



FACULDADE HORIZONTINA

FELIPE PIGATTO PEREIRA

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM NOVO *LAYOUT* NA LINHA DE MONTAGEM DO
MOTOR DE COLHEITADEIRAS**

HORIZONTINA

2016

FACULDADE HORIZONTINA
Curso de Engenharia

FELIPE PIGATTO PEREIRA

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM NOVO *LAYOUT* NA LINHA DE MONTAGEM DO
MOTOR DE COLHEITADEIRAS**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pelo Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Sirnei César Kach, Me.

HORIZONTINA-RS

2016



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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

“Implementação de um novo *layout* na linha de montagem do motor de colheitadeiras”

Elaborado por:

Felipe Pigatto Pereira

**Aprovado em: 14/Nov/2016
Pela Comissão Examinadora**

**Sirnei César Kach, Me.
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

**Guilherme Beras, Me.
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Jackson Bartz, Me.
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**HORIZONTALINA- RS
2016**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente a essas pessoas que estiveram comigo durante minha jornada acadêmica: Elizete Pigatto, Claudio Pereira e meu irmão Gabriel Pigatto, minha namorada Christiana Barcelos e, por fim, minha tia Jadir Goulart, e a um grande amigo que dedicou horas para me ajudar na realização desse projeto, obrigado Roberto Ricardo Schuster.

AGRADECIMENTO

A Deus por ter me dado saúde, força e foco para superar as dificuldades encontradas durante minha carreira acadêmica.

Agradecimento a minha família que esteve comigo me apoiando e me orientado dando seu melhor para uma boa educação e formação do meu caráter. A uma pessoa em especial que fez com que tudo isso se tornasse realidade, minha querida tia Jadir Goulart que sempre esteve presente na minha vida, me apoiando ao máximo ao longo desse tempo.

A minha namorada que sempre esteve comigo em todos os momentos, trocando experiências e ajudando a construir objetivos e sempre apoiando a dar o máximo para chegar aonde eu quero de maneira íntegra e ética.

Agradeço a empresa que oportunizou esta pesquisa, e as pessoas que me auxiliaram na construção deste trabalho, principalmente ao time com quem trabalho e meu supervisor Marcelo Beck que me orientou ao longo do meu estágio.

A Faculdade e seu corpo docente que me preparou para chegar aqui. Em especial ao meu orientador Sirnei César Kach por ter me dado todo o suporte necessário para a concretização desse trabalho.

“Conheço pessoas de ação. Que sempre serão de ação. Sabe por que? Eu lhes direi por que. Porque sempre terminam tudo aquilo que começam. ” (Dale Carnegie).

RESUMO

A corrida acirrada das empresas para entregar um produto no mercado com qualidade e tecnologia diferenciada faz com que as mesmas busquem processos cada vez mais enxutos em função da utilização de um planejamento estratégico eficiente. Por conta dessa necessidade de evolução tecnológica dos processos de manufatura, a mudança de *layout* para a adaptação dessas inovações torna-se fundamental. Assim, a empresa, objeto de estudo, introduzirá um produto novo na linha de montagem de motor, e será necessário fazer alterações para atender a demanda. O objetivo principal do presente estudo é de alterar o *layout* para inserir o novo dispositivo e apresentar ganhos obtidos, bem como os desperdícios eliminados, com essa alteração na linha de montagem do motor. Tal alteração realizar-se-á em uma empresa, do setor metal mecânico do ramo agrícola, localizada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul – RS. O trabalho utiliza a metodologia pesquisa-ação, contando com a colaboração de operadores de chão de fábrica e engenheiros responsáveis na área. Os resultados obtidos mostram que a alteração foi de extrema importância, pois os processos de fabricação foram melhorados, otimizando o tempo e proporcionando maior qualidade de manufatura ao produto.

Palavras-chave: Manufatura, *Layout*. Alteração.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapa básica para criar um VSM.....	19
Figura 2: Mapeamento "porta-a-porta"	20
Figura 3: Exemplo de mapa de fluxo de valor	21
Figura 4: Sistema desnivelado (Tradicional)	27
Figura 5: Sistema desnivelado (Reflexo de uma demanda desnivelada)	27
Figura 6: Proposta de um sistema nivelado.....	28
Figura 7: Dados da alteração de compressor.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Elementos do fluxo de valor	22
--	----

LISTA DE SIGLAS

PRT- Prateleira

MRP - *Material Requirements Planning*

STP – Sistema Toyota de Produção

MTO – *Make to Order* (Fazer a ordem)

VSM – *VALUE STREAM MAPPING* (Mapeamento do Fluxo de Valor)

SOE – Sequence of Events (Sequência de Eventos).

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1.1 TEMA	12
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	12
1.3 O PROBLEMA DA PESQUISA.....	13
1.4 JUSTIFICATIVA	13
1.5 OBJETIVO GERAL.....	14
1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	14
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DO PRODUTO E DO PROCESSO.....	15
2.2 ARRANJO FÍSICO (<i>LAYOUT</i>)	15
2.3 ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DE <i>LAYOUT</i>	17
2.4 TIPOS DE ARRANJO FÍSICO	17
2.5 VSM (MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR)	18
2.5.1 ELEMENTOS QUE INTEGRAM O MAPA DO FLUXO DE VALOR	21
2.6 BALANCEAMENTO DE LINHA	23
2.7 CRONOANALISE	24
2.8 SEQUÊNCIA DE EVENTOS	25
2.9 NIVELAMENTO	26
2.9.1 NIVELAMENTO DE PRODUÇÃO	26
2.10 LOGISTICA	29
3 METODOLOGIA	30
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	30
3.2 PROCESSO DE PESQUISA-AÇÃO	30
3.2.1 ETAPAS DO PROCESSO DE PESQUISA-AÇÃO	30
3.3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	31
3.4 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA	32
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	34
4.1 DEFINIÇÃO DO ESTUDO	34
4.2 LAYOUT ANTERIOR	34
4.3 LAYOUT FUTURO	35
4.4 RESULTADOS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (VSM)	37
CONCLUSÕES.....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
APÊNDICE A	41
APÊNDICE B	42
APÊNDICE C	43
APÊNDICE D	44
APÊNDICE E	45
APÊNDICE F	46
APÊNDICE G	47

INTRODUÇÃO

O crescimento da demanda por produtos com qualidade diferenciada faz com que empresas de grande porte estejam em constante mudança, com o objetivo de satisfazer a necessidade do cliente e estar sempre à frente no quesito inovação tecnológica de seus produtos. O setor de manufatura, por sua vez, se preocupa em entregar um produto excelente, com zero defeito, dentro de prazo e também garantir que todos os processos de fabricação tenham sido concluídos com êxito.

De acordo com Vieira (1976), um *layout* tem por objetivo minimizar custos e atingir maior produtividade, e tudo isso por meio de melhor utilização do espaço disponível; redução da movimentação seja de produtos ou pessoas; fluxo mais padronizado evitando paradas no processo de produção; menor tempo de produção (*lead time*) e melhores condições de execução das atividades dentro do centro de trabalho.

No momento da escolha do *layout* para a empresa, o que é essencial para o sistema produtivo, a empresa não poderá diminuir a produtividade que existe atualmente, mesmo com a entrada de um novo produto.

Para Borba (1998), o *layout* deve adaptar e interagir com equipamentos, pessoas, e todos os itens que integram o processo de manufatura. Diante desse cenário, deve haver um excelente alinhamento das instalações industriais e de tudo que atua na produção, em um espaço disponível para o *layout*.

O presente trabalho na linha de montagem de motores, evidencia a montagem do compressor de ar no posto 05 e que, por conta da mudança de tecnologia de funcionamento, necessitará ser montado no posto 02. A mudança de tecnologia de funcionamento refere-se ao fato de que antes era por sistema hidráulico e agora passará a ser por mecânico por correia.

1.1 TEMA

O tema do presente trabalho é alterar o *layout* para inserir o novo dispositivo de montagem do compressor de ar do motor. Verificar alternativas possíveis para a alteração e mensurá-las, escolhendo a melhor alternativa que se adapte ao processo.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O trabalho foi realizado em uma empresa de fabricação de máquinas agrícolas na cidade de Horizontina, na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Dentro da empresa o trabalho foi executado na linha de montagem de motores de colheitadeiras, procurando alternativas dentro do processo produtivo para satisfazer necessidade de fábrica abordando especificamente novo conceito de compressor de ar.

Após o levantamento de dados o trabalho delimitou-se na alteração de *layout* dos postos 02 e 05 e, para que isso fosse estabelecido, foram necessários alguns passos anteriores, o qual foi a apresentação das alternativas de ganho de área na linha de motores ao time da engenharia logística. As seguintes propostas:

- Alteração da embalagem do item A, que ocupa 7.5m²;
- Área distante do local de montagem;
- Reduzir a quantidade de embalagens do item A de 8 para 4.

Após algumas reuniões realizadas entre engenharia de manufatura e logística decidiu-se que a melhor alternativa seria reduzir a embalagens do item A, de 8 embalagens para 4 sem prejudicar a demanda e abastecimento do item, desta forma, disto resultou-se em uma área disponível 7.5m² que possibilitou o reposicionamento de prateleiras existentes no posto 02, e periféricos necessários para realizar a montagem exigida pela nova tecnologia do compressor.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Com base nas informações anteriores de que o arranjo físico atual não possibilita a montagem do novo compressor de ar, definiu-se para este trabalho o seguinte problema de pesquisa: “A readequação do *layout* será capaz de atender as demandas que um novo produto exige?”.

1.4 JUSTIFICATIVA

A engenharia de manufatura visa um incessante estudo por processos cada vez mais enxutos, aliando qualidade, segurança e ergonomia, almejando satisfazer o progresso simultâneo entre vendas e diversificação de produtos. Com isso, empresas de grande porte têm em sua rotina, constante alterações para se adaptar às necessidades do mercado atual no que se refere à modernização e inovação tecnológica. Para área de manufatura a atenção volta-se para os eliminar atividades que não agregam valores, pois o cliente não está pagando por isso, sem contar as despesas para a empresa que impactam o preço do produto final.

As ferramentas que ajudam no processo produtivo, diminuindo as chances de que o produto saia da linha de montagem com defeito, gerando retrabalho e custo para a empresa, devem ser levadas em consideração ao máximo, pois a satisfação do cliente é o maior objetivo que a empresa busca alcançar com seus produtos.

O pesquisador terá com seus conhecimentos a oportunidade de contribuir para a empresa no que se refere, a introdução de novo produto, readequar o setor em estudo, ajudando no processo produtivo, tanto dos produtos antigos como o que foi implantado conforme a demanda do mercado. Sempre mantendo a qualidade, produtividade e segurança.

Portanto o trabalho justifica-se pela sua abrangência de estudo e contribui para à empresa e acadêmicos acrescentando conhecimentos e oportunidades no processo produtivo, estabelecendo uma forma de trabalho em equipe no que diz respeito ao envolvimento dos segmentos de engenharia da fábrica e principalmente ouvir a voz das pessoas que serão afetadas por estas alterações, por sua vez os montadores que darão vida ao projeto.

1.5 OBJETIVO GERAL

O trabalho em questão tem como objetivo geral readequar o *layout* para inserir um dispositivo de montagem do compressor de ar na linha de montagem do motor, garantindo a qualidade e segurança na célula de produção.

1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Alinhados ao objetivo geral, os objetivos específicos deste projeto são:

- Identificar na revisão da literatura os conceitos de *layout* e metodologia de ferramentas de análise;
- Analisar a área em estudo e identificar os problemas existentes;
- Implementar uma proposta de readequação para otimização do processo;
- Apresentar os ganhos realizados com a proposta deste trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesse capítulo serão mencionados assuntos referentes a readequação de *layout* para inserção de dispositivo de montagem para novos produtos e ferramentas de análise para processos de manufatura na empresa objeto de estudo.

Para Oliveira (1985), apud Lermen (2015), as empresas que precisam ser adaptáveis as alterações, com o objetivo de atender a demanda do mercado e exigências do consumidor e, também, às alterações necessárias para o bom funcionamento do produto.

2.1 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DO PRODUTO E DO PROCESSO

Para Moreira (2001), fica especificado que uma das forças principais está na contínua revisão e introdução de novos produtos. Essa inserção de novos produtos ou mudança das tecnologias já existentes é importante, pois assim é possível aumentar ou manter o nível de demanda de produtos e trazendo um diferencial em relação a empresa concorrente.

O mesmo autor Moreira (2001) ainda cita, que a área de manufatura não é responsável pela introdução de novos produtos, porém tem grande impacto quando um produto é retirado de produção ou lançado adicionado para produção. Essa importância por parte de manufatura deve-se ao fato que de que deve haver preparação para novos produtos, criando ou revendo os métodos de trabalho onde for necessário, analisando e definindo as especificações de novos equipamentos e participando do processo de seleção e escolha, definindo sequência de novas operações e treinando os funcionários para novas situações entre outras.

Outro fator importante levado em conta, ainda citado por Moreira (2001) é o quão drástico será a alteração necessária para introduzir um novo produto, se manufatura, junto com administração da produção e operações acharem que os riscos serão altos os mesmos podem desaconselhar o projeto para um novo produto. A ligação entre as áreas de marketing e da produção é fundamental para o sucesso do novo produto e devem estar alinhadas entre si.

2.2 ARRANJO FÍSICO (*LAYOUT*)

Slack, et. Al. (2002), afirmam que o arranjo físico de uma operação produtiva, tem a preocupação em organizar de maneira segura e ergonômica ferramentas e equipamentos que irão ajudar, operadores diretos na transformação da matéria-prima em produto final. De forma

resumida, definir o arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção.

De acordo com Moreira (2001), planejar o arranjo físico de uma certa instalação significa tomar decisões sobre a forma como serão dispostos os centros de trabalho que serão organizados. Conceitua-se centro de trabalho algo que ocupe espaço; isso cabe a um departamento, sala, pessoa ou grupo de pessoas, máquinas e equipamentos e estações de trabalhos, etc. A maior preocupação do arranjo físico, e mais básica é tornar mais fácil e suave o movimento do trabalho através do sistema, quer esse movimento se refira ao fluxo de pessoas ou de materiais.

Para Graeml e Peinado (2007), as decisões para definir o arranjo físico definem o meio de como a empresa vai produzir. O *layout* é uma das partes mais visíveis e expostas de qualquer empresa, e a necessidade de estudá-lo existe sempre que se pretende a implementação de uma nova fábrica, ou unidade de serviço ou quando estiver reformulando as plantas industriais já em funcionamento.

Moreira (2001), explica que podem ser citados três motivos que tornam importante a tomada de decisões sobre arranjo físico:

- Capacidade de instalação e a produtividade das operações: a mudança feita corretamente no arranjo físico pode aumentar a produção que se tem na instalação, utilizando os mesmos recursos que antes, mas pela racionalização no fluxo de pessoas ou materiais;
- A alteração de arranjo físico pode implicar no gasto desnecessário de dinheiro, dependendo da área afetada e das alterações físicas necessárias nas instalações entre outros fatores;
- Mudanças podem representar elevados custos e dificuldades técnicas para futuras alterações, e causar interrupções indesejáveis no trabalho.

Ainda citando Moreira (2001), esses motivos não levados a sério na primeira vista, pode parecer que um arranjo físico uma vez estabelecido o mesmo fica imutável, mas isso não é procedente. Diversos outros fatores podem conduzir a alteração nas instalações já existentes, entre esses fatores, se destacam:

- Ineficiência das operações;
- Altas taxas de acidentes;
- Mudança no produto ou serviço;
- Necessidade de expor produtos ao cliente (supermercados, bancos, lojas);

- Alteração no volume de produção;

2.3 ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DE *LAYOUT*

Os autores Martins e Laugeni (1999), afirmam que para elaborar um arranjo físico deve ser seguido as seguintes etapas:

- Definir quantidade a produzir;
- Planejar o todo e depois as partes;
- Planejar o ideal e depois o prático;
- Seguir a sequência pré-determinada, *layout* global, área detalhado, implantar e reformular sempre que necessário;
- Analisar o número de máquinas;
- Escolher o tipo de arranjo físico e o planejar levando em conta os processos e as máquinas;
- Planejar o lugar onde será implantado;
- Desenvolver ferramentas que permitam visualizar e controlar;
- Verificar o *layout* e avaliar a solução planejada;
- Implantar.

Conforme Peinado e Graeml (2007), para definição de um *layout*, a alteração pode ser de nível estratégico da empresa, onde serão reavaliados os processos atuais, planos de negócios e até filosofia da empresa. Outros meios que ajudam a definir um *layout*, é estudar outras fábricas, realizar acompanhamento de readaptações em outras empresas. Essas experiências terão alto impacto no planejamento de um arranjo físico que será trabalhado.

2.4 TIPOS DE ARRANJOS FÍSICOS

Conforme Slack, et al. (1997) apud Lermen (2015), há quatro tipos de *layout* em que uma empresa pode configurar seus processos produtivos, sendo eles:

- **Arranjo posicional ou por posição fixa:** O produto fabricado não se move, ficando inerte enquanto os maquinários, equipamentos, instalações e pessoas movimentam-se em torno do produto. Um exemplo é um navio onde o mesmo é muito grande para ser movimentado e por isso deve ficar fixado em um lugar.

- **Arranjo físico funcional ou por processo:** Neste tipo de *layout* o produto se desloca afim de alcançar os processos, visto que todas etapas de manufatura e equipamentos de mesmo gênero são realizadas em um mesmo centro de montagem. Podem ser citados, conforme Amaral [s. d.], os seguintes exemplos: hospital (raio X e laboratório); supermercado (comida congelada e laticínios).

- **Arranjo físico linear ou por produto:** Para esse tipo de arranjo físico os materiais ocupados na área de manufatura ficam dispostos de acordo com a sequência de processamento, facilitando assim o controle do processo e limitando o manuseio de materiais. Cita-se os seguintes exemplos, segundo Amaral [s. d.]: montagem de automóveis, programas de vacinação em massa, restaurante *self-service*.

- **Arranjo físico celular:** É um modelo de *layout* em que o produto entra no processo que é pré-estabelecido para se movimentar a uma parte determinada da operação, onde todos os recursos produzidos se reúnem. Exemplo: célula de escritório, célula de manufatura.

Martins e Laugeni (1999) referem-se que o *layout* celular tem por objetivo centralizar, em um só lugar, as máquinas necessárias para fabricação de um só produto. Ainda, afirmam sobre as características de um layout celular, sendo elas:

- Flexibilidade quanto ao tamanho de lotes por produto;
- Processo direcionado para uma família de produtos;
- Baixo transporte do material;
- Menos estoque;
- Consolida a responsabilidade sobre o produto fabricado;
- Proporciona satisfação no trabalho;
- Aumenta o nível de qualidade e de produtividade.

Para complementar o assunto, Peinado e Graeml (2007) definem que arranjos físicos do tipo celular são encontrados em diversos tipos de organizações, desde o ambiente industrial, até mesmo em bares, grandes supermercados, shopping de lojas de fábrica e feiras de exposições em geral.

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

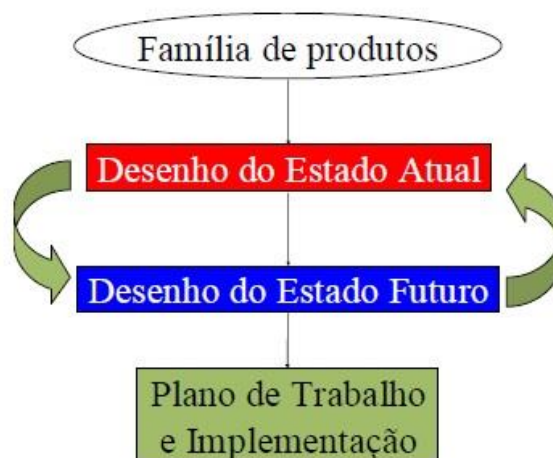
Na concepção dos autores Rother e Shook (2003), VSM é toda ação que mapeia a cadeia em que o produto está contido, agregando valor ou não, esse mapeamento vai desde a produção da matéria-prima até o consumidor, da concepção até o lançamento.

Para Rother e Shook (2003) o VSM é uma ferramenta essencial pelos seguintes argumentos:

- Auxilia na visualização do processo como um todo, por exemplo: montagem, solda, estamparia, etc;
- Identifica as fontes de desperdícios;
- Facilita linguagem para processos de manufatura;
- Expõem decisões facilitando a discussão entre elas;
- Junta conceitos e técnicas enxutas, o que ajuda a evitar a implementação de algumas técnicas isoladamente;
- Ajuda na formação de base para plano de implementação. Fornece informações que ajudam a desenhar o fluxo total de porta a porta devia operar. Os mapas do fluxo de valor tornam-se referência para implementação enxuta;
- Mostra a ligação entre o fluxo de informações e o fluxo de material. Uma característica diferencial dessa ferramenta.

Ainda segundo Rother e Shook (2003) para desenhar o estado atual, o primeiro feito é coletar informação do chão de fábrica, essa informação ajuda a desenvolver o estado futuro. As ideias do estado futuro virão à tona quando enquanto o estado atual está sendo mapeado. E do mesmo modo desenhar o estado futuro mostrará constantemente informações sobre o estado atual que foi deixada para trás. A figura 1 explica a ligação entre estado atua e futuro.

Figura 1: Etapa básica para criar um VSM



Portanto, cria-se um ciclo virtuoso onde o mapa que era futuro torna-se atual e serão elaboradas novas ações de melhoria para atingir o mapa futuro. Esse ciclo tem um tempo de três a seis meses, conforme explica Vieira (2006).

O VSM é usado afim de aprimorar os processos internos (mapeamento “porta-a-porta”). Além disso, tem sido utilizado para mapear a cadeia de suprimento inteira com a lógica de reduzir o *lead time* e assim ganhar eficiência e qualidade no fluxo de valor (GARDNER; COOPER apud VIEIRA, 2006). A figura 2 mostra o mapeamento “porta-a-porta”, ou seja, mapeando desde a porta do almoxarifado até a de expedição de produtos acabados.

Figura 2 – Mapeamento “porta-a-porta”

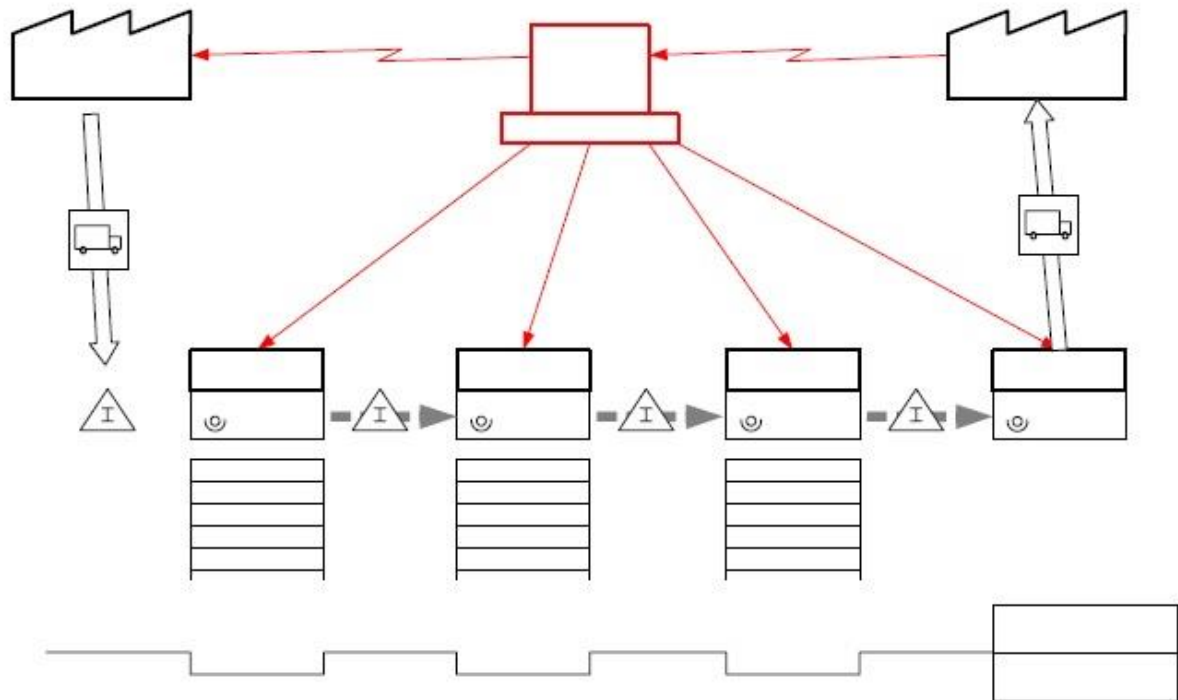


Fonte: GARDNER; COOPER *apud* VIEIRA, 2006

Para exemplificar um mapa de fluxo e valor Vieira (2006) diz que há um MRP para gerar ordens de produção, as quais empurram o material para o processo seguinte. Entre os processos, criam-se estoques, pelo sistema não ser sincronizado e o sistema ser empurrado.

No mapa da figura 3, em sua parte inferior, é representada a linha de tempo que faz um comparativo entre o *lead time* e o tempo de processamento, mostrada pelo autor Vieira (2006).

Figura 3 – Exemplo de mapa de fluxo de valor



Fonte: VIEIRA, 2006.

Na figura 3, Vieira (2006), explica que o mapa mostra o fluxo de valor simplificado de uma empresa tradicional. Com o objetivo de compreender a natureza do processo atual e elaborar o estado futuro




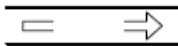






2.5.1 Elementos que integram o mapa do fluxo de valor

Para ter um VSM, Vieira (2006) considera sua formação através de elementos aos quais possuem uma ferramenta padronizada de fácil leitura e interpretação. Sua representação simbólica e concisa do fluxo do material e informação. Dessa forma alguns elementos comuns são:

- Caixa de processo: representa as estações dos processos. Aqui, agrega-se valor ao produto. Também, onde ocorre modificação ou transformação do produto;
- Caixa de dados: são dados relativos aos processos nos quais incluem o tempo de ciclo, tempo de setup e outros que, inclusive, serão vistos a seguir;
- Identificação da forma com que o sistema flui: representa o sentido do material indicado se o fluxo é “empurrado” ou “puxado”;

- Estoques: indicam a presença de estoque mesmo sendo matéria-prima ou produto final. Esse é um dos mais importantes elementos pois indica a existência de problemas;
- Planta ou fábrica: representa um fornecedor ou cliente localizado fisicamente fora da empresa mapeada;
- Meio de transporte: simboliza a entrega e recebimento de produto acabado e matéria-prima;
- Fluxo de informação: mostra o sentido que flui a informação e se ela é eletrônica ou convencional.

Quadro 1 – Elementos do fluxo de valor

Ícone	Nome	Ícone	Nome
	Caixa de processo		Supermercado (processo “puxado”)
	Caixa de dados		FIFO (processo “puxado”)
	Processo “empurrado”		Comunicação convencional.
	Estoque		Comunicação por meio eletrônico
	Planta ou fábrica		Caixa do PCP e MRP

Fonte: VIEIRA, 2006

O quadro 1 leva em consideração as figuras mais usadas em um VSM. Essa padronização facilita a fácil interpretação por outros usuários, afirma Vieira (2006).

2.6 BALANCEAMENTO DE LINHA

Conforme Sassi Júnior (2012), em âmbito empresarial a obtenção de diferenciais é tida como fator de competição. Através da melhoria contínua de processos e gestão tem-se, com isso, a melhor forma de alcançar esses diferenciais.

“O balanceamento de linha de produção é uma das técnicas aplicadas para melhorar o processo e simplificar a gestão”. (DEMBOGURSKI Et. al, 2008, apud SASSI JÚNIOR, 2012).

O Autor Tubino apud, da Silva (2011), explica que o balanceamento de células ou postos de trabalhos devem possuir uma sequência lógica nos processos, e com os operadores dispostos nos postos de trabalho seguindo um conjunto de operações-padrão necessárias para montar o produto, ou pré-montagem.

Os administradores de produção buscam, por cálculos, uma forma de proporcionar o fluxo constante de um processo através da quantidade de postos de trabalho e, em conjunto a isso, reduzir e cancelar as ociosidades na linha. Assim, quando essa racionalização é conquistada e as perdas são evitadas ao máximo, “a empresa se torna mais competitiva dentro do mercado, pois se alcança produtividade esperada e diminuição de custos” (ROCHA, 2005, apud SASSI JÚNIOR, 2012).

Sassi Júnior (2012) explicita que conforme Davis, Aquilano e Chase (2001), há seis etapas de balanceamento de linhas de produção para que ela seja implantada com êxito, as quais são:

- Especificar a relação sequencial entre as tarefas, utilizando um diagrama de precedência;
- Determinar o tempo de ciclo necessário;
- Determinar o número mínimo teórico de estações de trabalho;
- Selecionar uma regra básica na qual as tarefas têm de ser alocadas às estações de trabalho e uma regra secundária para desempatar;
- Delegar tarefas, uma de cada vez, à primeira estação, até que a soma dos tempos seja igual ao tempo de ciclo;
- Avaliar a eficiência da linha.

Segundo o autor Peinado e Graeml (2007) o balanceamento da linha de produção consiste em atribuir tarefas pelas estações de trabalhos para igualar o mesmo tempo de trabalho para a execução das tarefas. Diminuindo o impacto de tempo ocioso em mão-de-obra

e equipamentos em uma linha de produção, fazendo então o trabalho fluir de uma estação para outra.

Esse trabalho em equipe, em conjunto a outros fatores, pode fazer com que uma equipe com menor número de funcionários realize a tarefa mais rápido e com mais qualidade do que uma equipe maior, conforme indica Sassi Júnior (2012). Conclui-se então que equipes de trabalho devem ser formadas e, assim, que todos sejam responsáveis pelo resultado final e não apenas um único funcionário seja responsável por um alto índice de produtividade.

Para uma explicação clara e resumida sobre o que é um balanceamento de linha Sassi Júnior (2012) cita Rocha (2005) descrevendo que se trata de balancear uma linha de produção e ajustá-la às necessidades da demanda, maximizando a utilização dos seus postos ou estações, buscando unificar o tempo unitário da execução do produto. Uma linha de produção é formada por uma sequência de postos de trabalho, compondo estações, dependentes entre si, cada qual com função bem definida e voltada à fabricação ou montagem de um produto. Nas etapas de fabricação de um produto, cada posto ou estação de trabalho gasta determinado tempo para executar a tarefa que lhe cabe.

2.7 CRONOANÁLISE

De acordo com Oliveira, apud Bortoli (2013), a cronoanálise é considerado um método para mensurar o tempo, ou seja, cronometrar o tempo que o operador leva para realizar uma tarefa durante a produção, permitindo um tempo de tolerância para as necessidades fisiológicas, quebras de equipamentos, dentre outras.

Sassi Júnior (2012) cita Rudener para explicitar da melhor forma sobre o tema:

A cronoanálise é uma ciência voltada à melhoria dos processos produtivos e foi desenvolvida, inicialmente, por Frederick Taylor que focou o estudo de tempos com a divisão das operações em elementos bem definidos e também na avaliação do ritmo do operador. Depois desenvolveu o estudo detalhado dos movimentos, criando tabelas com o nome de cada movimento, no intuito de racionalizar a execução de uma operação escolhendo-se os movimentos mais simples, de menor fadiga e com maior valor agregado. (RUDENER, 2011, apud SASSI JÚNIOR, 2012).

A cronoanálise é uma técnica utilizada para definir o tempo no qual o trabalhador gasta para realizar uma determinada tarefa e com alto nível de desempenho. “Essa ferramenta de medição de tempos usa, como o próprio nome já diz, cronometragem” (ABREU ET. AL, 2006 apud SASSI JÚNIOR, 2012). Esse determinado tempo utilizado chama-se tempo padrão

e pode ocorrer variação conforme a atividade realizada ser ou não pertinente ao processo ao qual será realizado pelo funcionário.

De acordo com Linhar e Luzzato (2011) apud Sassi Júnior (2012), deve-se levar em consideração o fato de que a eficiência dos tempos padrões podem ser influenciados por alguns fatores, bem como o fluxo de materiais, as tecnologias utilizadas, os processos e características particulares do processo. Também, deve-se lembrar que há três finalidades para os dados extraídos na medição de tempos, as quais são:

- Analisar o desempenho da produção tomando por base os padrões existentes;
- Determinar custos padrões e de fabricação e determinar orçamentos e estimativa de custos de um novo produto;
- Estudar o balanceamento de estruturas de produção e analisar a capacidade da indústria.

Ainda, conforme Linhar e Luzzato (2011) apud Sassi Júnior (2012), existe a possibilidade de outras aplicações atribuídas à cronoanálise. Algumas delas são: o número de funcionários, a implantação de remuneração variável, a carga de trabalho, a determinação da capacidade, etc.

2.8 SEQUÊNCIA DE EVENTOS

Para Costanza apud Schuster (2015), a (SOE) Sequência de Eventos, determina o trabalho solicitado e com a qualidade necessária para manufaturar um produto.

Independentemente do ambiente, método, determinado tipo de máquina ou qualidade de onde este trabalho está sendo executado, não deve haver antecipação de tarefa, e sim, conter a sequência de eventos natural requerida para produzir conforme as especificações de engenharia. Identificar o conteúdo da sequência de trabalho e observar as especificações do controle de qualidade total concernente a cada tarefa. O seguimento destes passos é primordial para que uma produção baseada em demanda atinja sua excelência, levando em conta o projeto da linha, o mix de produção e os métodos de qualidade estabelecidos para que se tenha um produto de qualidade. (SCHUSTER, 2015, p.18).

Ainda, conforme Schuster (2015), a SOE é organizada e administrada em *software*, onde os movimentos que o operador realiza durante o processo de manufatura estão padronizados. Essa padronização foi realizada por uma análise feita em chão de fábrica e, com um cronômetro, o engenheiro responsável pelo processo acompanha o operador durante a realização do trabalho, anotando e cronometrando todos os movimentos necessários que resultarão em um tempo padrão. Esse tempo padrão é passado para o *software* onde fica

armazenado e disponível para ser colocado em um SOE como tempo padrão da atividade que venha a ser realizada.

2.9 NIVELAMENTO

De acordo com Bezerra (2008) *heijunka*, ou nivelamento de produção, é uma abordagem que identifica os desperdícios e busca eliminá-los através da melhoria contínua. Essa ferramenta surgiu, nos anos 50, pela necessidade de solucionar a falta de peças, desde matéria prima até peças prontas. Esse obstáculo impedia a Toyota de aumentar sua produtividade e atender à crescente demanda do mercado dos Estados Unidos da América pelos caminhões bélicos a serem utilizados na Guerra da Coreia.

Ainda, conforme Bezerra (2008), a empresa Toyota, sem peças nem matéria prima para a fabricação de seus produtos, estava incapacitada de produzir na primeira metade do mês. Contudo, em um sistema que espera as peças chegarem na primeira metade do mês para passar a produzir apenas na segunda metade, não poderia nunca funcionar se houvesse aumento nos níveis de produção. Por conta disso, o *heijunka* foi desenvolvido.

Com as palavras de Bezerra (2008) “O conceito de nivelamento é um dos fundamentos mais importantes do Sistema Toyota de Produção, juntamente com trabalho padronizado e o *kaizen* ou melhoria contínua”.

Distribuir a produção de diferentes produtos de maneira uniforme no decorrer do tempo no processo puxador, consiste na 5ª recomendação para o projeto e desenvolvimento da situação futura de um fluxo ou processo produtivo, conforme Bezerra (2008).

De forma resumida, nivelamento significa alimentar uniformemente a produção procurando atender a demanda de clientes externos, por diversos produtos. É o método que reduz grande quantidade de variância produzida, otimizando recursos, conforme Prioul apud Araújo (2009).

2.9.1 Nivelamento de produção

De acordo com Liker (2005), apud Bezerra (2008), o conceito de *heijunka* é o nivelamento da produção em volume e a combinação de produtos. Para isso, não se faz a programação na ordem em que os pedidos chegam, mas toma o volume total de pedidos em um período e nivela-os para que a mesma quantidade e combinação sejam produzidas a cada dia.

Segundo Tardin (2001) apud Bezerra (2008), nivelar a produção significa produzir todos os itens em curtos espaços de tempo, de modo a atender prontamente os clientes e o satisfazendo, e evitar os gastos excessivos e a superprodução dentro da empresa.

Para transformar esse conceito em algo visual, tomemos como exemplo a empresa X que fabrica 3 produtos diferentes, os produtos A, B e C, utilizando-se como base Adaptado de Liker (2005) apud Bezerra (2008).

Na figura 4 há um plano de produção totalmente desnivelado que foi programado em função de um aproveitamento máximo de *setups*. Situação encontrada na grande maioria das empresas tradicionais, conforme Bezerra (2008).

Figura 4: Sistema desnivelado (Tradicional)

DIAS DA SEMANA	TIPO DE PRODUTO
Segunda-feira	AAAAAAAAAAAA
Terça-feira	AAAAAAAAAAAA
Quarta-feira	AAAAAABBBBBB
Quinta-feira	BBBBBBBBBBBB
Sexta-feira	BBCCCCCCCCCC

Fonte: Adaptado de Liker, (2005) apud Bezerra (2008).

A figura 4 exemplifica por Bezerra (2008), um *setup* programado no início da semana e o mesmo é mantido até entrar outro produto na linha. Somente quando outro produto tem demanda é trocado o ferramental do processo, resultando no foco de produção para um produto por vez.

Ainda, segundo Bezerra (2008), outra situação muito encontrada em empresas com tipologia de produção MTO (*Make To Order*) é o planejamento feito de acordo com a ordem de chegada dos pedidos dos clientes, sem nenhuma preocupação com ocupação de máquina nem quantidades de *setups* realizados, como pode ser representado na figura 5.

Figura 5: Sistema desnivelado (Reflexo de uma demanda desnivelada)

DIAS DA SEMANA	TIPO DE PRODUTO
Segunda-feira	ABABBACABC
Terça-feira	CBBBBCCBBACA
Quarta-feira	AAAAAABBBBBBB
Quinta-feira	CBBCBBBAABCB
Sexta-feira	ABCABCABCABC

Fonte: Adaptado de Liker, (2005) apud Bezerra (2008).

A figura 5 explicada por Bezerra (2008), a situação em que o pedido chega para a fábrica de acordo com a compra, pelo cliente. Isso implica em uma produção alternada em que na linha de manufatura levando à uma produção mixada ocasionando, assim, uma demora no *setup* de cada ferramenta devido a alternância de produto sem planejamento ocasionada pela demanda do cliente.

Bezerra (2008) afirma ainda sobre uma última situação a ser apresentada a qual é justamente a aplicada e desenvolvida pela Toyota que visa um plano de produção em lotes pequenos e nivelados, sem estar necessariamente na ordem de chegada dos pedidos dos clientes.

Figura 6: Proposta de um sistema nivelado

DIAS DA SEMANA	TIPO DE PRODUTO
Segunda-feira	AAABBCAAABBC
Terça-feira	AAABBCAAABBC
Quarta-feira	AAABBCAAABBC
Quinta-feira	AAABBCAAABBC
Sexta-feira	AAABBCAAABBC

Fonte: adaptado de Liker, (2005) apud Bezerra (2008).

O sistema da figura 6 é referenciado pelo autor Bezerra (2008), a uma produção planejada proposta por um sistema nivelado de manufatura onde que o *mix* de produção é planejado para a semana inteira, por exemplo: na segunda-feira o produto A é colocado no início da produção de varia ao longo do dia entre o B e o C gerando estoque planejado para que o produto esteja disposto para o cliente na hora da compra.

Heijunka é uma estratégia forte desenvolvida pela Toyota com o intuito de eliminar os desperdícios. Apesar disso, não é uma técnica a ser aplicada isoladamente na linha de produção, faz-se necessário, em conjunto a ela, uma reorganização da empresa quanto a maneira de comprar produtos dos fornecedores, de projetar as máquinas e ferramentas, como desenvolver seus processos de trabalho e suas equipes, conforme Bezerra (2008).

Para finalizar o assunto Bezerra (2008) explica que o conceito de nivelar a produção remete à criação de processos flexíveis. A falta desse nivelamento remete à empresa tempo ocioso, recursos sobrando, elevados estoques, problemas com fluxo de caixa, custos altos e desperdício da superprodução.

2.10 LOGÍSTICA

O autor Pardo (2016), afirma que logística não se refere somente na fase de transporte de material em estradas, ferrovias e mar, a qual ela é a mais lembrada. Logística, por sua vez, vai muito além do que se vê em movimentação entre destino inicial e final e, para que isso ocorra, o material envolvido deve ser armazenado em algum lugar. Não se pode deixar em qualquer lugar, visto que o risco de perda é muito grande, bem como roubo, danificações entre outros. Devido a esses riscos, há todo planejamento por estruturado para que isso funcione de forma eficaz e precisa.

Ainda, segundo Pardo (2016), a logística trabalha em todas atividades de movimentação e armazenagem facilitando o fluxo de produto, desde o ponto de aquisição de matéria-prima até o ponto de consumo final. Ainda, controlando também o tráfego de informações necessárias para colocar os produtos em movimentação e cobrindo desde o ponto onde o produto se encontra no estado de matéria-prima, até ponto de consumo, para atender o objetivo do consumidor.

Conforme Dallarosa (2014) apud Rosso (2015), o planejamento da logística é de suma importância para que os recursos, equipamentos e informações funcionem em perfeita sincronia e, para que isso ocorra, é valido destacar alguns pontos que são trabalhados:

- Transporte planejado;
- Estratégia para o gerenciamento suprimentos;
- Gerenciamentos de informações fábrica e cliente;
- Estudo de armazenagem adequada para o produto;

Os pontos acima concluídos, de maneira correta, resultam em ganho de produtividade, entregas rápidas, redução de estoque e aumento de produtividade.

3. METODOLOGIA

Prado (2004) afirma que metodologia é um composto de técnicas e ferramentas utilizados para atingir um objetivo pré-estabelecido; o que e como deve ser feito cada etapa do estudo.

Dentro do processo produtivo foram estudadas alternativas levando em conta a sincronização de montagem existente, dispositivo de elevação de carga, acessibilidade de montagem, segurança e ergonomia.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Com a necessidade de realizar uma implementação em um *layout* da linha do motor, em uma empresa do setor metal mecânico na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, utilizou-se o uso da pesquisa-ação para a realização do trabalho.

Conforme a entrada de um produto novo com outra tecnologia, identificou-se a necessidade de reorganizar o *layout* da área objeto de estudo, no qual foi observado a segurança dos operadores, qualidade do processo de montagem, e limitações de recursos da área. Isto, sem deixar de lado a produtividade do setor, com o objetivo de manter ou melhorar a atual situação.

Diante desse cenário, Gil (2002), explica que pesquisa baseada em fatos empíricos e é concebida e executada em conjunto de uma ação ou resolução de um problema em grupo, acrescentando participação de pessoas envolvidas no projeto.

3.2 PROCESSO DE PESQUISA-AÇÃO

Para Thiollent (2005), pesquisa-ação não tem um padrão a ser seguido e isso deve-se à mudança da situação social e matriz organizacional ao qual se aplica. Entretanto, há diversidade no grau de pessoas que se dispõem da capacidade de ação coletiva em um determinado contexto social. Essas pessoas são consideradas homogêneas e dispõem de alta capacidade de expressão e ação, seja ela forma ou informal, dentro de um ambiente no qual a pesquisa é executada.

3.2.1 Etapas do processo de pesquisa-ação

O autor Thiollent (1997) não encontra uma forma padrão para pesquisa-ação. Entretanto, há quatro grandes fases:

1. Exploratória: nessa fase foi realizada uma pesquisa bibliográfica em livros, artigos e sites da internet para a elaboração da literatura, que permitiu entender melhor o processo de alteração de arranjo físico, desde o significado até sua aplicação na manufatura. Outra ação tomada foi o reconhecimento do local a ser trabalhado e identificando oportunidades de melhoria, e sugestões levantadas com funcionários operacionais e engenheiros responsáveis pelo processo.

2. Pesquisa aprofundada: nessa fase, foram realizadas visitas ao local de estudo para detalhar as atividades executadas durante o processo, com objetivo de elaborar um plano de estudo.

3. Ação: Após identificar o posto de trabalho a ser trabalhado para inserir o dispositivo de montagem do compressor de ar, foi alterado o *layout* e adaptando a sequência de montagem para uma nova proposta.

4. Avaliação: Após a alteração de arranjo físico, foram comparados os dados do antes e depois, logo mais mostrando aos gestores responsáveis da área.

De acordo com a metodologia usada foi possível encontrar a real necessidade, mensurar e tomar uma ação para solucionar o problema.

3.3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Para adequação deste $q2$ foi realizada uma avaliação no local, munido de trena, para obter uma dimensão da área de ocupação dos dispositivos e equipamentos que estão operando em chão de fábrica.

Outro item utilizado foi uma prancheta com uma folha A4, para fazer anotações necessárias conforme a conversa com os operadores que trabalham no posto de trabalho. O objetivo era o de obter alternativas para tornar o processo o mais produtivo do ponto de vista operacional, ergonômico e com a qualidade esperada.

A etapa posterior foi trabalhar para organizar o cenário atual antes da modificação do *layout* dentro do *software Autocad*, vista no apêndice A. Após ter em mãos todos os materiais necessários, para ter uma visão ampla do processo operacional, iniciou-se uma série de

reuniões com engenharia logística para ter um planejamento definido possibilitando a viabilidade de implementação do novo compressor de ar do motor.

3.4 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Para descrição da amostra tem-se o novo modelo de compressor ar, demanda ocasionada por alteração de tecnologia do produto. Este compressor de um funcionamento hidráulico e foi alterado para um funcionamento por mecânico por correia, necessitando, então, de uma alteração no processo de montagem na linha do motor.

O arranjo físico anterior tinha uma pré-montagem no posto 5 da linha de montagem do motor, que até o momento da necessidade de alteração atendia os processos de montagem, tempo de montagem, ergonomia e qualidade. Devido a entrada do novo compressor, houve o conflito na montagem do compressor no posto 5, pelo fato que o operador não conseguia acessar o local de fixação do compressor no motor, comprometendo a segurança operacional e a qualidade para dar os torques requeridos para completar a montagem.

Com o levantamento desses pontos, por engenharia de manufatura, iniciou-se o trabalho de procurar a melhor alternativa para conseguir estabelecer um processo adequado para o novo compressor, desde a sua pré-montagem até seu acoplamento ao motor. O trabalho em conjunto com engenharia logística, levantou algumas alternativas de alteração de *layout*, possibilitando trabalhar na escolha da que melhor se adequava ao processo de manufatura.

A decisão de alterar o *layout* na área selecionada vem de um estudo no processo de montagem. Este, se aplica na simulação do o fluxo da produção na linha de montagem, pré-montagem do compressor na máquina, tempo do operador, acesso ao pagamento de peças por logística e rapidez e agilidade para o operador ter acesso aos equipamentos utilizados no processo.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 DEFINIÇÃO DO ESTUDO

Na apresentação e análise dos resultados utilizou-se a aplicação dos conceitos e ferramentas estudadas na revisão da literatura para mapear o processo e propor uma alteração dentre as alternativas levantadas, contribuindo para uma melhor segurança e desempenho operacional, concluindo, assim, o primeiro objetivo específico do trabalho.

O foco central do trabalho está relacionado ao estudo do *layout* da linha do motor, opções de alteração e alternativas para inserir o novo dispositivo de pré-montagem do compressor de ar, buscando otimização de espaço, segurança e ergonomia para o processo de montagem.

A nova tecnologia usada para o funcionamento do compressor de ar define o estudo a ser tratado. Com necessidade de buscar alternativas para sua introdução no processo de montagem, pois o processo atual não permite que o operador realize a montagem na linha do motor no posto 05, onde hoje é montado o conceito existente. Essa diferença de tecnologia do novo compressor traz para a linha de montagem uma dificuldade do acesso que o montador precisa fazer para realizar a fixação no motor e, com isso, comprometendo sua segurança e ergonomia, tempo de atividade e disponibilidade de peças necessárias para a montagem.

Depois de verificar os problemas encontrados no arranjo físico atual, de que não atende as alterações necessárias para inserir um novo produto, como local de montagem no motor com difícil acesso para o operador realizar a fixação, qualidade comprometida pois há torques necessários a serem realizados no compressor de ar, a posição de montagem do operador não é adequada para os padrões ergonômicos da empresa. Definiu-se então, o estudo a ser trabalhado, em buscar alternativas viáveis para poder dar início ao processo de montagem do novo compressor.

4.2 LAYOUT ANTERIOR E ANÁLISE DE RESTRICÇÕES

Com base na pesquisa-ação, para dar conhecimento a situação atual, parte-se para o ambiente virtual, onde fez-se o uso do *software Autocad* que permite uma visualização completa da linha de montagem do motor com seus postos de trabalho, dispositivos de montagem e pré-montagem, demonstrado no apêndice A. Após o entendimento e

compreensão do que está operando na fábrica, levantou-se alguns problemas existentes a ser estudados para readequar o arranjo físico:

- Necessidade de espaço que o dispositivo ocupará;
- Logística para pagamento de peças ao local de pré-montagem;
- Área de trabalho do operador;
- Movimentação para entregar o compressor pronto a linha de montagem;
- Bancada para armazenamento de ferramentas.

Após o levantamento dos problemas acima, foi alinhado com a engenharia logística para que alternativas disponíveis fossem trabalhadas. Dentro dessas alternativas a que melhor se adequou, para não ter alto impacto nos processos produtivos da linha de montagem, foi a realocação de duas PRT (prateleiras) do posto 02 que poderiam ser deslocadas e reajustadas para outra área, vista no apêndice B, tem-se a visualização da área 1, local definido para realocar as prateleiras.

Para que esse planejamento pudesse ser executado havia a necessidade de realocar os itens que estão na área 1. Em conjunto com engenharia logística, conseguiu-se um remanejamento de itens possibilitando a alteração planejada. O apêndice C mostra o resultado obtido pelo time de logística. Como resultado dessa alteração obteve-se a redução do número de embalagens de um determinado item, em porcentagem de uso, o item afetado pela alteração teve uma redução de 50% do uso do espaço ocupado por embalagens liberando aproximadamente 7.5m², o suficiente para que houvesse a alteração sem afetar a demanda do item selecionado e sua disponibilidade de entrega na linha de montagem.

Posteriormente, a alteração para o novo local das PRT e constatado que não teve impacto negativo no tempo de consumo de itens e na disposição de peças para a linha de montagem e pré-montagem, visto que o operador adquire as peças e as armazena-as em carros de aproximação ou carregam em mãos levando até a área de trabalho antes de iniciar a montagem no posto desejado. O ganho de área para trabalhar na alteração do layout foi de 8m², espaço suficiente para a inserção do novo dispositivo com suas ferramentas e equipamentos necessários para montagem.

4.3 LAYOUT FUTURO

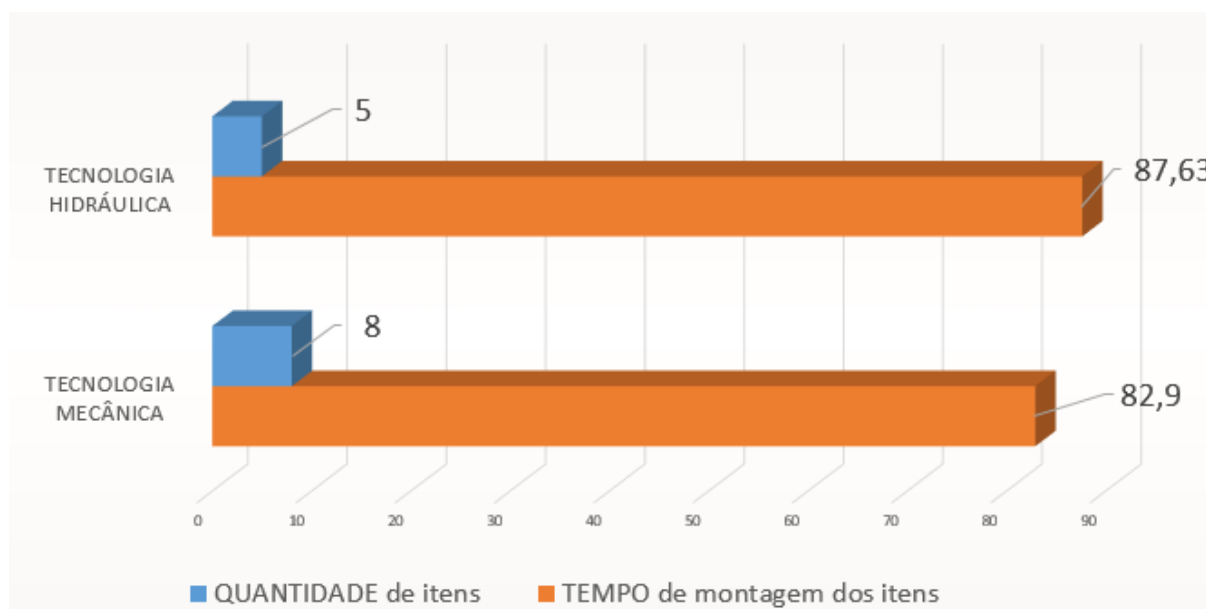
Conforme proposto no objetivo no objetivo geral, concluiu-se com êxito a alteração de *layout* para inserir o novo dispositivo do compressor de ar e os equipamentos necessário para realizar a sua pré-montagem no posto 02. Essa alteração é destacada no apêndice D.

Como resultado da necessidade de inserir um novo compressor de ar, conforme a demanda da fábrica, obteve-se algumas modificações, além do arranjo físico, que impactaram no tempo de montagem e o aumento do número de itens no novo compressor. Essas modificações devem-se ao fato de que a tecnologia de funcionamento do compressor de ar mudou, o que antes era hidráulico, passou a ser mecânico por correia, resultando na entrada de novas peças e no aumentando da quantidade de itens por compressor.

A redução complexidade de montagem, vinda da nova tecnologia de funcionamento reduzida e a redistribuição da sequência de atividades de montagem, o tempo final de montagem no posto 02 teve uma redução de 5%.

A figura 7 apresenta a diferença de quantidade de peças em laranja e no tempo de montagem em azul.

Figura 7: Dados da alteração de compressor.



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2016

Os ganhos em potencial com a proposta deste trabalho mensurados na figura 9 mostram que em relação ao tempo de montagem obteve-se a redução de 4min e 73s para cada

compressor montado na linha. Ou seja, um ganho significativo, pois houve o aumento no número de itens de 5 do compressor anterior, e passou para 8 do atual compressor. Porém, devido a alteração na sequência de montagem e planejamento na movimentação necessária para realizar a pré-montagem, resultou na redução do tempo, favorecendo ainda mais a readequação do *layout* atendendo sim a demanda do produto.

O posto 5, que anteriormente era realizado a montagem, disponibilizou uma área, ficando a disposição para o uso, caso haja necessidades futuras. Conforme mostra no apêndice E. Essa área disposta tem um total de 3 m² tornando possível futuras alterações, caso haja necessidade.

4.4 RESULTADOS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (VSM)

Observa-se no mapa de fluxo de valor apêndice G, etapas que guiam o entendimento da dinâmica de produção da empresa, desde o conhecimento dos processos usados na fabricação dos produtos até a identificação do arranjo físico na empresa, e também mudanças que acontecem dentro da linha de montagem mensurando melhorias dentro do processo produtivo em questão. Fazendo um diagnóstico, evidencia-se que no processo anterior visto no apêndice F, havia um deslocamento da pré-montagem geral do motor para levar os componentes hidráulicos até a pré-montagem do posto 5, para posterior instalação no posto 5.

No processo atual vista no apêndice G, esta movimentação não mais é necessária já que os itens são pagos diretamente na pré-montagem do posto 2 e posterior instalação no posto 2 que por sua vez são próximos, fazendo o uso do mesmo operador do posto 2.

CONCLUSÃO

Respondendo ao objetivo central do presente estudo, o qual tratou de uma alteração do *layout* na linha de montagem do motor em uma indústria de máquinas agrícolas no noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Em conjunto a isso, tratou também sobre as ferramentas de análise dispostas para realizar o estudo do arranjo físico propiciam à implementação do compressor de ar na linha de montagem do motor.

A aplicação da proposta mostra o ganho obtido pela atualização do processo produtivo originado de uma demanda tecnológica, a qual deve ser levada em consideração, visto que representa que a empresa objeto de estudo está preparada para enfrentar desafios diante a constante competitividade empresarial, pela liderança no mercado.

O que se destacou nesse trabalho foi a troca de informações realizada entre as áreas de engenharia de manufatura e engenharia logística trabalhando em conjunto para criar alternativas e possibilitar o ganho para ambas as áreas. E, resultando, dessa forma, em uma integração de suma importância para trabalhar em projetos como um time.

O ponto alto deste trabalho remete à inserção de um novo dispositivo de montagem do compressor de ar no posto 2, comprovada no apêndice D, e as PRT que antes se encontravam no local e agora estão em outra área, vista no apêndice C. Essa alteração não atrapalhou no tempo de montagem do motor e trouxe, inclusive, uma redução de 5% no tempo final de montagem de cada motor no posto 02 na linha de montagem de motor vista na figura 9.

Conclui-se, portanto, que a proposta apresentada é viável e agrega valor ao processo de alteração de *layout* para a inserção de um novo dispositivo. Havendo necessidade de alguma alteração futura, sugere-se uma condição favorável e, assim, ter-se-á uma aplicabilidade de sucesso, evidenciando os objetivos específicos propostos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, F. G. **Processos e layouts produtivos.** Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/385_layout_processo_trabalho.pdf> Acesso em: 5 Set. 2016.
- BEZERRA, D. K. **Aplicação do método de nivelamento de produção e demanda em empresas de tipologia de produção ETO com baixo volume e alta diversidade de produtos.** São Paulo, 2008. Disponível em: < http://www.hominiss.com.br/es/img/usr/teses-artigos/TCC_Danilo_Korch_Bezerra%20Versao_Final.pdf> Acesso em: 10 Ago.2016.
- BORBA, M. **Apostila de Arranjo Físico.** Santa Catarina, 1998. Disponível em: < <https://pt.scribd.com/doc/8862194/Apostila-Arranjo-Fisico>> Acesso em: 25 Set. 2016.
- BORTOLI, H. W. **Aplicação da cronoanálise para melhoria do processo de suprimento da linha de montagem de uma empresa de grande porte do ramo agrícola.** FAHOR. Horizontina, 2013.
- DA SILVA, A. L. **Balanceamento de linha de produção.** Enegep. Minas Gerais, 2011.
- DE ARÁUJO, L. E. D. **Nivelamento de Capacidade de Produção Utilizando Quadros Heijunka em Sistemas Híbridos de Coordenação de Obras de Produção.** São Carlos, 2009
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** Atlas S.A. São Paulo, 2002.
- LERMEN, W. F. **Readequação de um layout para a introdução de um novo produto.** FAHOR. Horizontina, 2015. Disponível em: < http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngPro/2015/William_Fagundes_Lermen.pdf> Acesso em: 9 Ago. 2016.
- MARTINS, G.P; LAUGENI, P.F. **Administração da Produção.** Saraiva. São Paulo, 1999.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações.** Thomson Learning. São Paulo, 2011.
- PARDO, P. **Logística e centros de distribuição.** UniCesumar. Paraná, 2016.
- PEINADO, J; GRAEML, A. **Administração da Produção: Operações industriais e de serviços.** UnicemP. Curitiba, 2007.
- PRADO, D. **Planejamento e controle de projetos.** INDG. Nova Lima, 2004.
- ROSSO, L. L. **Utilização da cronoanálise para propor melhorias no processo do carregamento de máquinas agrícolas.** FAHOR. Horizontina, 2015. Disponível em: < http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngPro/2015/Leandro_Luis_Rosso.pdf> Acesso em: 8 Out. 2016.
- ROTHER M.; SHOOK J. **Aprendendo a Enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício.** Lean. São Paulo, 2003.

SASSI JÚNIOR, I. A. **Balanceamento de linha**: Estudo de caso para otimização de recursos em uma linha de produção. UTFPR. Paraná, 2012. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1086/1/MD_COENP_2012_1_04.pdf> Acesso em: 22 Ago. 2016.

SCHUSTER, R. R. Proposta para otimização das movimentações de componentes em uma linha de montagem. FAHOR. Horizontina, 2015. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/TFC/EngPro/2015/Roberto_Ricardo_Schuster.pdf> Acesso em: 8 Out. 2016.

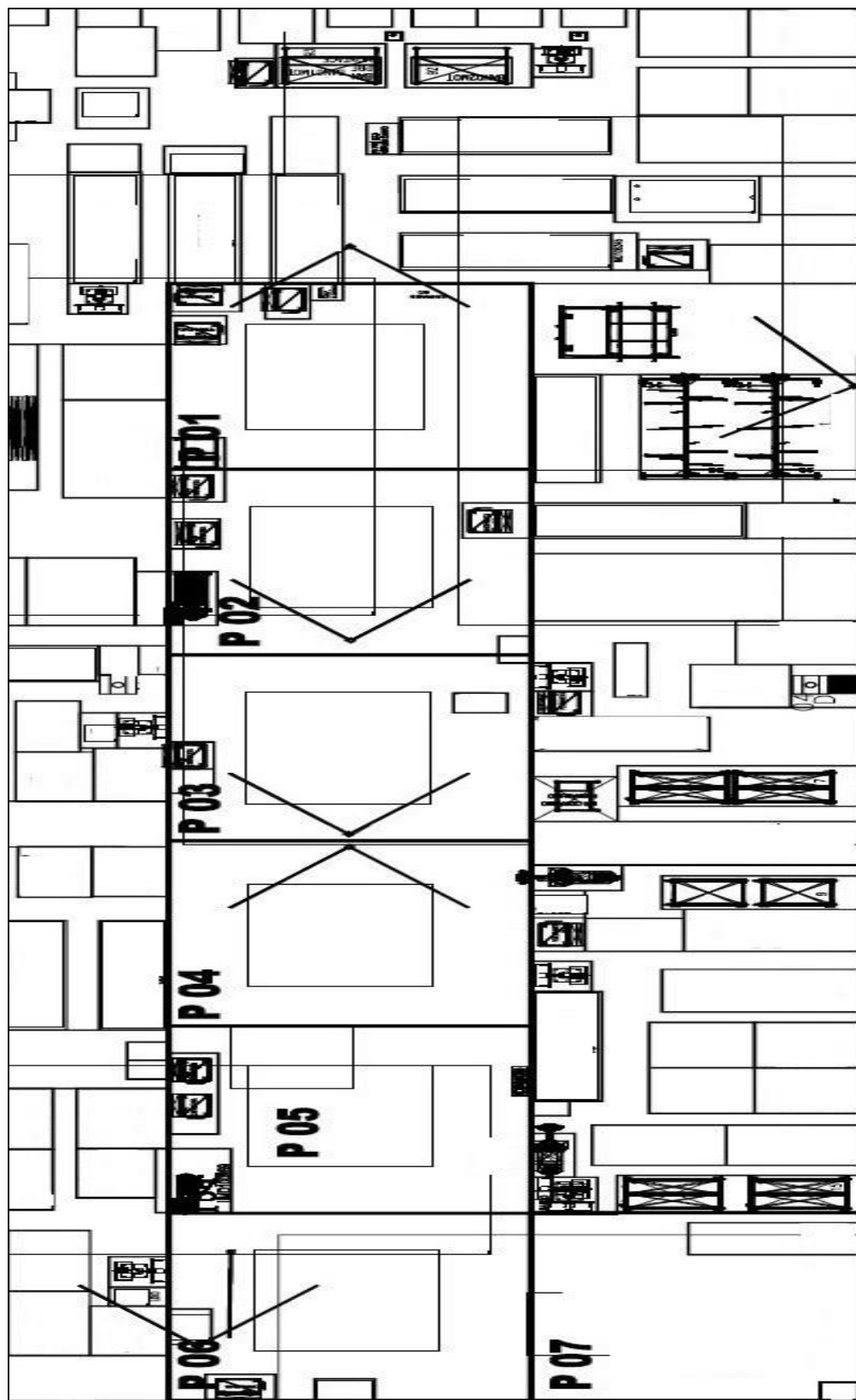
SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R **Administração da Produção**. Trad. Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fabio Alher; revisão técnica Henrique Luiz Corrêa. 2ª ed. Atlas. São Paulo, 2002.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. Atlas. São Paulo, 1997.

_____. **Metodologia da pesquisa-ação**. 14º ed. Cortez. São Paulo, 2005.

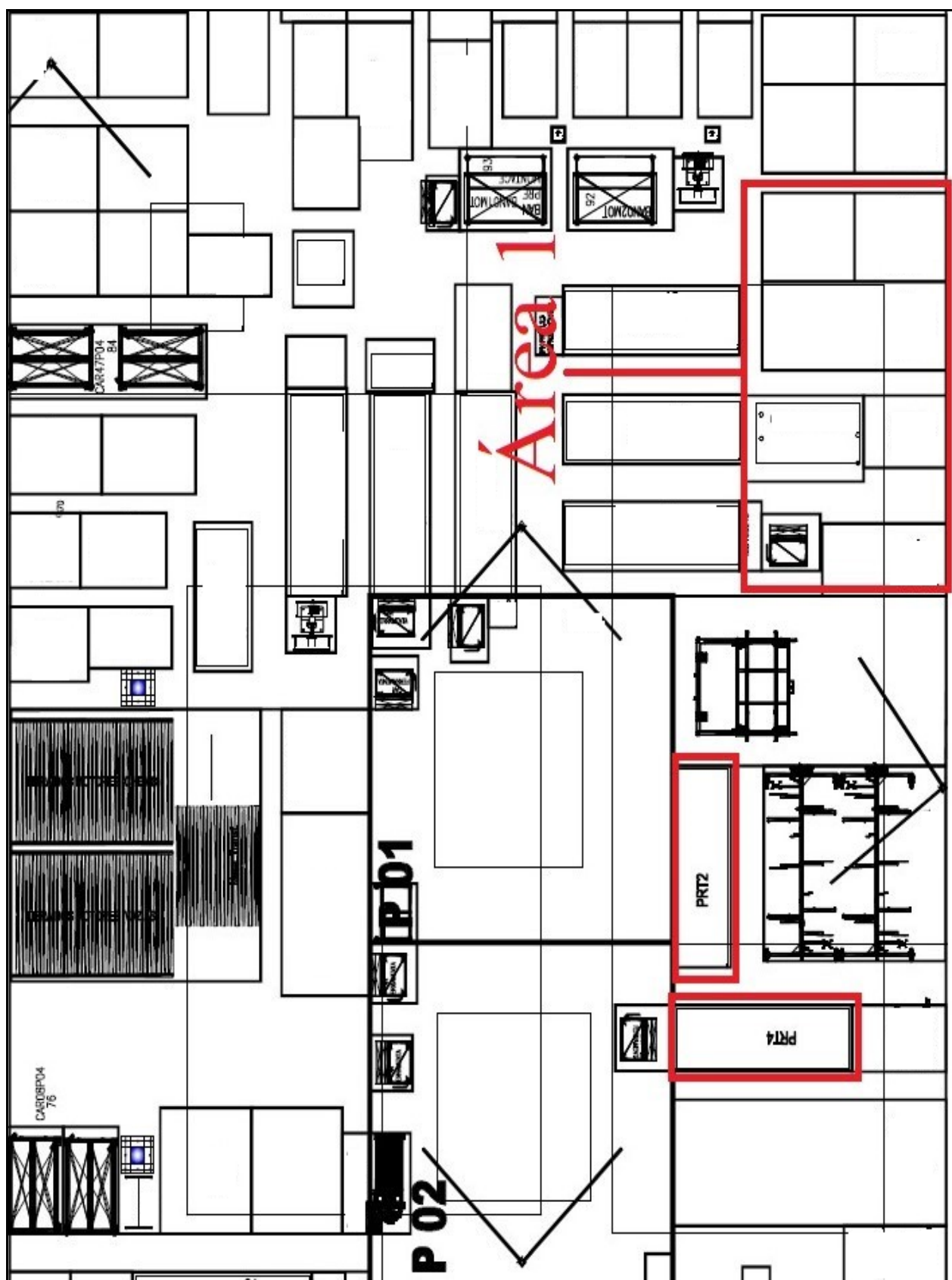
VIEIRA, A. C. G. **Manuais CNI: Layout**. Apex. Rio de Janeiro, 1976.

VIEIRA, M. G. **Aplicação do mapeamento de fluxo de valor para avaliação de um sistema de produção**. Florianópolis, 2006. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp078313.pdf>> Acesso em: 2 Set. 2016.

APÊNDICE A: LAYOUT VIZUALIZADO PELO SOFTWARE AUTOCAD.

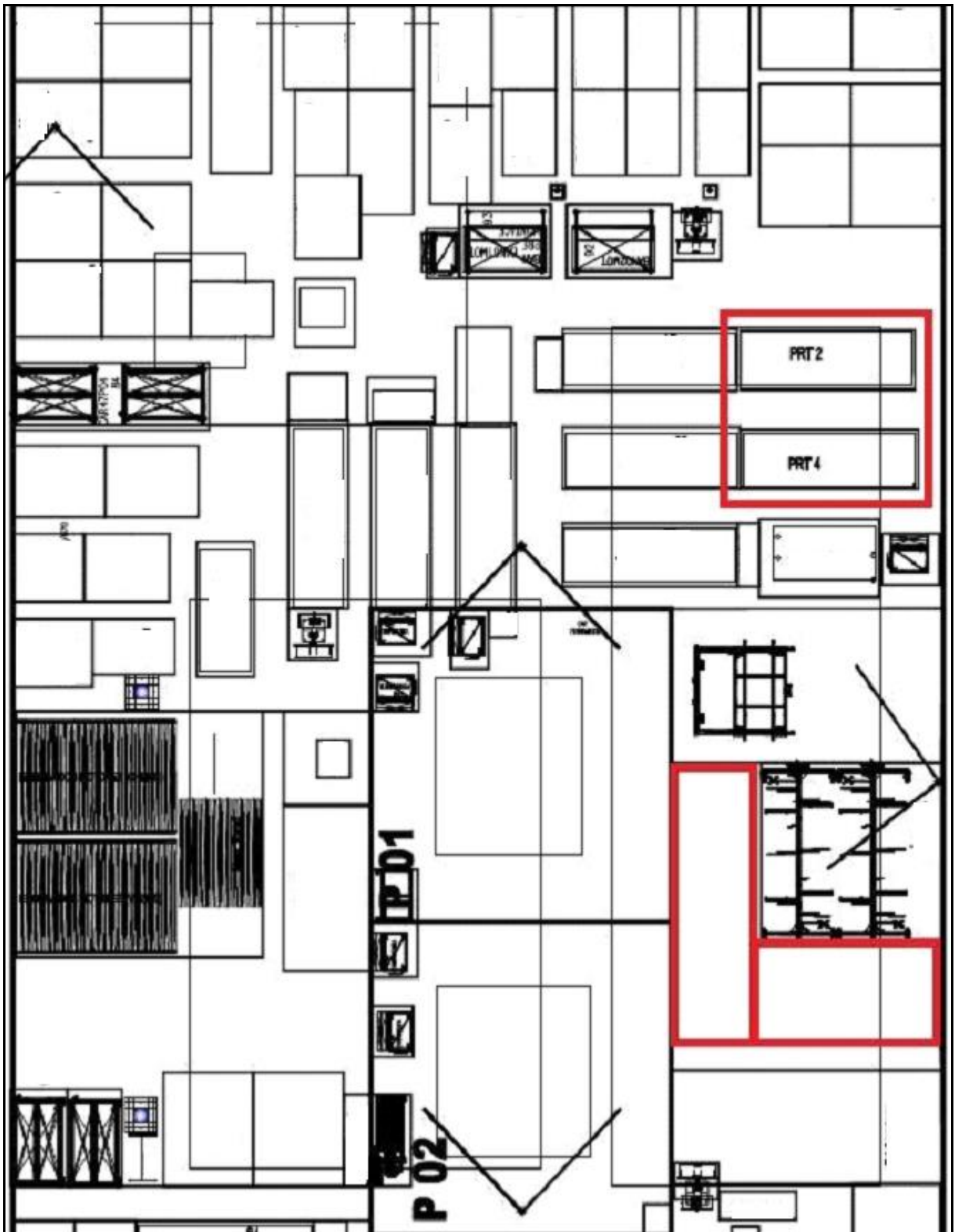
Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

APÊNDICE B: ÁREA 1, LOCAL DEFINIDO PARA REALOCAR AS PRT.

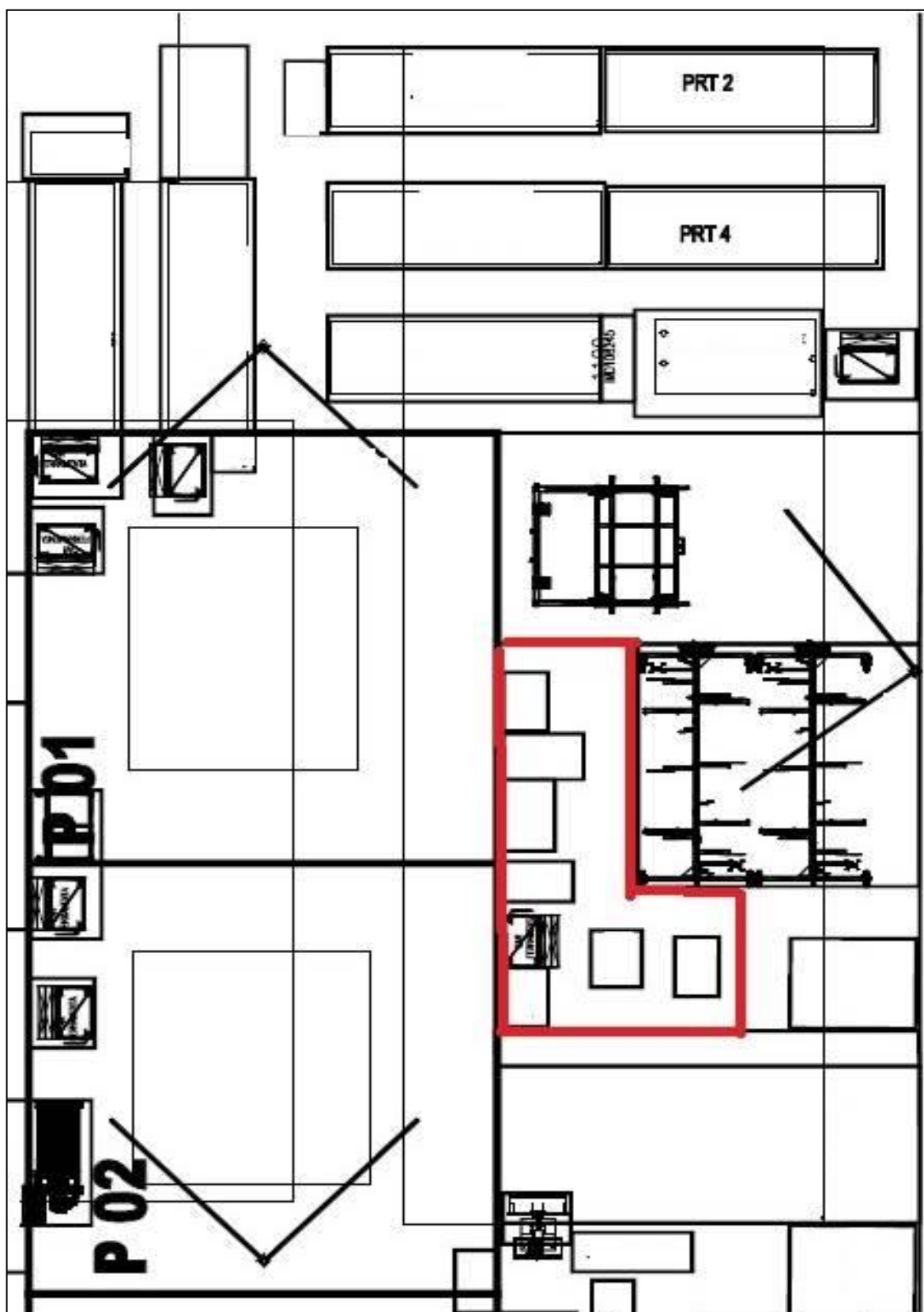


Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

APÊNDICE C: REAJUSTE DE ÁREA

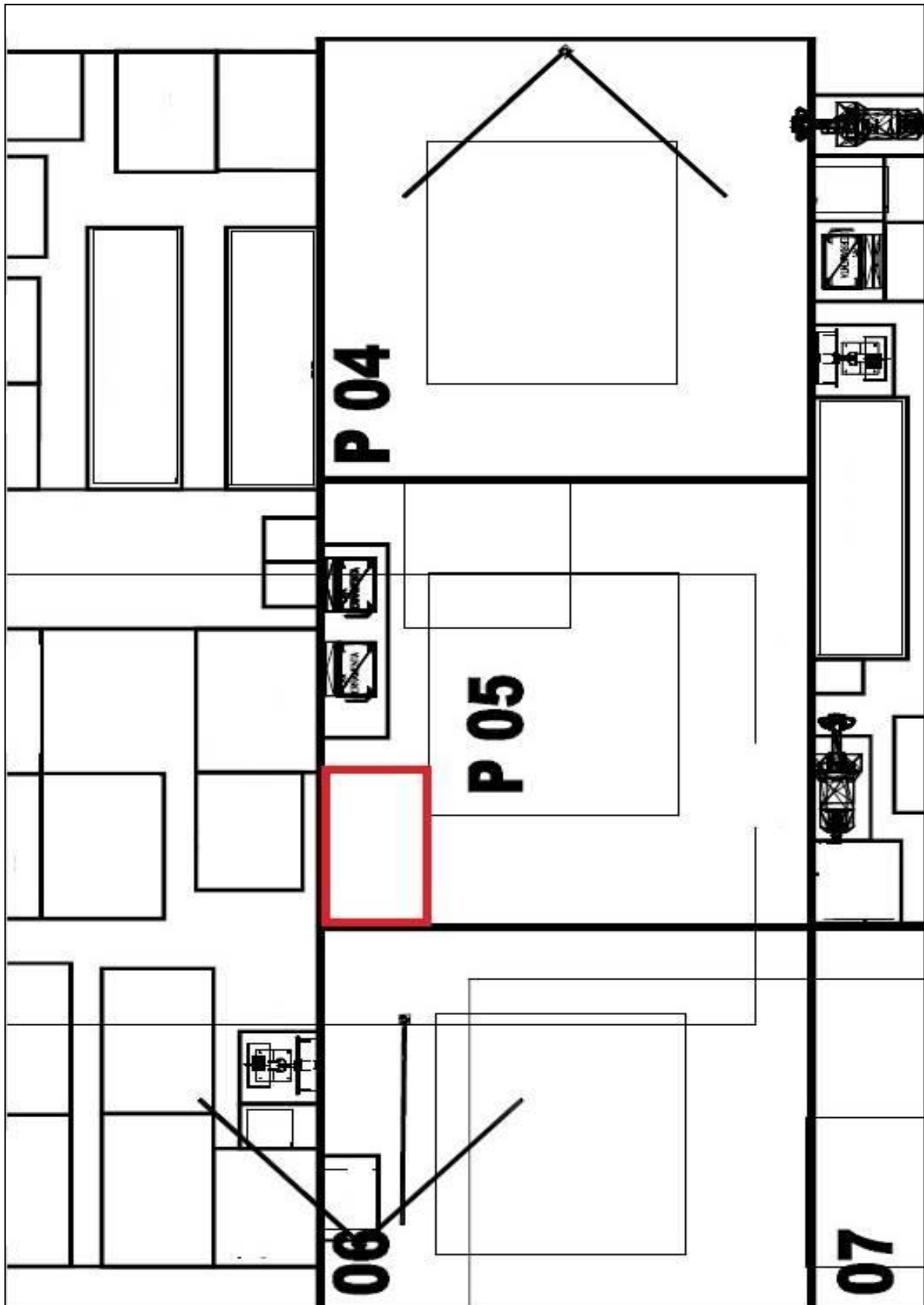


Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

APÊNDICE D: *LAYOUT* ALTERADO COM O DISPOSITIVO INSERIDO

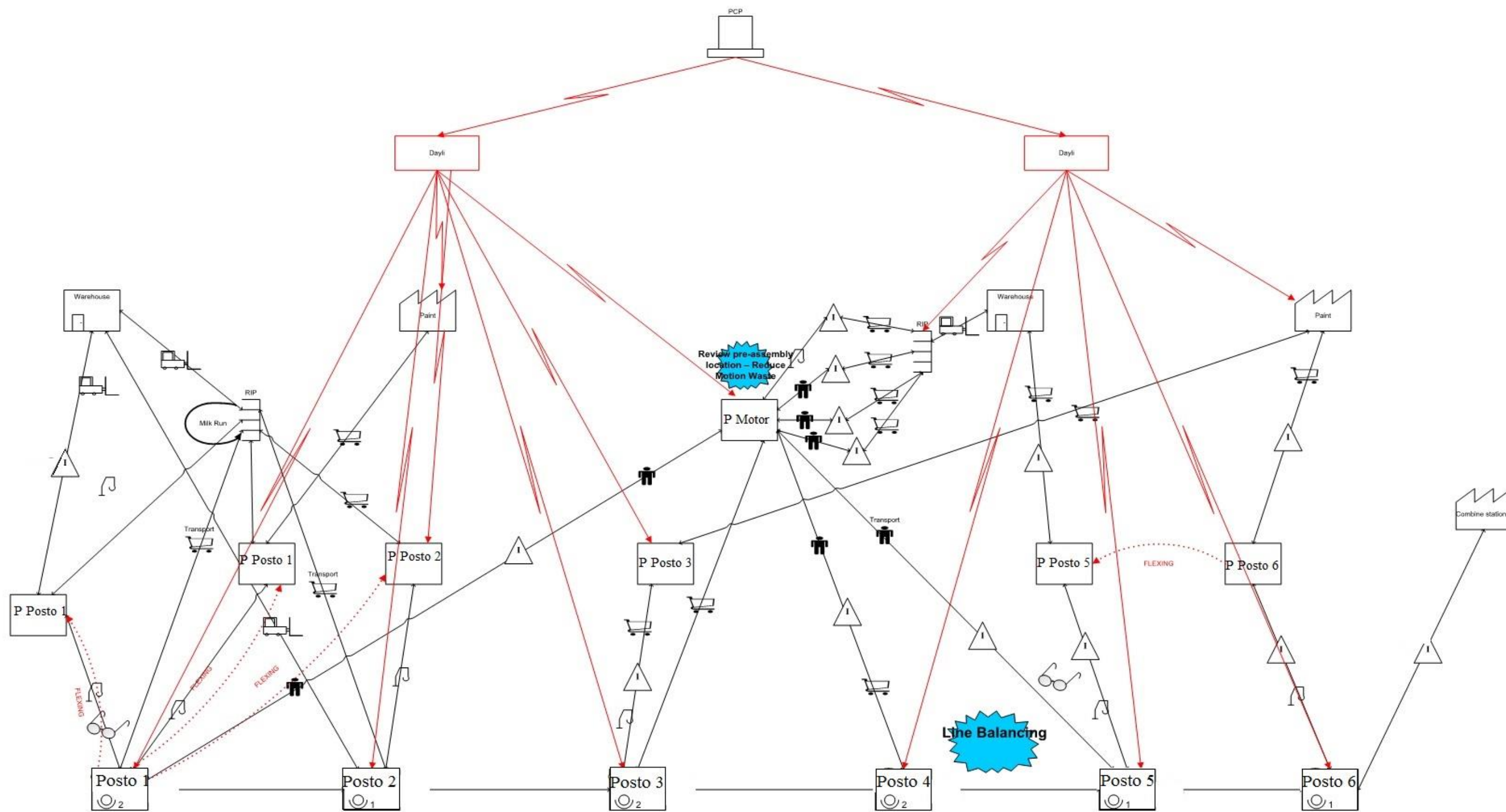
Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

APÊNDICE E: POSTO 5 PÓS ALTERAÇÃO DO LAYOUT



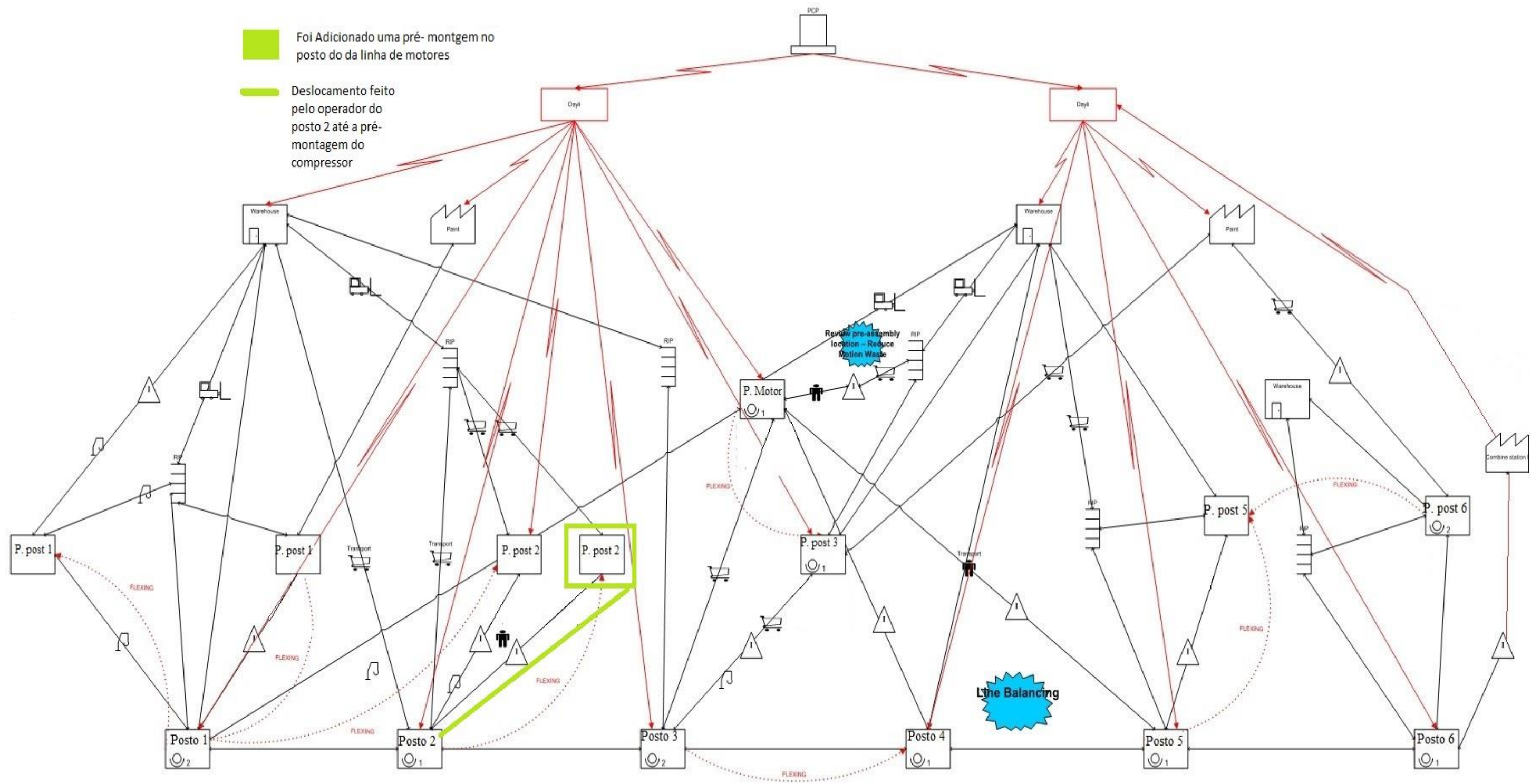
Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

APÊNDICE F: VSM ANTERIOR



Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

APÊNDICE G: VSM ATUAL



Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.