate	1,00	0,19	0,59	0,60	1,19			
13	A	Aproximar componentes conforme POP M4219_3	1,00	0,19	1,09	0,10	1,19			
14	A	Montar componentes conforme POP M4219_3	3,00	0,58	3,48	0,10	3,58			
15	A	Disponibilizar C.J Inclinação Hidráulica da Plataforma montado	1,00	0,19	0,59	0,60	1,19			

Sequência	Operador	Descrição das etapas:	Cronoanálise de Tempos (Minutos)		Tempos (minutos)			Símbolo	POP (Work Instruction)	Observações
			Cronom.	Fator de Fadiga:	Manual	Caminhada	Tempo Padrão:			
		Fase 40 - MTG CJ Braços Flutuação LD e LE		0,19					M4150_1 M4150_9	
16	A	Preparar chaves, soquetes e aperteadeira	3,00	0,58	2,98	0,60	3,58			
17	A	Aproximar componentes conforme POP M4150_1 - M4150_9 LD e LE	13,45	2,61	15,46	0,60	16,06			
18	A	Montar componentes conforme POP M4150_1 - M4150_9 LD e LE	33,50	6,50	40,00	0,00	40,00			Garantir torque conforme tabela
19	A	Disponibilizar CJ Braços Flutuação 45FT LD e LE montados	1,00	0,19	0,59	0,60	1,19			
		Fase 50 - MTG CJ Fechamento Traseiro		0,19					M4238_1 M4238_2	
20	A	Preparar aperteadeira, torquímetro e soquetes	2,00	0,39	1,79	0,60	2,39			
21	A	Aproximar componentes conforme POP M4238_1 - M4238_2	6,00	1,16	6,56	0,60	7,16			
22	A	Montar componentes conforme POP M4238_1 - M4238_2	22,35	4,34	26,69	0,00	26,69			Garantir torque conforme tabela
23	A	Disponibilizar CJ Fechamento Traseiro montado	1,00	0,19	0,59	0,60	1,19			
Totais Atividades por Operador							157,37			
Capacidade Máxima Produção Dia						3,43				

APÊNDICE F – FATOR DE TOLERÂNCIA À FADIGA

PROCESSOS	ESFORÇO FÍSICO	CONDIÇÕES TÉRMICAS	ESFORÇO MENTAL	MONOTONIA	CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS	OUTRAS INFLUÊNCIAS	TOLERÂNCIA E FADIGA	FATOR FISIOLÓGICO	TOTAL A SER APLICADO
CORTE LASER	5,4%	1,8%	1,8%	0,0%	0,0%	1,8%	10,8%	5,0%	15,8%
DOBRA	7,2%	1,8%	3,0%	0,0%	0,0%	1,8%	13,8%	5,0%	18,8%
USINAGEM CONVENCIONAL	5,4%	1,8%	3,0%	0,0%	0,0%	1,8%	12,0%	5,0%	17,0%
USINAGEM CNC	5,4%	1,8%	1,8%	0,0%	0,0%	1,8%	10,8%	5,0%	15,8%
SOLDA CONVENCIONAL	7,2%	3,6%	1,8%	0,0%	2,4%	1,8%	16,8%	5,0%	21,8%
SOLDA ROBÓ	5,4%	3,6%	0,6%	0,0%	2,4%	1,8%	13,8%	5,0%	18,8%
PINTURA	7,2%	3,6%	1,8%	0,0%	2,4%	1,8%	16,8%	5,0%	21,8%
MONTAGEM FINAL	9,0%	1,8%	1,8%	0,0%	0,0%	1,8%	14,4%	5,0%	19,4%