



Marco Antônio Peres

**PROPOSTA DE UM ARRANJO FÍSICO PARA UM PROCESSO DE
MANUFATURA DE ITENS USINADOS**

Horizontina - RS

Ano 2019

Marco Antônio Peres

**PROPOSTA DE UM ARRANJO FÍSICO PARA UM PROCESSO DE
MANUFATURA DE ITENS USINADOS**

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 da Prof. Eliane Garlet, Ma.

Horizontina - RS

Ano 2019

FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

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

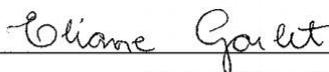
“PROPOSTA DE UM ARRANJO FÍSICO PARA UM PROCESSO DE
MANUFATURA DE ITENS USINADOS”

Elaborado por:

Marco Antônio Peres

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

Aprovado em: 03/12/2019
Pela Comissão Examinadora

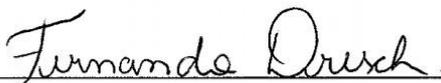


Mestra. Eliane Garlet

Presidente da Comissão Examinadora - Orientadora



Mestre. Jonathan Felipe Camargo
FAHOR – Faculdade Horizontina



Mestra. Fernanda Dresch
FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina - RS

Ano 2019

Primeiramente agradeço a Deus pela força e oportunidades que sempre me dá, ajudando a superar os desafios da vida, agradeço também a minha família que sempre me apoiaram nas minhas escolhas e nos momentos difíceis da vida e da graduação, me incentivando a lutar e não desistir, aos amigos e professores que de alguma forma colaboram para minha carreira profissional, deixo aqui o meu muito obrigado e sucesso para todos.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus, minha família, amigos e professores que fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“Não venci todas batalhas que lutei, mas perdi todas que deixei de lutar”.

(Cecília Meireles)

RESUMO

Com a enorme competitividade existentes entre as empresas de todos os segmentos, cabe cada uma analisar e trabalhar internamente as oportunidades de melhorias existentes, na qual geraram um diferencial inovador e competitivo para o mercado. Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo geral propor um arranjo físico para um processo de manufatura de itens usinados, que seja posteriormente implementado na futura estrutura industrial da empresa, localizada no município de Horizontina-RS. Desta forma, pretende-se melhorar o posicionamento e distribuição das máquinas dentro do fluxo produtivo da empresa, visto que, o problema atual é o excesso das movimentações dos itens a serem manufaturados dentro da organização, e com a construção da nova estrutura, surge a necessidade e oportunidade de ser trabalhado e minimizado este problema. Para que o estudo tenha um bom embasamento do tema, iniciou-se com o uso da revisão bibliográfica, apresentando na sequência a metodologia utilizada, que se caracterizou como um estudo de caso, com abordagem qualitativa e caráter exploratório, descritivo e explicativo. Após conhecer a empresa, os processos e as dificuldades atuais encontradas, foi apresentado o projeto da nova estrutura fabril composta de dois pavilhões, onde irá abordar suas limitações. Na sequência, o estudo apresentou a proposta do arranjo físico detalhado para este projeto, onde abordou a escolha e justificativas dos posicionamentos das máquinas, bem como o mapofluxograma do processo desta configuração. Posteriormente, foram apresentadas oportunidades de melhorias para empresa, que poderão ser estudadas e implementadas em outra oportunidade. Com base nos possíveis resultados, concluiu-se que a proposta do arranjo físico para esta nova estrutura industrial, foi de grande importância, na qual irá reduzir os desperdícios de movimentações dos itens dentro do fluxo produtivo, agregando assim mais valor aos produtos fornecidos pela empresa.

Palavras-chave: Arranjo Físico. Fluxo de processo. Melhorias.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Decisões sobre o arranjo físico.....	19
Figura 2 - Tipos de <i>layout</i> : variedade versus volume.....	19
Figura 3 - Arranjo físico Funcional ou por Processo.....	21
Figura 4 - Etapas e gestão de um arranjo físico.....	22
Figura 5 - Arranjo físico por Produto ou Linha.....	24
Figura 6 – Resultados de uma logística planejada.....	27
Figura 7 – Fluxo das atividades.....	34
Figura 8 - Vista externa da empresa SR Máquinas.....	38
Figura 9 - Macrofluxograma SR Máquinas.....	39
Figura 10 – Mapofluxograma do processo atual.	40
Figura 11 - Nova estrutura industrial	43
Figura 12 - Projeção das áreas	44
Figura 13 – Arranjo físico parte 1	46
Figura 14 - Arranjo físico parte 2.....	47
Figura 15 - Arranjo físico parte 3.....	48
Figura 16 - Arranjo físico parte 4.....	49
Figura 17 - Arranjo físico parte 5.....	50
Figura 18 - Arranjo físico parte 6.....	51
Figura 19 - Arranjo físico parte 7.....	52
Figura 20 - Mapofluxograma do processo da Proposta.....	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação de <i>layout</i> por Processos e por Produto.....	25
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 TEMA	11
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	11
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.4 HIPÓTESES.....	12
1.5 JUSTIFICATIVA	12
1.6 OBJETIVOS	13
1.6.1 Objetivo Geral	13
1.6.2 Objetivos Específicos	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 USINAGEM INDUSTRIAL.....	14
2.2 ARRANJO FÍSICO OU <i>LAYOUT</i>	14
2.3 ESTUDO E PLANEJAMENTO DO ARRANJO FÍSICO.....	15
2.3.1 Fatores no planejamento do Arranjo Físico	17
2.4 TIPOS DE ARRANJO FÍSICO.....	18
2.4.1 Arranjo físico posição fixa	20
2.4.2 Arranjo físico Funcional	20
2.4.3 Arranjo físico celular	22
2.4.4 Arranjo físico por produto ou linha	23
2.5 LOGÍSTICA	26
2.6 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	27
2.6.1 Princípios fundamentais do Sistema Toyota de Produção	28
2.6.2 Melhoria contínua	29
2.6.3 Manutenção	29
3 METODOLOGIA	31
3.1 MÉTODO DE PESQUISA	31
3.2 TIPO DE ABORDAGEM.....	32
3.3 QUANTO AOS OBJETIVOS	32
3.4 COLETA DE DADOS	33
3.5 FLUXO DAS ATIVIDADES.....	34
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	37
4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	37
4.2 PROCESSO PRODUTIVO E FLUXO ATUAL.....	38
4.2.1 Macrofluxograma do Processo	38
4.2.2 Mapofluxograma do processo atual da empresa	40
4.2.3 Máquinas e Equipamentos	41
4.3 DIFICULDADES ENCONTRADAS NOS PROCESSOS	42
4.4 APRESENTAÇÃO DO PROJETO DA NOVA ESTRUTURA INDUSTRIAL.....	43
4.5 PROPOSTA DO NOVO ARRANJO FÍSICO DA EMPRESA	45
4.6 FUTURAS MELHORIAS PARA A EMPRESA.....	54
CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS	58
APÊNDICE A – MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	60
APÊNDICE B – PROPOSTA DO NOVO ARRANJO FÍSICO DA EMPRESA	63

1 INTRODUÇÃO

A globalização influencia diretamente no rompimento das fronteiras que limitam o território de cada organização. Este rompimento facilita a negociação entre os mercados das mais diversas regiões, com o surgimento de tecnologias disponíveis para enviar informações e bens para outros locais. Os empresários encontram nestes fatores, alternativas para resistir aos períodos de instabilidade em determinadas épocas ou regiões. Criando mercados novos para introduzir seus produtos, de forma que não prejudique a saúde financeira da empresa ou para buscar crescimento de modo geral.

Desta forma, surge a necessidade de modernizar os processos, utilizando-se de novas tecnologias para automatizar as técnicas e aperfeiçoar os recursos de produção. Essa necessidade tem o objetivo de elevar os níveis de produtividade e reduzir os custos de fabricação, para oferecer produtos de qualidade que satisfaçam as necessidades dos clientes, com preços melhores que os da concorrência, e favorecendo assim, empresários, funcionários, e a comunidade de modo geral.

O arranjo físico (conhecido como *layout*, na literatura de língua estrangeira) de um processo, é o modo pelo qual os recursos, como máquinas e equipamentos estão realmente localizados no processo. Um bom *layout* pode eliminar atividades sem valor agregado ou enfatizar atividades que acrescentem valor no produto final (CORRÊA e CORRÊA, 2019).

O estudo foi realizado em uma empresa situada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, que fornece soluções em usinagem, mais especificamente em torneamento, fresamento e fabricação de dispositivos.

Este trabalho buscou apresentar uma proposta de um arranjo físico de usinagem e um estudo de caso, que serviu como embasamento para realizar uma sugestão de arranjo físico, para os posicionamentos das máquinas na nova estrutura industrial que a empresa irá construir, levando em conta os métodos de produção e tipos de itens hoje manufaturado pela empresa.

Com o objetivo de identificar gargalos no fluxo produtivo atual, analisou-se todo o processo de fabricação da empresa. Nesta etapa, foi acompanhado por um determinado período de tempo, alguns itens que são manufaturados e o caminho que percorrem dentro do processo.

1.1 TEMA

O presente trabalho teve como foco o desenvolvimento de uma proposta de um arranjo físico para um processo de manufatura de itens usinados, com base na coleta de dados e verificação das informações disponíveis.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O presente estudo delimita-se a fazer uma análise das instalações atuais, informações das máquinas, tipos de produtos manufaturados pelas mesmas, e como o fluxo produtivo na nova planta irá funcionar com a realização da proposta.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

A estrutura industrial atual da empresa, apresenta diversos gargalos referente ao espaço e arranjo físico instalado, entre os problemas identificados, pode-se destacar o desperdício de tempo das movimentações dos itens dentro do fluxo produtivo.

No presente estudo, foram verificados diversos fatores relativos ao processo de fabricação dos itens usinados, fazendo-se uma análise aprofundada do arranjo físico, do fluxo dos materiais e sistema de movimentação. Para atingir os objetivos da proposta, é importante estudar por onde os materiais são executados e como estão sendo movimentados dentro do fluxo de produção.

A estruturação do processo de manufatura de uma empresa, é uma das características mais marcantes de uma operação produtiva que determina sua forma de interação dos processos. Segundo Corrêa e Corrêa (2006, p. 408), “um projeto bem elaborado de arranjo físico será capaz de refletir e alavancar desempenhos competitivos desejáveis, à medida que favorecem a flexibilidade das operações, os fluxos múltiplos, a customização e, também, a eficiência dos fluxos e do uso dos recursos”.

Diante disso, este estudo foi desenvolvido tendo por base o seguinte problema: A mudança do arranjo físico irá trazer soluções para o problema atual da empresa?

1.4 HIPÓTESES

A definição de um arranjo físico adequado, que permite à empresa ter um processo funcional, garantindo um melhor aproveitamento do espaço físico, evitando deslocamentos desnecessários, fazendo com que o fluxo de produção flua naturalmente, resultando em ganhos nas reduções de custos.

1.5 JUSTIFICATIVA

Atualmente as empresas estão vivenciando uma série de mudanças, por conta de grandes avanços em relação ao desenvolvimento e investimentos em novas tecnologias, buscando cada vez mais atender a demanda estabelecida pelo mercado, ofertando produtos de qualidade, com uma produção eficiente e com baixo custo, gerando mais lucro e sustentabilidade ao negócio.

A organização e otimização de um processo bem definido, é de suma importância para as empresas, onde sempre se busca ser cada vez mais competitivas dentro do mercado. Entre os fatores que afetam a produtividade de um processo, é importante enfatizar o arranjo físico, que deve ter vantagens competitivas para que a estrutura se ajuste ao propósito e processo escolhido, sendo objetivo, melhorando comunicação, coordenação da administração, acessibilidade, uso de espaço, flexibilidade e minimização de movimentações que não agregam valor ao produto.

Diante dos fatos apresentados, justifica-se o estudo de uma proposta de um arranjo físico, visando o melhor aproveitamento do espaço físico de acordo com os recursos a serem alocados.

A importância do trabalho para a empresa é que com o estudo, onde posteriormente na nova estrutura industrial, haverá a implementação deste estudo, que irá trazer resultados positivos, como redução dos tempos de movimentações das pessoas e materiais dentro do processo produtivos, formando um fluxo natural da manufatura dos componentes, aumentando a produtividade e reduzindo custos de produção, tornando o processo mais visível, objetivo e de melhor gerenciamento.

Quanto ao dimensionamento adequado de um arranjo, os ganhos vão além dos números, pois ao se trabalhar em uma empresa onde seus processos são organizados, se tem uma valorização pessoal dos colaboradores, onde se sentiram mais satisfeitos com o ambiente de trabalho, valorizando e zelando o mesmo, já que

trará o conforto e organização, como pisos limpos, iluminação, temperatura e ventilação adequada.

Com a ampliação da estrutura e aumento da produtividade, a empresa gerará novas oportunidades para a comunidade, pois a mesma terá a necessidade de contratar mão-de-obra, empregando assim, um maior número de pessoas no município.

Para formação acadêmica, a importância deste trabalho vai além de aplicar os conhecimentos adquiridos durante o decorrer da formação, pois permitiu a oportunidade de conhecer outros meios da organização e gerenciamento da indústria. Olhando a importância para a empresa e colaborador, trouxe um reconhecimento profissional maior, pois com as melhorias e inovações no processo, a empresa e os funcionários crescem juntos.

1.6 OBJETIVOS

Diante do exposto, foram elaborados o objetivo geral e os objetivos específicos que conduziram a realização deste estudo.

1.6.1 Objetivo Geral

Propor um arranjo físico para um processo de manufatura de itens usinados, que seja posteriormente implementado na futura estrutura industrial da empresa.

1.6.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Analisar o mapofluxograma dos processos produtivos das operações desenvolvidas;
- Desenvolver uma proposta de arranjo físico que possibilite a melhor organização e sequenciamento das atividades produtivas da empresa;
- Identificar melhorias que possibilite a qualificação das operações produtivas da empresa.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são apresentados os principais temas bibliográficos que serviram de embasamento teórico para a elaboração da proposta de arranjo físico para a nova planta fabril da empresa.

2.1 USINAGEM INDUSTRIAL

A usinagem além de ser importante para a indústria, representa uma grande parte do processo de fabricação de itens importantes, como por exemplo a fabricação de um Trator, quando detalhado todo o projeto, pode-se analisar que mais da metade dos componentes utilizados, passam pelo processo de usinagem (SANTOS e SALES 2007).

Os componentes que são submetidos a outros processos, como fundição, conformação e soldagem, são projetadas e fabricadas com tolerâncias grandes, não necessitando de um controle rígido em seus processos, pois as variações presentes irão ser absorvidas na montagem final do produto. Em contrapartida, outros componentes exigem uma complexibilidade maior em seus controles de fabricação, onde após saírem de um processo inicial, como o de fundição, os mesmos se encaminham para outros setores, entre eles, o de usinagem, que irá remover material e dar característica e precisão necessária para o componente (DINIZ; MARCONDES e COPPINI, 2003).

Conforme Slack; Brandon-Jones; Johnston (2018), com uma interligação dos processos eficientes, como, movimentações externas e internas, e um arranjo físico bem definido, se consegue diminuir custos de produção, resultado disso, o aumento da margem de lucro da empresa.

2.2 ARRANJO FÍSICO OU *LAYOUT*

Para Chiavenato (2014), o arranjo físico refere-se ao estudo e análise do espaço físico a ser instalado determinada estrutura, e representa as posições dos recursos, como, pessoas, máquinas e equipamentos da empresa. Também, pode-se referir aos setores ligados à produção, facilitando a comunicação entre eles. Outro ponto, é que a todos os recursos, devem estar adequadamente instalados em suas posições para facilitar o fluxo de processo.

De acordo com Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018), o arranjo físico de um processo preocupa-se com a localização física dos recursos de transformação. Colocado de forma simples, definir o arranjo físico é decidir o posicionamento das instalações, máquinas, equipamentos e pessoal na produção. Assim, o *layout* é uma das características mais evidente da operação produtiva, porque determina sua forma, aparência e a maneira como as informações, os materiais e os clientes fluem através da operação.

Segundo Matos (1998), os objetivos básicos do arranjo físico são:

- a) Integração total de todos os fatores que afetam o arranjo físico;
- b) Movimentação de materiais por distâncias mínimas;
- c) Trabalho fluindo através da fábrica;
- d) Todo o espaço efetivamente utilizado;
- e) Satisfação e segurança para os empregados;
- f) Um arranjo flexível que possa facilmente ser reajustado.

Ainda segundo o autor mencionado anteriormente “o arranjo físico é uma integração de diversos fatores e há sempre alguma coisa imperfeita nele”.

Portanto, ao projetar o arranjo físico de uma operação produtiva, como em qualquer outra atividade de projeto, deve-se fazer uma análise de qual arranjo físico é destinado à organização. Neste sentido, os objetivos estratégicos da produção devem ser compreendidos, sendo apenas o ponto de partida de um processo de várias etapas que leva ao arranjo físico final da produção (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018).

Ainda de acordo com os autores citado anteriormente, ao escolher o arranjo físico adequado, a empresa pode alcançar maior custo-benefício e produtividade devido à boa disposição das ferramentas de trabalho através do uso otimizado do equipamento de trabalho e do fator humano atribuído no sistema. O arranjo físico deve ter uma dinâmica relacionada ao desenvolvimento dos sistemas, bem como a melhoria técnico-profissional dos empregados designados no sistema em consideração.

2.3 ESTUDO E PLANEJAMENTO DO ARRANJO FÍSICO

O tempo necessário para planejar o arranjo físico antes de sua implementação evita perdas e permite que todas as mudanças interajam umas com as outras, criando

uma sequência lógica para as modificações e simplificando-as (MUTHER e HALES,1998).

Segundo Moreira (2012), o planejamento do *layout* de uma empresa, significa estabelecer a forma em que os equipamentos serão ordenados, e deverão permanecer, seja elas, uma sala, uma pessoa, máquinas, equipamentos, bancadas de trabalho e etc. Uma preocupação básica a ser levada em conta, é deixar o movimento mais fácil e suave dentro do sistema, podendo ser fluxo de pessoas ou de materiais dentro dos processos. Pode-se destacar três motivos importantes, segundo mesmo autor, sobre as decisões de um arranjo, como:

a) Elas afetam a capacidade da instalação e a produtividade das operações: uma mudança adequada no arranjo físico pode muitas vezes aumentar a produção que se processa dentro da instalação, usando os mesmos recursos que antes, exatamente pela racionalização no fluxo de pessoas e/ou materiais;

b) Mudanças no arranjo físico podem implicar no dispêndio de consideráveis somas de dinheiro, dependendo da área afetada e das alterações físicas necessárias nas instalações, entre outros fatores;

c) As mudanças podem representar elevados custos e/ou dificuldades técnicas para futuras reversões; podem ainda causar interrupções indesejáveis no trabalho.

Para Mayer *apud* Costa (2004), o objetivo do estudo do arranjo físico é que forneça o fluxo de trabalho mais eficiente do ponto de vista dos custos de produção. O que melhora a qualidade, o atendimento ao cliente, a satisfação dos funcionários.

Conforme Muther e Hales (1998), o objetivo do estudo do arranjo físico não necessariamente tem que ser uma organização, já que não é prático reordenar a fábrica para alcançar o potencial ótimo de produtividade da planta se o custo de reestruturação superar os benefícios na medida em que os anos são necessários.

De acordo com Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018), os itens que tornam um *layout* de excelência são:

a) Segurança contra riscos acidentais – Sinalizações, indicações, acessos restritos, devem estar claramente definidos;

b) Extensão do fluxo – O fluxo das informações, materiais ou clientes deve ser gerenciado de acordo com os objetivos do projeto;

c) Minimizar atrasos – Reduzir rotas demasiadamente longas pelo arranjo físico;

- d) Reduzir o trabalho em andamento – O excesso de trabalho pode estar em andamento devido a gargalos, mas o arranjo físico do processo pode ser usado intencionalmente para reduzir a capacidade de acúmulo de produtos;
- e) Clareza do fluxo – deverá ser bem sinalizado, claro e evidente, tanto para funcionários quanto para clientes;
- f) Condições dos funcionários – deverá oferecer um ambiente de trabalho bem ventilado, bem iluminado e, quando possível, agradável;
- g) Comunicação – a comunicação entre os funcionários pode ser particularmente importante para alguns tipos de operação, como aquelas dos setores criativos;
- h) Coordenação da administração – Deverá ser acompanhada e assistida para garantir o bom funcionamento da planta;
- i) Acessibilidade – todas as máquinas, ou equipamentos deverão ser acessíveis para a devida inspeção, limpeza e manutenção;
- j) Uso do espaço – deverão proporcionar uso apropriado do espaço total disponível na operação;
- k) Uso do capital – o investimento de capital deverá ser minimizado quando se finaliza o arranjo físico;
- l) Flexibilidade a longo prazo – Um bom arranjo físico terá sido planejado visando as possíveis necessidades futuras da operação;
- m) Imagem – A aparência de um arranjo físico pode ser usada como tentativa deliberada de estabelecer a marca de uma empresa.

Um bom arranjo físico deve acima de tudo apoiar a estratégia competitiva do projeto. Portanto, não há um arranjo físico que ofereça excelente desempenho ao mesmo tempo para todo o processo, mas pode afetar a eficiência e a eficácia dos processos (CORRÊA e CORRÊA, 2019).

2.3.1 Fatores no planejamento do Arranjo Físico

Para Chiavenato (2014), uma mudança na configuração do arranjo, mesmo que pequena, pode ter um impacto significativo na produtividade, agilidade, segurança, conforto e satisfação dos colaboradores, bem como no custo e na eficiência geral do processo.

Conforme Matos (1998) os fatores que influenciam na construção de um arranjo físico eficiente, são:

- a) Fator Material: incluindo projeto, variedades, quantidades, as operações necessárias e sua sequência;
- b) Fator Maquinaria: incluindo todo o equipamento produtivo, ferramentas e sua utilização;
- c) Fator Homem: incluindo supervisão e apoio, além do trabalho direto;
- d) Fator Movimento: incluindo transporte inter e intradepartamental e o transporte às várias operações, armazenagens e inspeções;
- e) Fator Espera: incluindo estoques temporários ou permanentes e atrasos;
- f) Fator Serviço: incluindo manutenção, inspeção, programação e expedição;
- g) Fator Construção: incluindo as características externas e internas do edifício e a distribuição do equipamento;
- h) Fator Mudança: incluindo versatilidade, flexibilidade e expansibilidade.

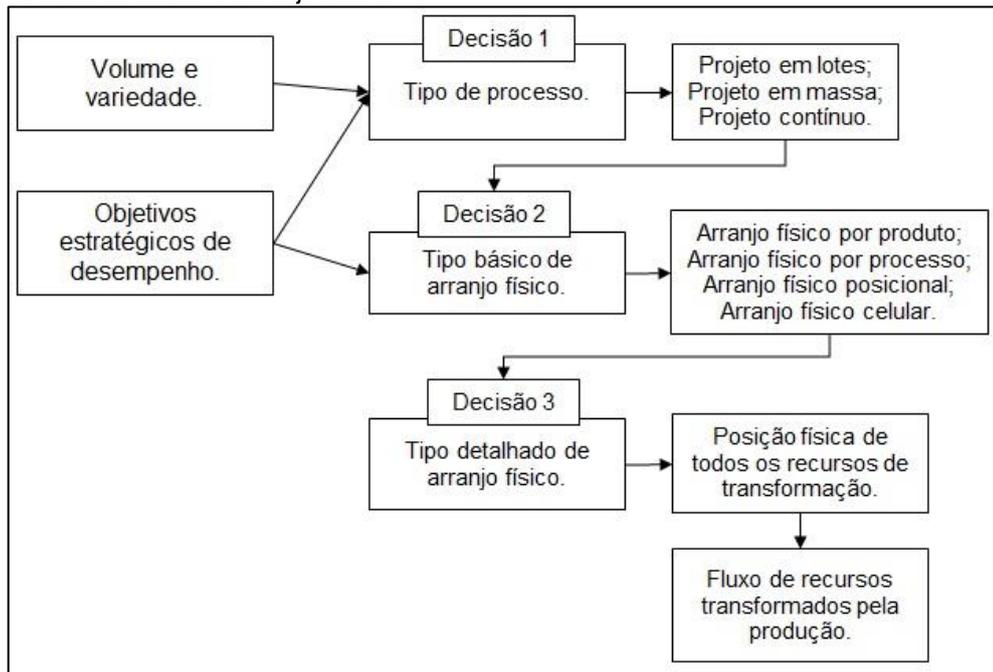
Ainda para o autor mencionado anteriormente, os fatores a serem considerados para a implementação de um arranjo físico devem levar em conta dois aspectos: a melhoria das condições atuais, para que o arranjo seja obtido a partir das condições melhoradas e da visão geral dos objetos de investigação presentes nas condições atuais e futuras.

2.4 TIPOS DE ARRANJO FÍSICO

De acordo com Slack; Brandon-Jones; Johnston (2015), a maioria dos arranjos físicos básicos é derivada, na prática, apenas de quatro tipos básicos: arranjo físico de posição fixa; funcional; celular e por produto (ou de linha de produto).

Porém, para Moreira (2012), existem três tipos de *layout*, sendo: arranjo físico por produto, por processo e arranjo físico por posição fixa. Porém antes de estabelecer o tipo, é analisado algumas situações de decisão sobre o arranjo físico, conforme apresentado na Figura 1.

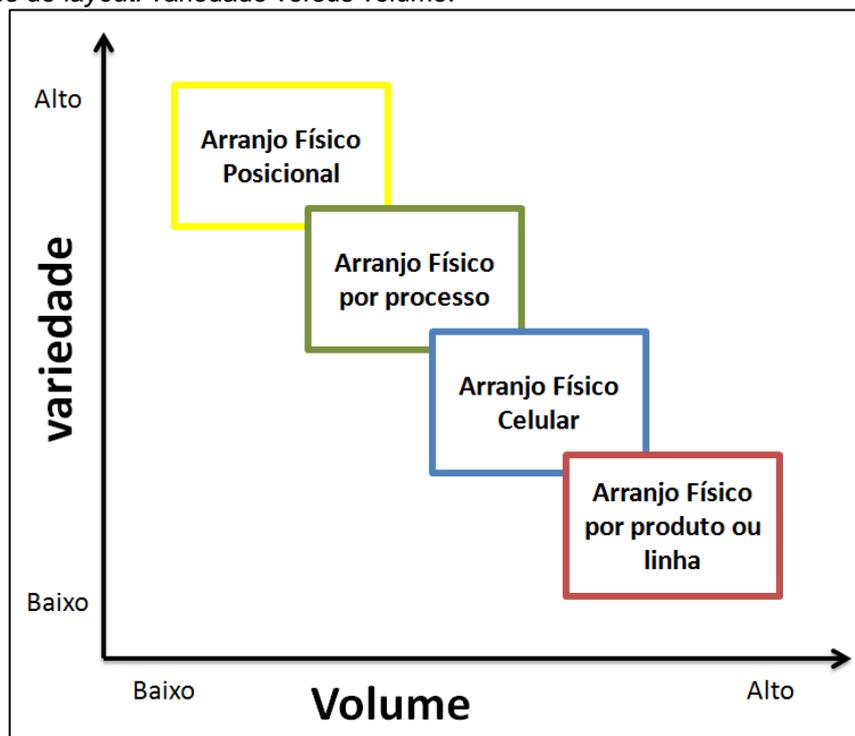
Figura 1 - Decisões sobre o arranjo físico.



Fonte: Adaptado de Chiavenato, (2014, p. 120).

Para Silveira *apud* Gennaro et al. (2019), “Cada tipo pode estar sujeito a variações de variedade e volume, neste caso, saber qual tipo escolher é de fundamental importância para uma excelente aplicação.” O mesmo pode ser visualizado na Figura 2, onde o autor traz uma comparação de Volume x Variedade.

Figura 2 - Tipos de *layout*: variedade versus volume.



Fonte: Silveira *apud* Gennaro et al. (2019).

Segundo Chiavenato (2014), alguns itens básicos devem ser levados em conta nesta tomada de decisão, como:

- a) Maior facilidade de supervisão e coordenação;
- b) Segurança, com demarcações de passagens e isolamento de operações Perigosas;
- c) Sinalização e informação;
- d) Conforto para as pessoas por meio de fatores físico ambientais, como
- e) Iluminação, temperatura e ausência de ruídos ou vibrações;
- f) Facilidade para possíveis mudanças de operações.

2.4.1 Arranjo físico posição fixa

O arranjo físico de posição fixa é um tanto contraditório porque os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores. Em vez de materiais, informações fluírem por meio de uma operação, aqueles que sofrem com o processamento ficam parados enquanto os equipamentos, máquinas e pessoas se movimentam conforme necessário. Isso pode acontecer porque o produto ou o destinatário do serviço é grande demais para ser movido facilmente (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2015).

Para Chiavenato (2014), é utilizado por sistemas de produção grandes na qual não devem ser alteradas, para não gerarem resultados negativos referente a entrega de um projeto. Como exemplo, pode ser citado, estaleiros de navios, células de montagem de aviões, entre outros.

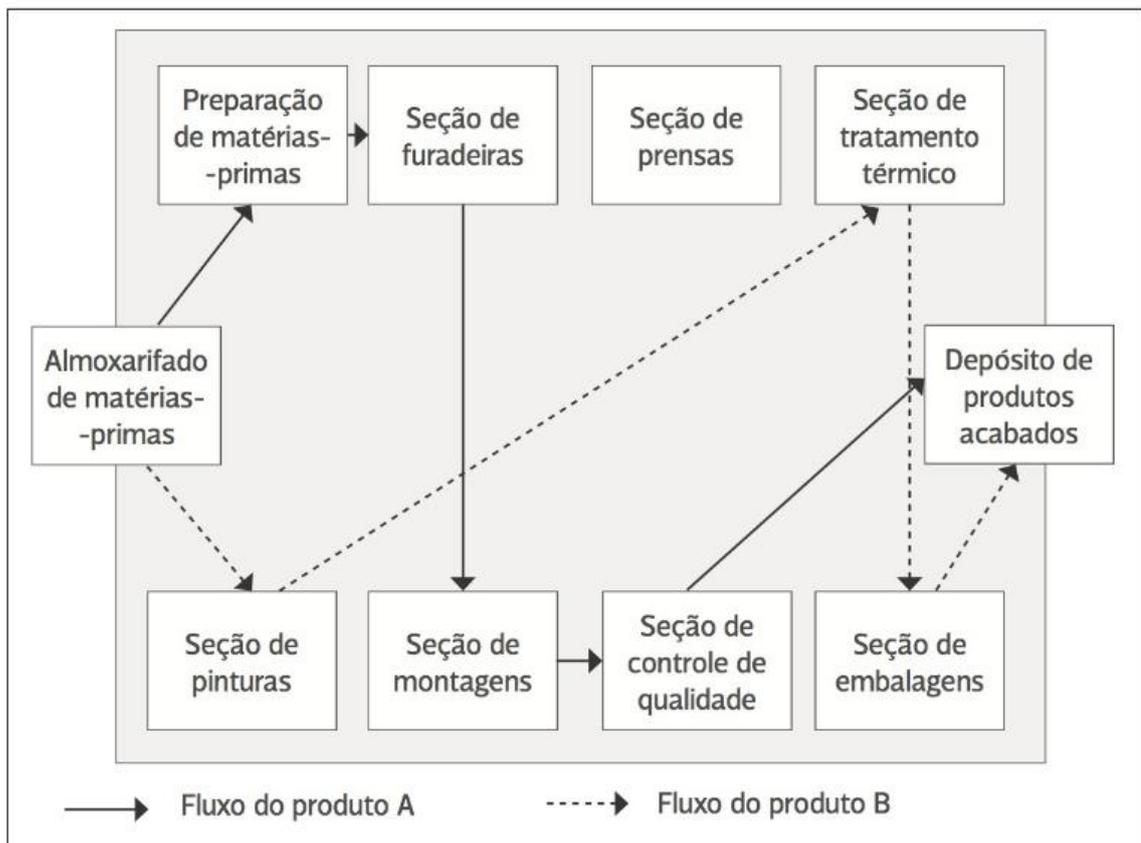
2.4.2 Arranjo físico Funcional

Funções ou processos similares estão relacionados e agrupados. Pois os usos dos recursos são constantemente melhorados. Ou seja, quando produtos, informações ou clientes passam pelo processo, eles passam por um fluxo de processo para processo, conforme necessário. De acordo com cada necessidade, seja de produto ou cliente, tem seus requisitos, portanto percorrerão roteiros diferentes. Tornando o padrão de fluxo na operação mais complexo (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2015).

Também conhecido como arranjo físico por processo, como pode ser visualizado na Figura 3, mostra as diferentes seções dentro dele, contendo as

máquinas e equipamento dispostos em seus locais de operação, estabelecendo o ponto inicial do fluxo, como o ponto de partida da matéria prima, passando por o processo de manufatura, até ter um produto pronto no fim do fluxo produtivo (CHIAVENATO, 2014).

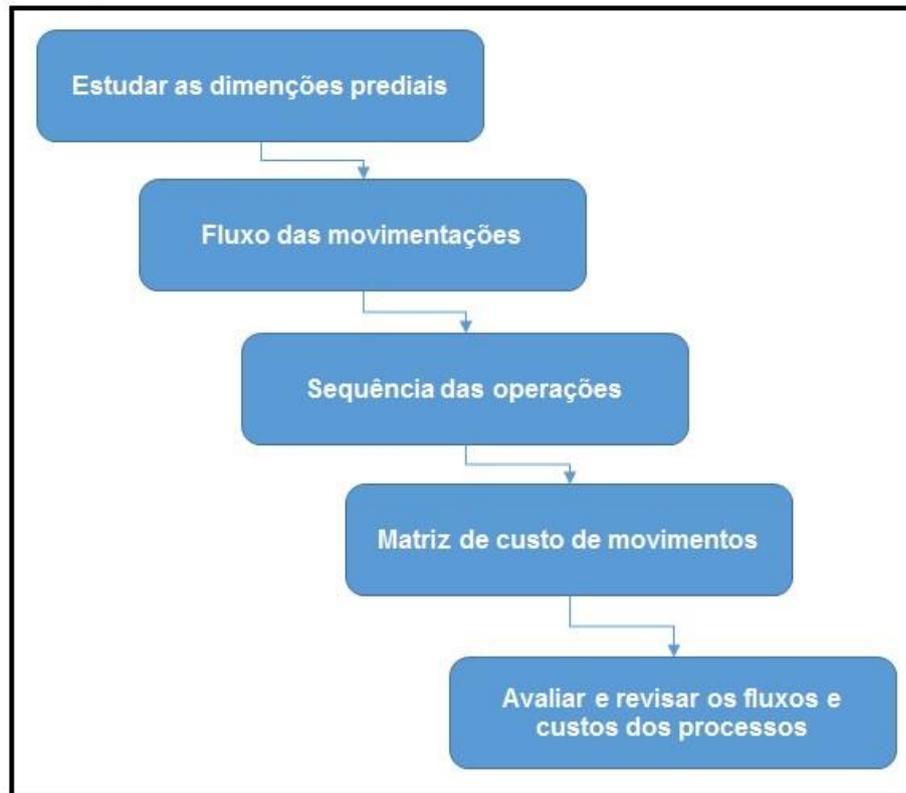
Figura 3 - Arranjo físico Funcional ou por Processo.



Fonte: Chiavenato, (2014, p. 115).

Conforme Tubino (2009), uma maneira de equilibrar o arranjo físico de processo, com o objetivo principal de reduzir perdas de valor com movimentações nas empresas. As etapas do processo, o planejamento do arranjo físico e o procedimento de gerenciamento de tarefas são mostrados na Figura 4.

Figura 4 - Etapas e gestão de um arranjo físico.



Fonte: Adaptado de Tubino (2009).

Para Corrêa e Corrêa (2006), um *layout* para fluxos que passam pelos setores é muito variado e ocorre de forma intermitentemente. Neste caso, uma característica é ter diferentes roteiros de produtos na manufatura, tornando o *layout* bastante flexível. Mas com o aumento de volumes de produtos, os fluxos de manufatura podem se cruzar, diminuindo a eficiência e aumentando o tempo de atravessamento dos fluxos.

2.4.3 Arranjo físico celular

Segundo Slack; Brandon-Jones; Johnston (2015), um arranjo físico celular é onde os recursos transformados que entram na operação são pré-selecionados para passar parte da operação, ou seja, são montados postos, onde se manufatura determinado tipo de produto, para que no fim se obtenha um conjunto ou produto pronto, onde todos os recursos estão localizados para atender aos requisitos imediatos de processamento. A própria célula pode ser estabelecida por um arranjo físico funcional ou por produto.

Para Chiavenato (2014), é o arranjo físico, utilizado em células de montagem, que requerem um conjunto integrado e técnicas diferentes e individuais. O autor, ainda cita os principais benefícios desse sistema, como:

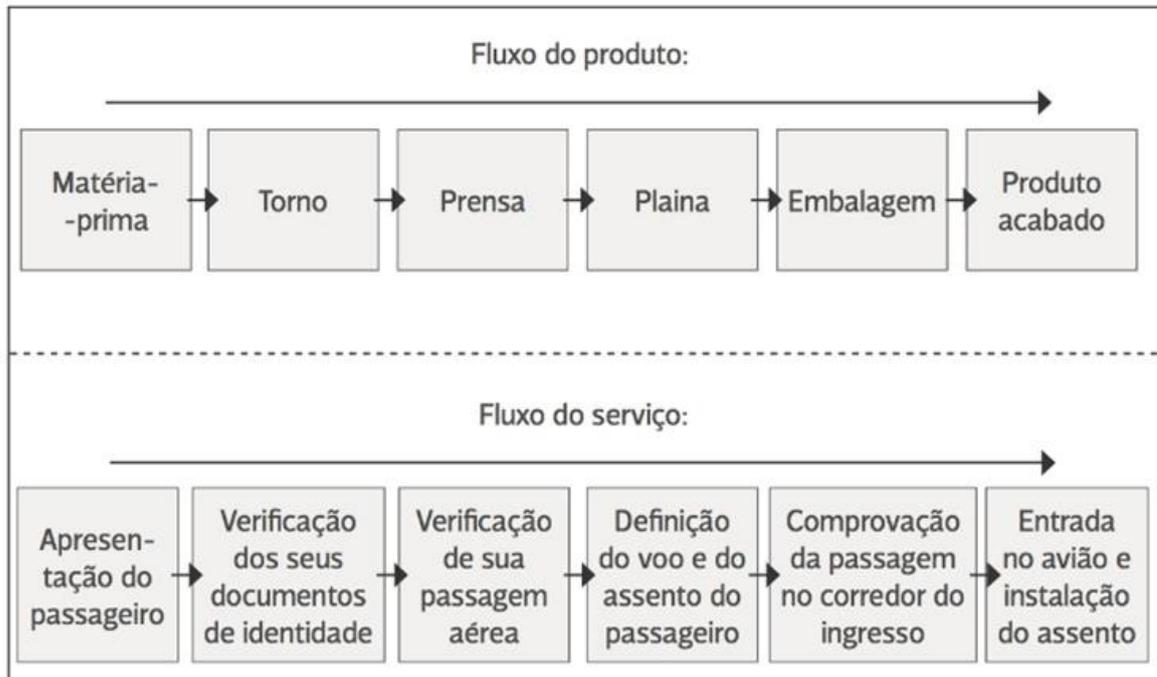
- a) Maior flexibilidade do que o leiaute por produto;
- b) Racionalização dos projetos e processos;
- c) Simplificação do planejamento e controle da produção;
- d) Redução do tempo de atravessamento total (*lead time*);
- e) Redução das movimentações de materiais;
- f) Redução do material em processamento;
- g) Maior confiabilidade nos prazos de entrega;
- h) Flexibilidade na utilização da mão de obra;
- i) Promoção do trabalho em equipe.

2.4.4 Arranjo físico por produto ou linha

O arranjo físico por produto, como pode ser visualizado na Figura 5, inclui localizar os recursos de acordo com sua linha produtiva com a melhor conveniência do fluxo de montagem do recurso a ser transformado. Cada item produtivo, segue um fluxo de montagem predefinido, na qual a sequência de atividades é contemplada ao processo. Nesse tipo de arranjo físico, o fluxo de produtos, informações e pessoas é clara, tornando relativamente fácil de controlar. Como exemplo do arranjo físico dos produtos, a montagem de uma colheitadeira pode ser citada, na qual quase todas as variantes do mesmo modelo exigem a mesma sequência de processos (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2015).

Para Chiavenato (2014), “Trata-se de um leiaute linear que, no caso de produção de produtos, apresenta cada tipo de operação desde a entrada da matéria-prima em sua ponta até a saída do produto acabado na outra ponta, indicando a trajetória (etapas de produção) que constitui a menor distância entre esses dois extremos.”

Figura 5 - Arranjo físico por Produto ou Linha.



Fonte: Chiavenato, (2014, p. 114).

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (1996), nos arranjos físicos, há uma conexão entre as diferentes etapas do processo de criação de valor. Esse composto é comumente usado em linhas de montagem, mas atinge seu máximo em operações de fluxo contínuo, como petroquímicos e fábricas de papel. Nesse tipo de produção, o tempo de movimentações é diminuído ou aumentado, o que o torna mais eficiente. No entanto, uma mudança no plano de produção geralmente não é mais possível. Esse tipo de *layout* promove eficiência e, portanto, é menos flexível. O Quadro 1 mostra uma comparação entre os arranjos físicos de processos e por produto.

Quadro 1 - Comparação de *layout* por Processos e por Produto.

Comparação de <i>Layout</i>		
Atividade	Por Processo	Por Produto
Lógica	Recursos são instalados por função	Sequenciamento dos recursos
Processo	por tarefa	Tipo Linha
Fluxo	Variável ou intermitente	Contínuo
Volumes de produção	Baixo	Altos
Variedades de itens	Alta	Baixa
Tipo de <i>Layout</i>	Localização dos recursos	Balanceamento dos produtos produzidos
Estoque em Processo	Alto	Baixo
Interação entre etapas	Difícil	Fácil
Identificação de Gargalos	Alta Dificuldade	Fácil identificação
Distância percorridas	Longas	Curtas
Valor agregado	Pouco	Alto
Espaço necessário	Grande	Pequeno
Custo de Movimentações	Elevados	Baixos
Critério priorizado	Flexibilidade	Agilidade e custo

Fonte: Adaptado de Corrêa e Corrêa (2006).

O *layout* por produto é projetado para grandes volumes de material. Portanto, é mais adequado para operações em que grandes taxas de fluxo são processadas em uma ordem muito semelhante (CORRÊA E CORRÊA, 2006).

2.5 LOGÍSTICA

Segundo Paoleschi (2013), logística nada mais é que o transporte, armazenamento e distribuição, onde fornecer os produtos ou serviços no momento, nas condições e no lugar correto, contribuindo para o bom funcionamento do fluxo de produção, seja ele por uma célula, linha de montagem ou transporte entre modais, gerenciando os recursos de fabricação, onde todos são filtrados e realocados de acordo com a necessidade, para assim manter o bom andamento do processo e evitar movimentações que não agregam valor ao produto final.

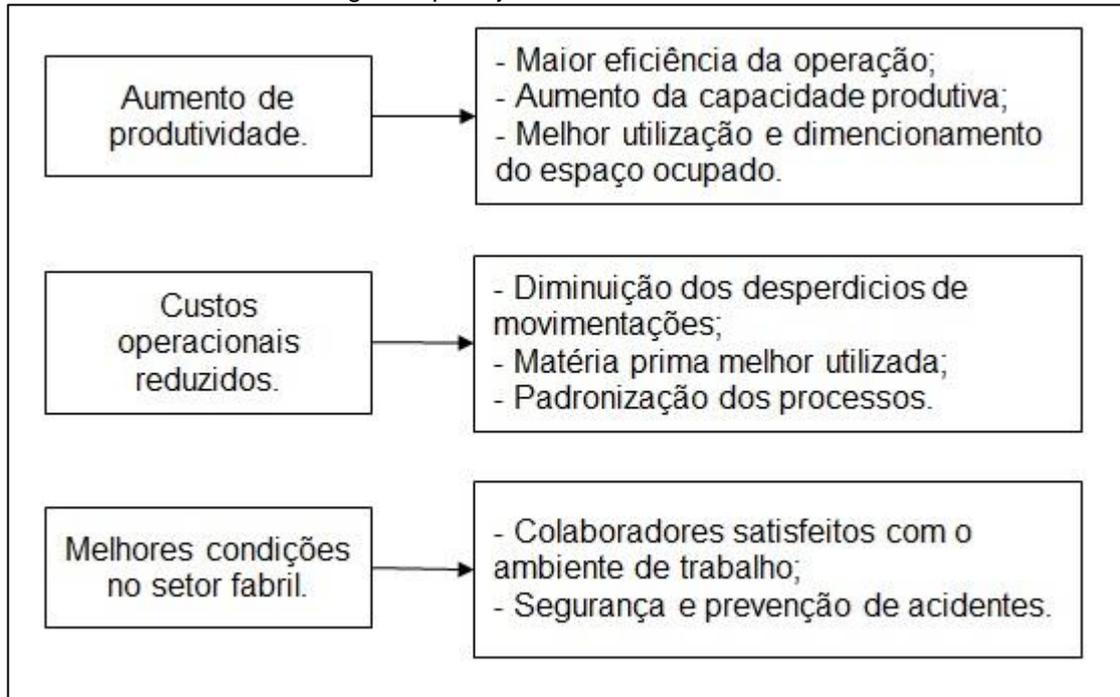
Caracteriza-se pelo fato de serem observados todos os movimentos existentes durante a produção, desde a compra da matéria-prima até a entrega do produto ao cliente. Dentro da empresa, qualquer movimento existente de materiais e pessoas no processo de produção pode ser definido. Com definição e planejamento adequados, ganhos de produtividade e tempo são alcançados, pois os materiais param apenas nos pontos a serem usinados e em locais que agregam valor ao produto (CHIAVENATO, 2005).

De acordo com Nogueira (2018):

O conceito de logística é colocar o produto certo na hora certa, no local certo e ao menor custo possível. Este conceito tem sido utilizado para descrever a sinergia proporcionada pelas operações entre as funções das empresas, porém é necessário que se busque, com base nesse conceito, a descrição do que realmente é um processo logístico. O processo logístico deve estar conectado ao conceito da logística, compreender as áreas operacionais (suprimento, produção e distribuição), desde as fontes de matéria-prima até o produto acabado chegar às mãos do consumidor final, buscando a minimização dos custos envolvidos e garantindo a melhoria dos níveis de serviço (NOGUEIRA, 2018, capítulo 1, item 2).

Segundo Chiavenato (2005), a necessidade dessas movimentações de mercadorias, tem vários objetivos. Com o gerenciamento adequado, é possível obter economias de custo significativas e excelentes resultados de produção. Isso aumenta e melhora o sistema de negócios, alcançando ótimos resultados para a empresa e melhoramento das condições das atividades realizadas, conforme Figura 6.

Figura 6 – Resultados de uma logística planejada.



Fonte: Adaptado de Chiavenato, (2005).

Já para Bertaglia (2016), é o processo necessário para adquirir materiais, e aprimorar as necessidades dos clientes e consumidores, fornecendo os produtos onde e quando os desejarem. A logística é um grande processo, que oferece variados modelos que variam de acordo com as características do negócio.

2.6 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Segundo Monden (2015), o Sistema Toyota de Produção foi desenvolvido e promovido pela grande empresa Toyota e onde foi uma ferramenta bastante implementada no ano de 1973, que na época ocorria a grande crise petrolífera. O sistema tem como objetivo principal a eliminação dos desperdícios, como excesso de colaboradores e estoque de material ou peças prontas, com implementação de técnicas e ferramentas de aprimoramento, onde as padronizações das operações são estudadas e implementadas, tornando os processos mais eficientes.

É uma filosofia de gerenciamento que visa simplificar e aprimorar os processos para atender às necessidades dos clientes no menor tempo possível, com a mais alta qualidade e o menor custo, aumentando a segurança dos funcionários e integrar não apenas a processo produtivo, mas todas as partes da empresa (OHNO, 1997).

2.6.1 Princípios fundamentais do Sistema Toyota de Produção

De acordo com Shingo (1996), a maioria das empresas, determinam o preço de venda de seus itens, utilizando a soma de $\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço}$. O sistema Toyota de produção, estabelece que é o mercado que determina o preço de venda adequado, então utiliza-se, $\text{Preço de Venda} - \text{Custo} = \text{Lucro}$.

Ohno (1997) estabeleceu que as perdas no sistema de produção são divididas em sete grupos principais, da seguinte maneira:

1. Perda por superprodução (quantidade e antecipada): Produzir além da demanda programada ou prevista, onde acaba ocasionando em elevados estoques de produtos acabados, que poderão sofrer com revisões de desenho, degradação dos mesmos e cancelamento de pedidos;
2. Perda por espera: É o intervalo de espera, onde nenhuma operação, transporte e inspeção é executada;
3. Perda por transporte: Além de ser uma operação que não gera valor ao produto, a mesma tem que ser eliminada ou minimizada. Os melhoramentos mais impactantes são obtidos através de alterações de arranjos físicos que eliminam ou minimizam as movimentações de material;
4. Perda no próprio processamento: Essas são partes do processo que podem ser descartadas sem afetar as características e funções básicas do produto ou serviço. São casos em que o processo não é ideal. Exemplo: Processo de aperto de parafuso através de chave catraca, ao invés de máquinas pneumáticas;
5. Perda por estoque: É a perda na forma de estoque de matéria-prima, material em produção e produto acabado, o mesmo o torna um custo para a empresa;
6. Perda por movimentação: São movimentos desnecessários realizados pelos colaboradores ao executar uma atividade ou operação;
7. Perda por fabricação de produtos defeituosos: São as perdas recorrentes as não-conformidades apresentadas no decorrer do processo, na qual não atendem requisitos de qualidade estabelecido pela empresa ou cliente.

2.6.1.1 Habilidades

O oitavo desperdício, "Habilidades", foi introduzido no final dos anos 90, quando o sistema de produção da Toyota foi introduzido no mundo ocidental. O mesmo não faz parte da versão da versão original, porém o mesmo enfoca o desperdício do potencial humano, como talentos e habilidades não aproveitadas adequadamente (SANDER, 2019).

Para Tubino (2015), a versão mais recente da oitava perda, foi criada para destacar o fato de que o não uso de ideias e sugestões de funcionários é um grande erro de gerenciamento na fábrica. A falta de sugestões, e motivações dos colaboradores, é reflexo de pouco incentivo dessas práticas pela liderança tornando a causa principal desse problema.

2.6.2 Melhoria contínua

Conhecida também como *kaizen*, a melhoria contínua é o princípio de que um dia não deve passar sem melhorar a empresa em sua posição competitiva. Se a empresa estiver satisfeita com os produtos e não evoluir mais, alguma outra empresa irá copiar o modelo e provavelmente entrar em competição com os produtos a um valor menor (TUBINO, 2015).

Para Ortiz (2010), todos os funcionários devem se envolver e concentrar na melhoria geral da organização. A produção enxuta é uma maneira de eliminação de desperdícios para atender às necessidades do cliente em tempo hábil e competitivo da melhor maneira possível. Acima de tudo, *kaizen* enfatiza a ênfase no desenvolvimento de uma cultura baseada para melhorar a forma em que a empresa trabalha.

2.6.3 Manutenção

Conforme cita Almeida (2015), a manutenção industrial, pode ser determinada por uma série de procedimentos técnicos, na qual são necessários para a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, máquinas, ferramentas ou instalações industriais. Com isso, é definido quatro tipos de manutenção, como:

1. Manutenção Corretiva: é definida como a ação imediata quando um equipamento interrompe seu funcionamento, surgindo a necessidade de consertá-lo de imediato;

2. Manutenção Preventiva: de forma a prevenir ocorrências, foi desenvolvida para evitar prejuízos e manter os equipamentos ou máquinas disponíveis;
3. Manutenção Preditiva: utilizada para verificar o real estado das peças ou componentes, para que assim possa ser acompanhado os fenômenos dos defeitos, podendo assim planejar de forma antecipada a manutenção do componente com defeito;
4. Manutenção Produtiva Total (TPM): é o planejamento e melhoria da estrutura da empresa, seja elas materiais, como máquinas e ferramentas, e também em questão humana, no desenvolvimento do conhecimento dos colaboradores.

A manutenção industrial, pode ser definida também como o atendimento ao processo produtivo, gerando confiabilidade, disponibilidade e qualidade dos equipamentos, que resultam em produtividade e redução de custo para a empresa, tornando seus processos ou instalações mais eficientes em suas operações (KARDEC E NASCIF, 2002).

3 METODOLOGIA

Este capítulo tem por objetivo descrever os procedimentos metodológicos utilizados para a realização do trabalho a partir da fundamentação teórica que serviram como base para a elaboração de uma proposta de um arranjo físico para um processo de manufatura de itens usinados, através da aplicação de um estudo de caso.

3.1 MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa adotado, é o estudo de caso, que conforme Yin (2010) é uma estratégia de pesquisa que busca examinar um fato atual dentro de seu contexto, trabalhando com evidências quantitativas ou qualitativas. Assim pode ser utilizado para explicar, descrever, avaliar e explorar situações.

De acordo com Gil (2018):

O estudo de caso é uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências sociais. Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos casos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento; tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados (GIL, 2018, p.34).

Segundo Miguel (2010), estudo de caso, trata-se de um estudo empírico que examina um fenômeno atual no contexto da vida real, levando em consideração que as fronteiras entre esse fenômeno e o contexto em que ele está contido não estão claramente definidas.

Estudo de caso é limitado a uma ou poucas unidades, classificadas como pessoa, família, produto, razão comercial, governo, sociedade ou mesmo país. Tem modo de profundidade e detalhamento. Podendo ser ou não realizado *in loco*, onde se utiliza diferentes métodos de coleta de dados (VERGARA, 2016).

O presente trabalho, justifica-se como estudo de caso, pelo fato de ser um estudo e uma proposta de um arranjo físico, a ser utilizado futuramente pela empresa em sua nova estrutura fabril composta de dois pavilhões.

As observações e análises deste estudo foram realizados junto ao estabelecimento atual da empresa, onde através de reuniões com o proprietário e gestores responsáveis pelo setor de produção e qualidade, foram levantados os dados necessários para compreender as necessidades da empresa. No item 3.5 está apresentado o fluxo das atividades que foram trabalhadas neste estudo.

3.2 TIPO DE ABORDAGEM

Quanto a forma de abordagem, este estudo destaca-se por ser de ordem qualitativa. De acordo com Fleury et al. (2010), na engenharia de produção, a abordagem qualitativa, significa que o pesquisador irá visitar a empresa em estudo, monitorar e coletar evidências sempre que possível, esses dados irão ser apresentados em forma textual.

Na pesquisa qualitativa, diferente da quantitativa que trabalha com dados numéricos, procura qualificar um arranjo físico a ser instalado futuramente em uma nova estrutura fabril composta de dois pavilhões. Onde irá ser apresentada uma proposta de arranjo físico adequado para a empresa de acordo com as limitações de áreas disponíveis do projeto.

O objetivo desta abordagem não está na estrutura das organizações, mas é importante para entender o processo, buscando descobrir o andar dos eventos ou atividades que culminem nos resultados e entender como essas atividades chegam até eles (FLEURY et al., 2010).

3.3 QUANTO AOS OBJETIVOS

Quanto os fins, o presente estudo classifica-se como pesquisa: exploratória, descritiva e explicativa.

De acordo com Vergara (2016) estes modelos se caracterizam:

- A verificação exploratória, é realizada na área onde se tem pouco conhecimento registrado ou pesquisado, não comportando hipóteses, podendo aparecer no andar da pesquisa.
- A análise descritiva é utilizada para descrever características de determinado processo ou acontecimento, podendo formar relações entre variáveis definindo seu tipo de natureza.
- O objetivo principal da investigação explicativa, é tornar algo acessível, justificando os seus motivos, buscando esclarecer os fatores que contribuem para esse acontecimento, tornando base para explicações.

Este estudo foi classificado como exploratória, porque trata-se de um tema em que até o momento não havia um estudo detalhado de um arranjo físico para a nova estrutura fabril, então surgiu a oportunidade de realizar este o mesmo.

Caracteriza-se ainda como descritiva, porque procura descrever o processo atual com suas dificuldades, apresentar e detalhar um novo arranjo físico a ser instalado na nova estrutura fabril da empresa, composta de dois pavilhões, de acordo com o projeto já estabelecido, detalhando o posicionamento das máquinas com os fluxos de entradas e saídas de informações ou produtos, bem como apresentar possíveis ganhos com esse modelo em uma futura implementação. E por fim explicativa, porque foi utilizado métodos descritivos para tentar compreender as mudanças propostas, para que sejam entendidas de forma clara pelos gestores.

3.4 COLETA DE DADOS

Segundo Vergara (2016), são dois os tipos de amostragem, os modelos probabilísticos e o não probabilístico. Do modelo probabilístico são: a aleatória simples, a estratificada e a pôr conglomerado. Do modelo não probabilístico são: por acessibilidade e por tipicidade.

Este estudo utilizou-se o modelo não probabilístico, pois o mesmo não irá apresentar dados numéricos, como tempos e valores, e sim estabelecer possibilidades de ganhos com a implementação desta proposta de arranjo físico, utilizando os meios, por acessibilidade e por tipicidade.

Por acessibilidade, pois foi selecionado informações de todo o fluxo de produção da empresa, listagem das máquinas e suas características produtivas, tendo facilidade de acesso a esses itens.

Por tipicidade, pois foi buscado a melhor proposta de arranjo físico de acordo com os produtos e serviços fornecidos pela empresa.

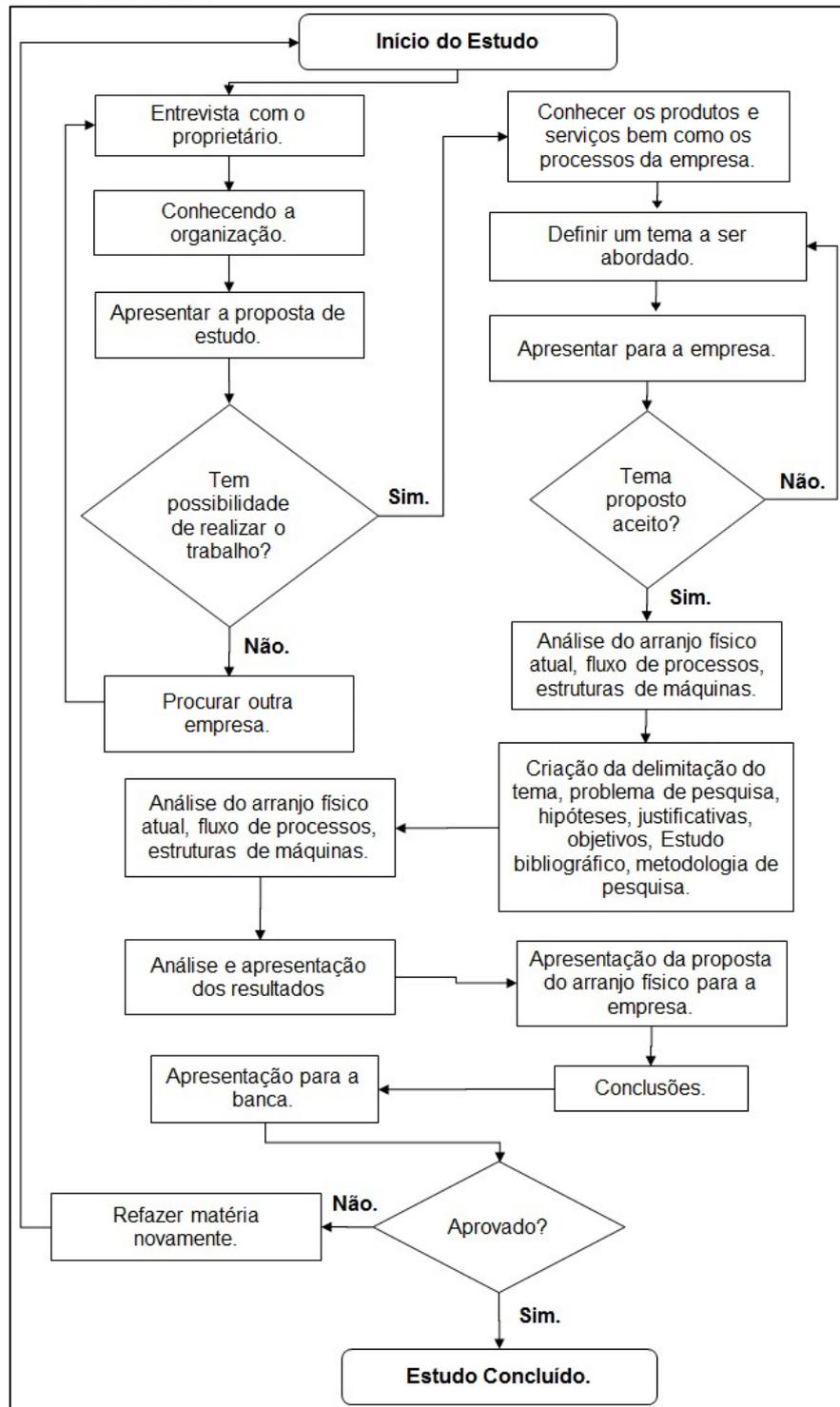
A coleta de dados neste estudo tem como objetivo informar como foram obtidos os dados necessários para estudar e responder o problema. A coleta foi realizada através de levantamento de dados sempre tentando associar os dados coletados com a fundamentação teórica. Por conta de a empresa trabalhar nos turnos diurnos e noturnos, facilitou a observação junto a produção, sempre acompanhado pelos gestores e líderes das equipes, conseguindo assim extrair o máximo de informações necessárias.

O presente estudo foi construído em etapas, as mesmas são melhor apresentadas na Figura 7, na qual apresenta o fluxo das atividades deste estudo.

3.5 FLUXO DAS ATIVIDADES

Para obter uma estruturação e uma melhor compreensão para as atividades e coletas de dados desenvolvidas no presente estudo, foi elaborado um fluxo das mesmas conforme é apresentado na Figura 7.

Figura 7 – Fluxo das atividades.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O fluxo das atividades apresenta as etapas desde a escolha da empresa até o encerramento do estudo, o mesmo torna mais claro o que foi desenvolvido ao decorrer deste estudo, mostrando todas as etapas de análises e decisões que foram tomadas, para assim chegar a um objetivo final.

Na primeira etapa, foi realizada a escolha de uma empresa que possibilitasse a realização do trabalho, essa empresa deveria estar ciente e disponibilizar informações que seriam importantes para o desenvolvimento do trabalho e alcance dos objetivos.

Após a escolha e aprovação por parte da empresa, a próxima etapa, foi conhecer a organização como um todo, onde inicialmente através de reuniões com os gestores, foi apresentado um pouco da história da empresa com suas evoluções ao longo do tempo, ramo de atuação, produtos, serviços, processos e direções na qual a empresa deve seguir, de acordo com o planejamento estratégico.

Com a importante etapa anterior concluída, o passo seguinte, foi analisar todas essas informações que foram coletadas e verificar pontos importantes que poderiam ser trabalhados, como projetos futuros, gargalos de processos, implementação de melhorias, e outras oportunidades que poderiam ser aperfeiçoadas e melhoradas para agregar valor aos produtos e serviços fornecidos pela empresa.

A análise antecedente, possibilitou elencar uma proposta de trabalho para empresa, onde após ser apresentada e aprovada pelos gestores se deu início a outras etapas do fluxo. O tema apresentado, se baseou em uma proposta de um arranjo físico para a nova estrutura fabril, estabelecido em seu planejamento estratégico, na qual a empresa já possui esboçado, sendo eles dois pavilhões, nas metragens de 749 m² e o outro de 478,10 m², com uma área estimada de 1227,10 m² de área construída, na qual ainda não havia sido planejado e visualizado como poderia funcionar o seu fluxo produtivo, pensando também nas atuais dificuldades que se encontram o arranjo físico atual, para que nas instalações da nova estrutura tenham processos mais eficientes.

Para que fosse possível a realização desta proposta, foi necessária uma análise mais profunda de alguns pontos, como: processo produtivo e fluxo atual, a estrutura de máquinas e equipamentos e o projeto dos pavilhões com suas limitações, para que assim fosse possível desenvolver uma proposta cabível para empresa. Com isso, estabeleceu o tema, suas delimitações, o problema de pesquisa, hipóteses,

justificativas, objetivos e referencial teórico para melhor embasamento dos assuntos tratados, conforme apresentados nos tópicos anteriores deste estudo.

Com todo o embasamento já estabelecido, iniciou-se o desenvolvimento da proposta deste estudo, conforme apresentado a partir do item 4.2, na qual traz todas as análises atuais, e a proposta do novo arranjo físico para a nova estrutura fabril, sendo a mesma posteriormente apresentada para a empresa.

Para conclusões, analisou-se se os âmbitos deste estudo foram alcançados, os ganhos na qual a empresa terá com essa proposta, a cooperação deste estudo para formação profissional acadêmica e indicação de oportunidades de melhorias para a empresa, para que trabalhos futuros possam ser estudados e implementados.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta etapa foram aplicadas as considerações citadas na revisão da literatura para a elaboração da proposta de um arranjo físico para a empresa estudada. Primeiramente, foi realizada a apresentação da empresa, delineando seus processos, fluxos internos e *layout* atual. Em seguida, foi exposta a proposta do arranjo físico, desenvolvido com base nos dados considerados e elementos do fluxo de produção da empresa. Ao final, são elencadas possibilidades de melhorias e resultados que podem ser obtidos com a implementação do *layout* proposto.

4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Criada em março de 2000, a SR Máquinas iniciou suas atividades como uma empresa prestadora de serviços de manutenção, recondicionamento e instalação de máquinas industriais. A partir de 2009, visando a ampliação de seus negócios e atender a demanda do mercado, a empresa modificou sua infraestrutura e foco de atuação, introduzindo novas tecnologias, o que permitiu o incremento na oferta de serviços, de produção de peças usinadas em série ou especiais, dispositivos e equipamentos para diversos segmentos.

Serviços prestados pela empresa:

- Usinagem em tornos convencional e CNC;
- Fresadora, retifica plana e furadeira radial;
- Fabricação de peças e ferramentas (conforme projeto);
- Fabricação de dispositivos para produção e equipamentos para movimentação conforme projeto;
- Corte de materiais;
- Inspeção de itens, contenção de não conformidades, retrabalho de peças, *in loco* na empresa John Deere;
- Manutenção de dispositivos.

Atualmente a empresa localiza-se na Rua Piratini nº 470, onde sua capacidade instalada é de aproximadamente 800 metros quadrados sendo em um prédio locado, conta com um quadro de trinta e um colaboradores, além dos proprietários. Na Figura 8, imagem da vista frontal da empresa.

Figura 8 - Vista externa da empresa SR Máquinas.



Fonte: Empresa estudada (2019).

Nos próximos tópicos são apresentados os resultados do presente estudo e suas análises.

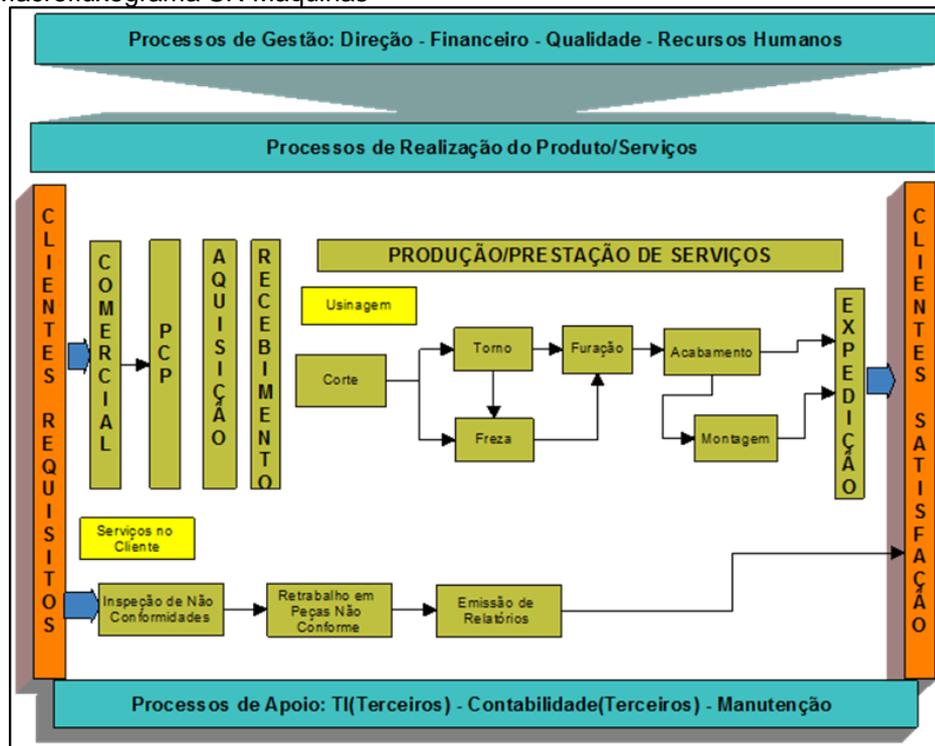
4.2 PROCESSO PRODUTIVO E FLUXO ATUAL

Nesta etapa são apresentadas as análises quanto ao processo produtivo da empresa e seu fluxo atual, para assim conhecer a rotina da empresa, compreendendo as interações dos processos, estrutura de máquinas e equipamentos, arranjo físico atual e suas dificuldades.

4.2.1 Macrofluxograma do Processo

Para melhor entendimento dos processos presentes na empresa, foi elaborado um macrofluxograma apresentado na Figura 9, que permite uma visão sistêmica de gestão da empresa, em relação aos seus processos.

Figura 9 - Macrofluxograma SR Máquinas



Fonte: Empresa estudada (2019).

Conforme disposto na Figura 9, a mesma está dividida em processos, o primeiro se identifica pela necessidade de compra entregues pelo cliente, na qual estabelece requisitos para seus produtos, como preço, qualidade e prazo de entrega. Esses pontos são negociados pelo setor comercial da empresa, responsável pelas formulações de orçamentos e fidelizações de vendas.

Os processos seguintes após a confirmação do cliente, se baseia na interação do setor de planejamento e controle da produção (PCP) com o setor de compras, onde havendo a necessidade de realizar alguma aquisição, seja de matéria-prima ou ferramenta, o mesmo é planejado e comprado. Ainda no PCP, são emitidas ordens de produção, que serão posteriormente planejadas e colocadas em processo.

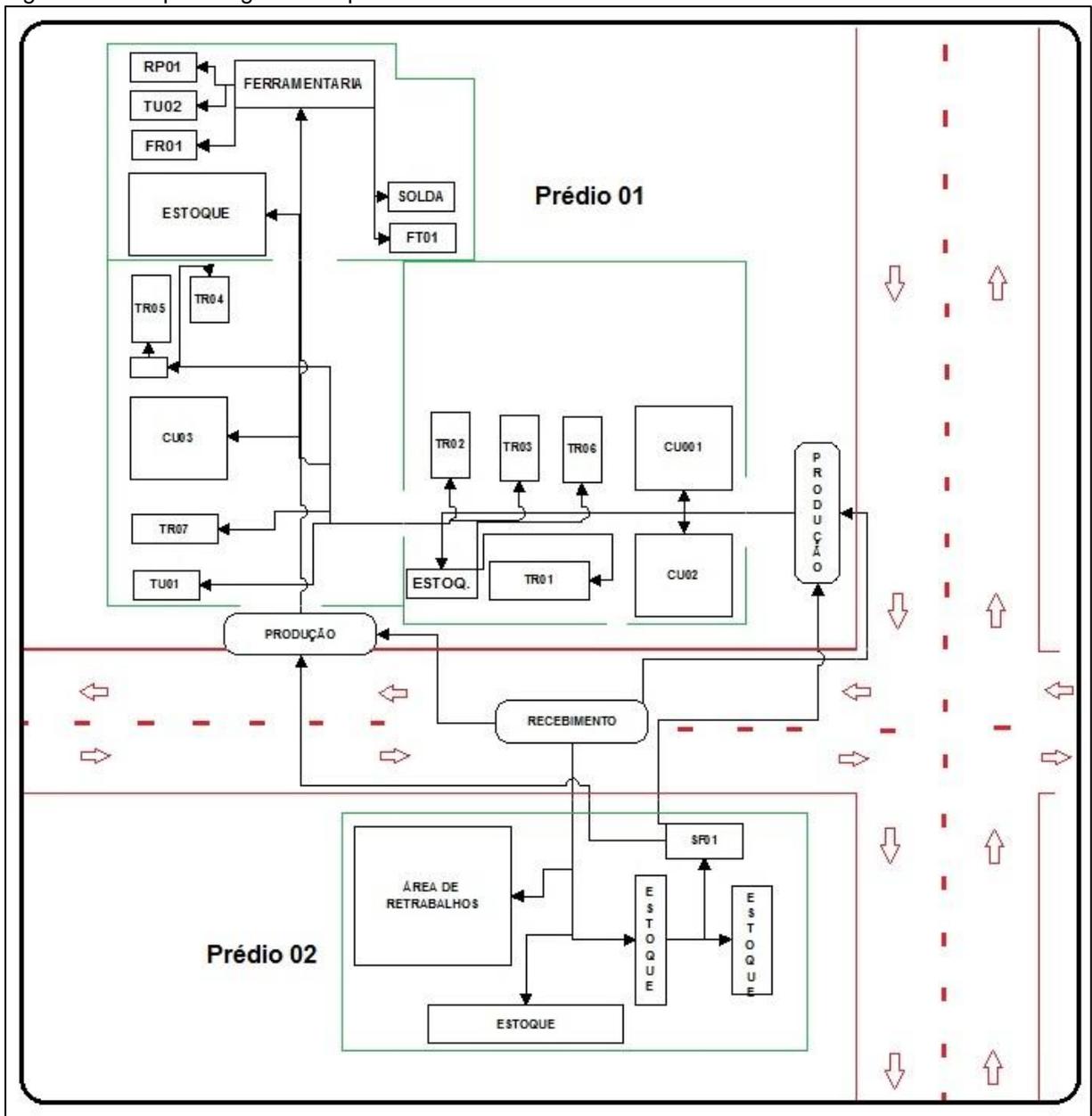
No processo de manufatura, cada item apresentou um caminho definido, o mesmo é estabelecido nas ordens de produção, com etapas do processo, como, Corte, Torneamento CNC, fresamento CNC, acabamento e expedição. Dentro de cada procedimento, são estabelecidos métodos de controle, para que os itens atendam aos requisitos do cliente, esses controles, se baseiam em tipo do material, cotas, tolerâncias, frequência de inspeção e quantidade a ser produzida.

Após os itens estarem manufaturados, seguem para o acabamento e expedição, onde serão finalizados e embalados para serem entregues ao cliente.

4.2.2 Mapofluxograma do processo atual da empresa

Na Figura 10, observa-se o mapofluxograma do processo, como entradas das matérias-primas e produtos a serem beneficiados, bem como os posicionamentos atuais das máquinas. A empresa possui área em ambas as esquinas, sendo o prédio 01 com o setor administrativo, usinagem e ferramentaria e o prédio 02 para armazenamento, corte e retrabalhos.

Figura 10 – Mapofluxograma do processo atual.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

As primeiras máquinas instaladas no fluxo do prédio principal, são identificadas como CU001 e CU002, que se trata de um Centro de Usinagem CNC e

uma fresadora CNC, as mesmas recebem tanto material da entrada do processo e também sequenciando uma operação pós usinagem em Torno CNC.

Os tornos CNCs, são identificados na sequência TR01 até TR07, como pode-se observar, o *layout* contém algumas máquinas dispersas do fluxo produtivo de sua origem, como tornos e fresas, que por falta de espaço, estão instaladas distantes o que aumenta o deslocamento dos operadores para chegar nos materiais e o fluxo das sequências operacionais do produto dentro do processo.

A matéria prima em barras redondas, sextavadas e quadradas, seguem para um estoque interno, identificado como ESTOQ, na qual são cortadas em tamanhos de 1000 mm para usinagem normal, ou cortadas de acordo com o comprimento do item a ser usinado, nesse caso as barras vêm com 3 mm maior que a nominal do item, para ser usinado na sequência. Também possui situações que por ser diâmetros maiores, são cortadas em comprimento menor, ou peça a peça. Na prateleira, se encontra as barras de comprimento padrão, de 1000 mm, a dimensão de diâmetro ou sextavado é variado, contendo diversos tamanhos para atender a produção.

O modo de identificação desses materiais, é por intermédio de cores, que separam as diferentes classificações de materiais, como, aço 1020, 1045, 11SMn30/37, entre outros. Para alimentar as máquinas, o operador seleciona o material adequado para usinar o item, sendo assim, ou a mesma estará estocada na prateleira ou em uma embalagem específica, especial para o item.

No prédio 02, se concentra outros setores, como estoque de matéria prima, setor de corte e retrabalhos realizados pela empresa, entre eles, remoção de oxidações e retoques de pinturas. Por não possuir espaço suficiente, grande parte da matéria prima e embalagens ficam armazenadas na parte externa dos prédios.

4.2.3 Máquinas e Equipamentos

A empresa por trabalhar no segmento de usinagem, necessita de determinadas máquinas para atender as necessidades dos clientes. Esses equipamentos têm suas peculiaridades, onde em algumas máquinas são compostas de comandos CNCs, como: centro de usinagem, fresadoras e tornos. Para complementar o processo, se tem a necessidade de ter outras máquinas auxiliares, para a realização de atividades não seriadas ou etapas de alguns processos, onde pode-se citar alguns equipamentos convencionais, como: serra-fita horizontal, torno, furadeiras de bancada, furadeira radial, retifica plana e forno, utilizado para realizar

tratamento térmico em alguns itens. Todas essas máquinas, são alimentadas com sistemas pneumáticos, na qual se tem compressores responsáveis por suprir essa necessidade e garantir o bom funcionamento do sistema.

Por se tratar de máquinas importantes, a empresa trabalha com manutenções preventivas na maioria das delas, na qual consiste na verificação periódica de itens importantes, como, lubrificação e nível de óleo, limpeza de filtros entre outros. Os códigos de identificação se tornam importante, para manter um registro e controle para cada equipamento.

No Apêndice A estão as informações dos maquinários, com imagem do equipamento, modelo, ano de fabricação e seus respectivos códigos de identificação.

4.3 DIFICULDADES ENCONTRADAS NOS PROCESSOS

Com a abertura de novos mercados, a empresa foi crescendo e se adequando conforme podia dentro de seu espaço fabril, nessa evolução, houve a necessidade de aquisições de novas máquinas, para assim atender a demanda ofertada pelo mercado.

Na análise realizada no cenário atual da empresa, observou-se que a mesma apresenta algumas dificuldades nas suas operações, como, excesso de movimentações dentro do fluxo produtivo, por conta do posicionamento das máquinas dentro do arranjo físico, controle de estoque, onde atualmente não se tem um gerenciamento real do valor armazenado, e o gerenciamento dos tempos de produção de cada item, onde apesar de possuírem ordens de produção, não se tem coletados e controlados os mesmos para análises.

Esses gargalos, resultam em efeitos negativos, ou não tão eficientes no produto final fornecido, mitiga-los ou soluciona-los seria uma forma de agregar valor ao processo, afim de reduzir os desperdícios e alavancar os resultados da empresa.

Conforme apresentado pelo proprietário, a empresa pretende construir uma nova estrutura fabril e mudar suas operações para esse novo endereço. Após ser apresentado as dificuldades e no que as mesmas resultam em seus processos, foi elencado através de análises que um dos principais gargalos atuais, é os desperdícios das movimentações dentro do processo, no qual principalmente os itens de tornos, que necessitam de operações posteriores, não seguem uma sequência produtiva, acumulando assim estoque de peças em diversos lugares da empresa, necessitando

de movimentações desnecessárias dentro do fluxo, desperdiçando valor agregado aos seus produtos.

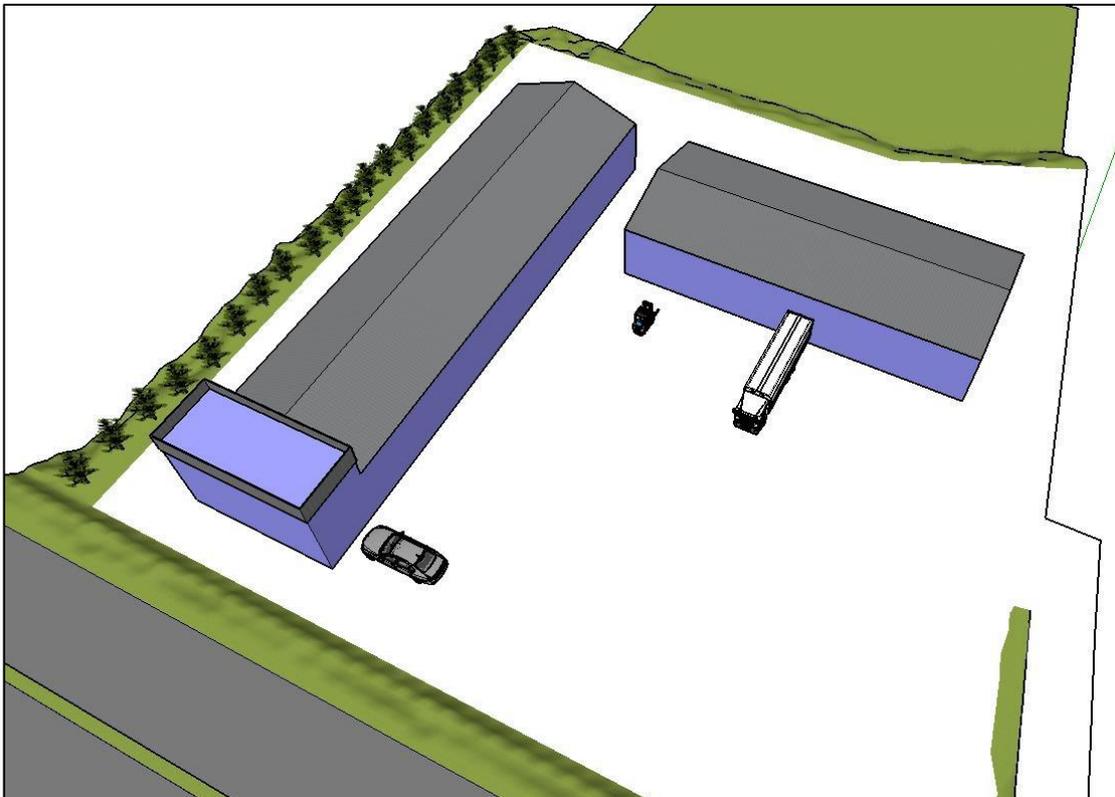
Com isso, foi exposto a importância de estudar um arranjo físico para a nova estrutura fabril, onde em forma de proposta, irá apresentar uma solução para esse gargalo da empresa.

4.4 APRESENTAÇÃO DO PROJETO DA NOVA ESTRUTURA INDUSTRIAL

O projeto de uma nova estrutura industrial para empresa, surgiu da necessidade de ampliação do negócio, onde o prédio atual, já não suporta mais suas necessidades, como um melhor atendimento aos clientes, aumento da capacidade de produção, produtividade, faturamento, e logística, tanto das movimentações internas como externas, pois está atualmente localizada em área residencial, tornando o acesso e distribuição dos produtos mais difíceis.

Conforme apresentado pela empresa, a Figura 11, traz o esboço da nova estrutura industrial, composta de dois pavilhões, na qual a empresa almeja construir e transferir suas operações para esse local. O novo investimento estará situado na Avenida Jorge A. D. Logemann, próximo a empresa John Deere.

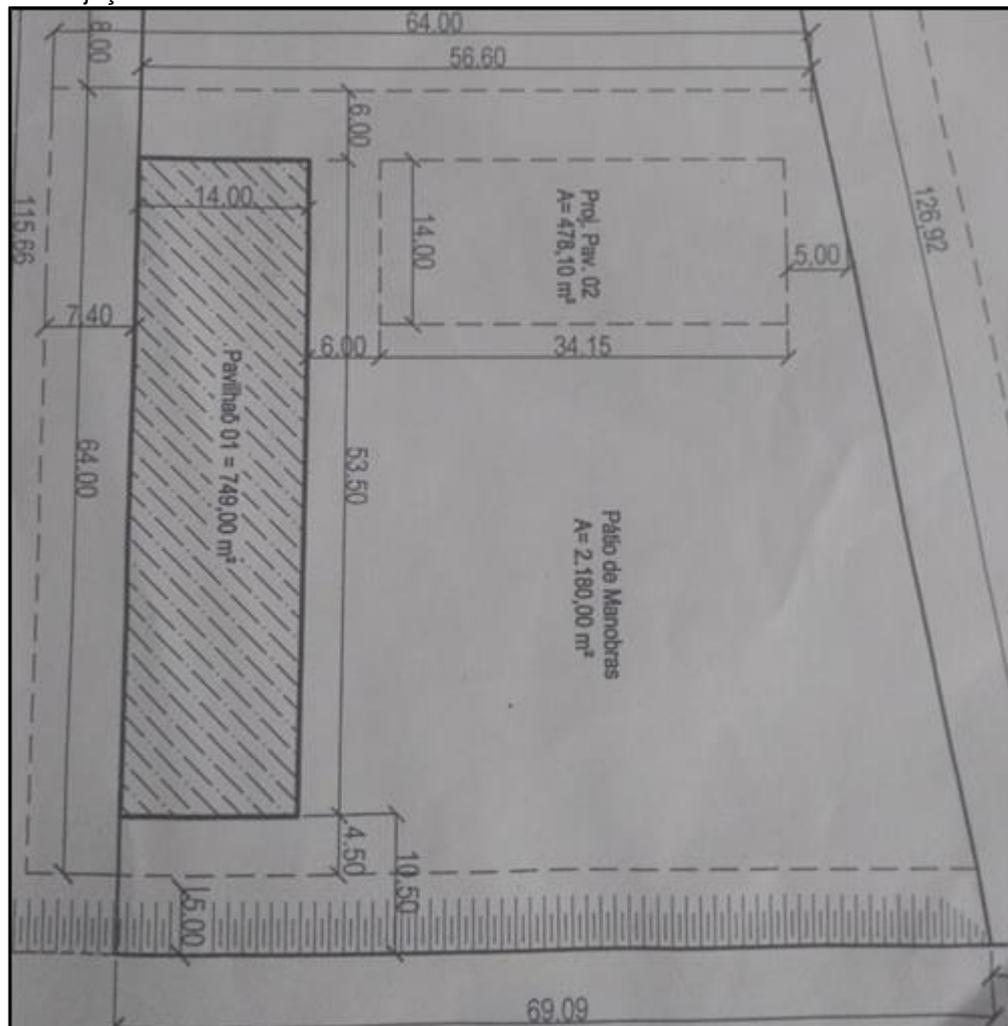
Figura 11 - Nova estrutura industrial



Fonte: Empresa estudada (2019).

Para atender as necessidades e perspectivas de crescimento, a empresa estabeleceu a necessidade da construção de dois pavilhões, conforme Figura 12, apresenta as projeções das áreas disponíveis, sendo o pavilhão 01 com uma área útil de 749 m² que será utilizado para instalar toda a parte de usinagem da empresa, e o pavilhão 02, com 478,10 m² de área útil, comportará o setor de corte, armazenagem, e retrabalhos, composto de duas cabines, uma de jateamento e a outra de pintura, que serão utilizados tanto para os retrabalhos realizados para os clientes, como o acabamento e definição de projetos, como pintura de dispositivos e matrizes.

Figura 12 - Projeção das áreas



Fonte: Empresa estudada (2019).

O projeto é de responsabilidade da empresa, junto com os devidos profissionais para o detalhamento e futuramente construção do mesmo. Com esse novo empreendimento, surgiu a oportunidade deste estudo, o que nos itens

posteriores, estará apresentando uma proposta de arranjo físico para empresa, que atendam às necessidades da empresa e objetivos anteriormente citados.

4.5 PROPOSTA DO NOVO ARRANJO FÍSICO DA EMPRESA

Na estruturação da proposta do arranjo físico foram levados em consideração alguns fatores como: limitações da nova estrutura fabril, quantidade e disposição das máquinas, e fluxo produtivo. Para isso, optou-se na escolha de um arranjo que facilite todos os processos, tornando mais eficazes e eficientes as operações. A proposta segue o mesmo tipo de *layout* utilizado atualmente da empresa, sendo um arranjo físico funcional na qual tem o objetivo de diminuir as movimentações e otimizar o fluxo produtivo, sendo o ideal para este tipo de empresa. A diferença se baseia no planejamento dos posicionamentos das máquinas e equipamentos de forma estratégica, para otimização do fluxo produtivo dos materiais e espaço fabril disponível.

Como pode ser analisado no Apêndice B, a proposta foi construída através de um software de modelagem de ambientes, na qual se utilizou os tamanhos reais dos pavilhões e das máquinas, para que assim fosse possível aplicar um dimensionamento do arranjo físico de forma eficaz. Para melhor entendimento da proposta, a mesma foi dividida em partes, para serem melhores detalhadas e compreendidas.

Na Figura 13, identificada com parte 1, está sendo apresentada a primeira parte do fluxo produtivo das máquinas CNCs, que através de uma análise das características e itens nelas usinados chegou-se as respectivas máquinas dos códigos TR03, TR04, TR05, TR06 e TR07.

Figura 13 – Arranjo físico parte 1



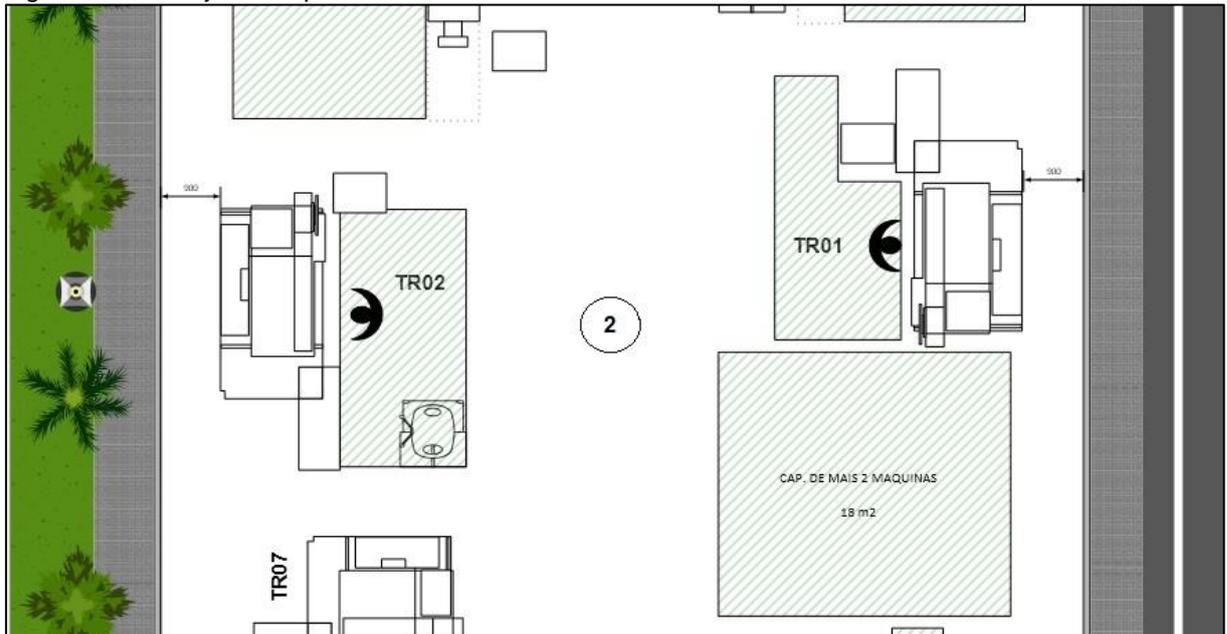
Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

A escolha deste sistema de máquinas agrupadas, traz um aproveitamento e otimização de recursos, na qual um operador poderá controlar mais de um equipamento. Por se tratar de máquinas com produtividade maior em relação as outras, as mesmas não requerem a presença de mais colaboradores, pois a maioria dos itens nelas produzidas, são manufacturados através de barras, seja elas sextavadas ou redondas.

Procurou-se reservar uma área livre para futuros investimentos, na qual poderão ser incluídos alimentadores de barras, diminuído assim ainda mais o intervalo da alimentação da máquina por meio do operador.

Na parte 2 do arranjo físico, apresentada na Figura 14, analisou-se as duas máquinas principais e mais robustas dos tornos CNCs, com os respectivos códigos TR01 e TR02.

Figura 14 - Arranjo físico parte 2



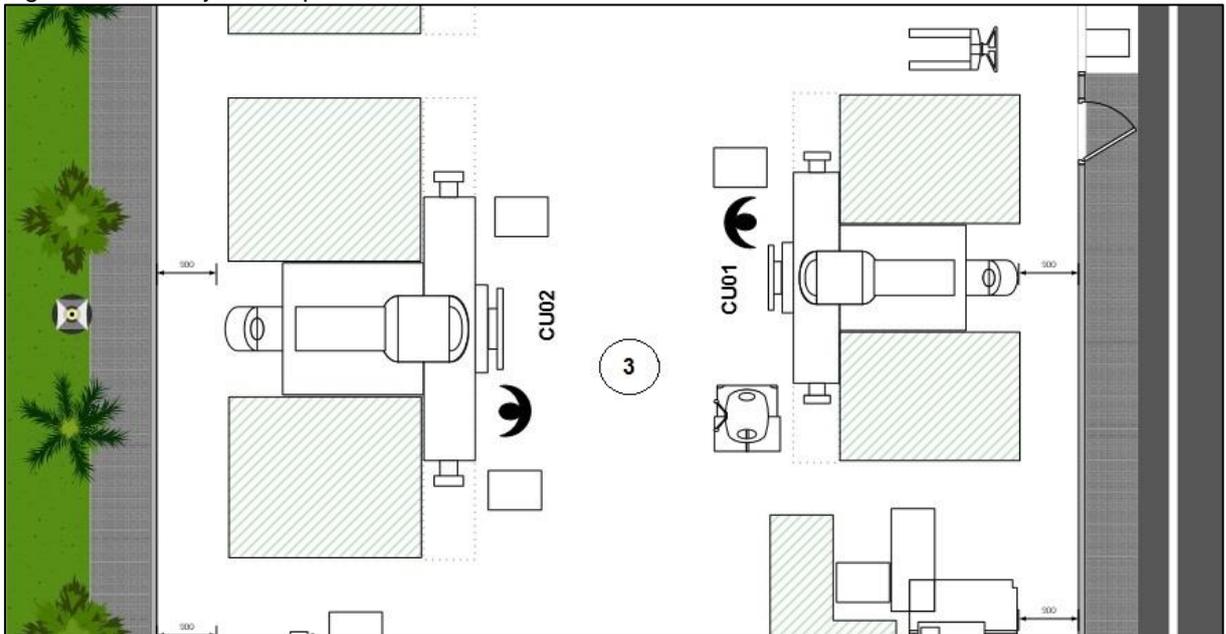
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Por se tratarem de máquinas mais robustas, a empresa as utiliza para a usinagem de itens de maiores proporções, com diâmetros e comprimentos maiores, sendo assim, as mesmas necessitam de uma área e alocação diferente dos demais tornos, pois possibilita um melhor acesso das embalagens com itens a serem manufaturados.

Pensando na aquisição de novas máquinas, procurou-se deixar uma área com um espaço livre, essa ao lado do TR01, para que futuramente sejam instalados outros tornos. A quantidade de máquinas possíveis a serem instaladas poderá ser alterada de acordo com seu tamanho, podendo ser instalado até três tornos de porte pequeno, como o TR04 ou um de maior porte, como os modelos TR01 ou TR02.

Dando sequência ao arranjo na parte 3 estão alocados o centro de usinagem e a fresadora, respectivamente CU01 e CU02. No processo, as mesmas são utilizadas para realizar diversas funções, como: furações, usinagem de roscas e interpolações de perfis. A Figura 15 mostra mais detalhadamente o posicionamento que foi proposto.

Figura 15 - Arranjo físico parte 3



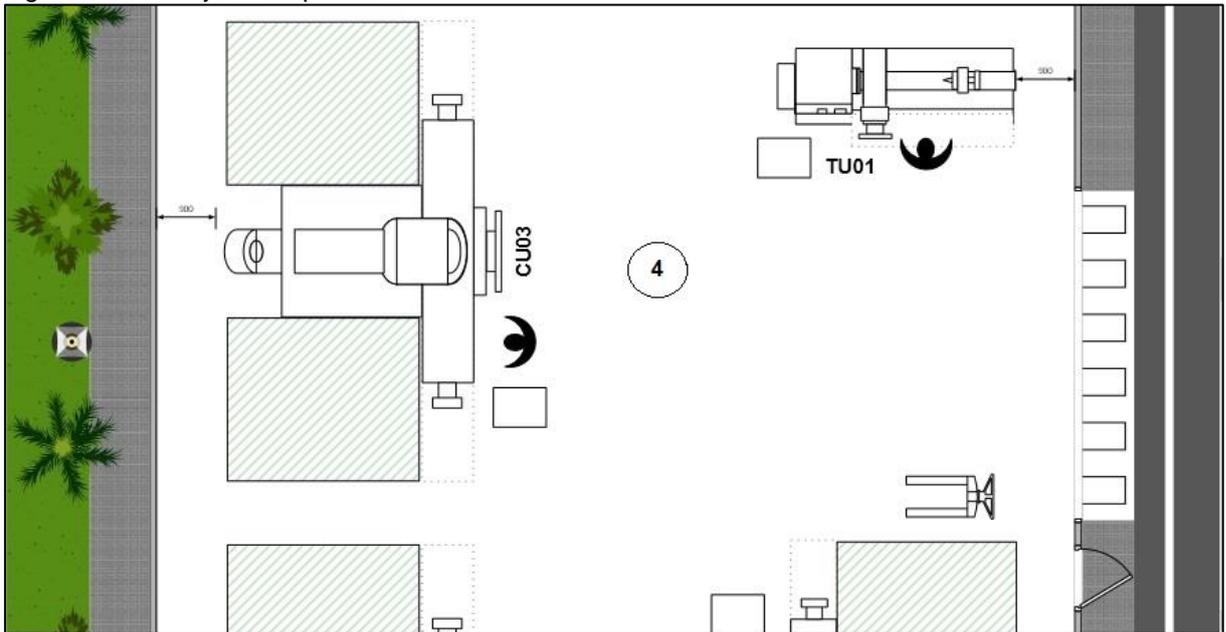
Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Por se tratar do ramo usinagem, os itens passam por diversos processos, na qual vão sofrendo transformações para assim atender o especificado nos desenhos. Para isso, verificou-se a necessidade de estabelecer essas duas máquinas logo após os tornos, pois a maioria das peças nelas usinadas, são oriundas de processos de torneamento, na qual necessitam alguns detalhes que essas máquinas são específicas para essas operações.

O posicionamento lateral para essas máquinas é o mais indicado, pois além de ocuparem mais espaço no ambiente, as mesmas necessitam de um melhor acesso frontal, pois ocorrem casos na qual é requerido o auxílio de empilhadeira, para a instalação de itens maiores, como dispositivos e componentes pesados.

Dando sequência, instalou-se outra fresadora, na parte 4, conforme Figura 16, essa de código CU03, sendo mesmas características e tamanho da CU02, na qual também é utilizada para as mesmas operações de fresamento das anteriores. Também, por possuir peculiaridade especiais de peças não seriadas, alocou-se o torno convencional TU01.

Figura 16 - Arranjo físico parte 4



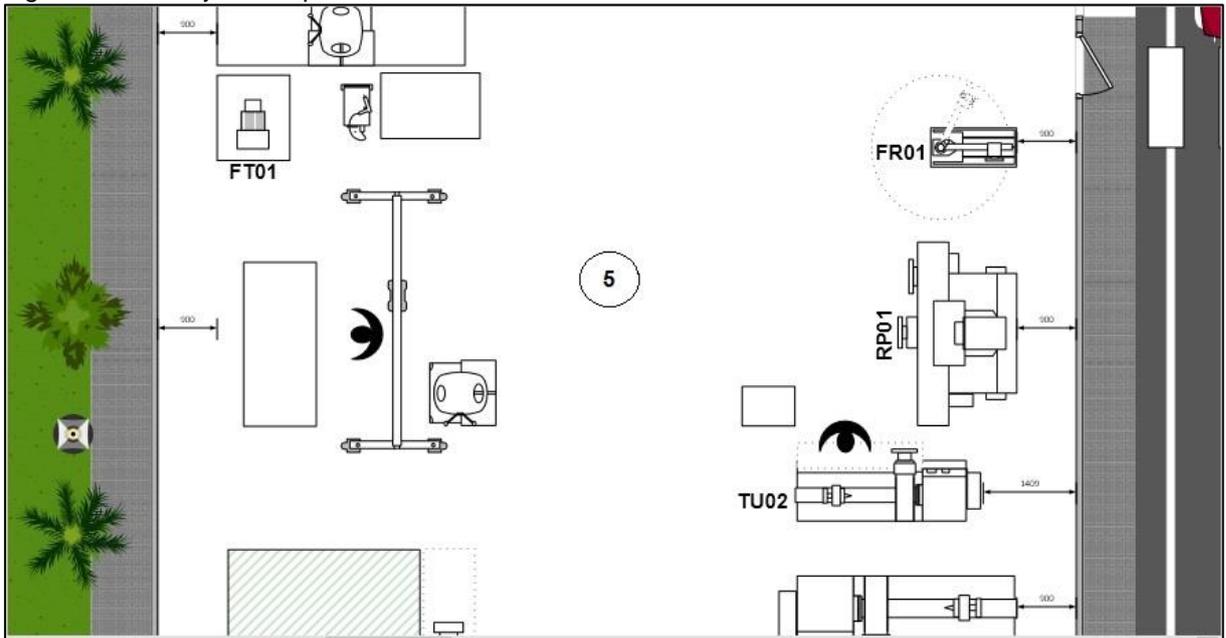
Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Seu posicionamento é seguindo o mesmo sistema das outras máquinas de sua característica, está em especial é instalada em frete ao portão principal, pois facilitará o acesso de peças de maiores proporções, que não necessitam operações de torneamento, e exige o acesso e auxílio de empilhadeira. Esta escolha, reduz a necessidade de transitar por meio do fluxo, tornando um ambiente mais seguro e ágil, pois, por se tratar de um fluxo de produção onde possui pessoas transitando dentro dele, torna uma área de mais atenção.

O TU01, é utilizado para a usinagem convencional de peças não seriadas, e por isso também foi alocado junto ao portão, pela facilidade e agilidade de acesso dos itens a serem manufaturados.

Após essas máquinas, foi planejado e proposto o setor de ferramentaria da empresa, conforme Figura 17, na qual são retrabalhados e finalizados dispositivos e itens do processo, como a usinagem convencional nas máquinas, TU02, RP01 e FR01.

Figura 17 - Arranjo físico parte 5



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Por se tratar de um setor que necessita de várias ferramentas, a ferramentaria foi proposta logo após a fresadora CU03, pois esses setores irão se comunicar mais constantemente, sendo, por dispositivos usinados pela fresa, ou casos em que ajustes nos dispositivos são necessários.

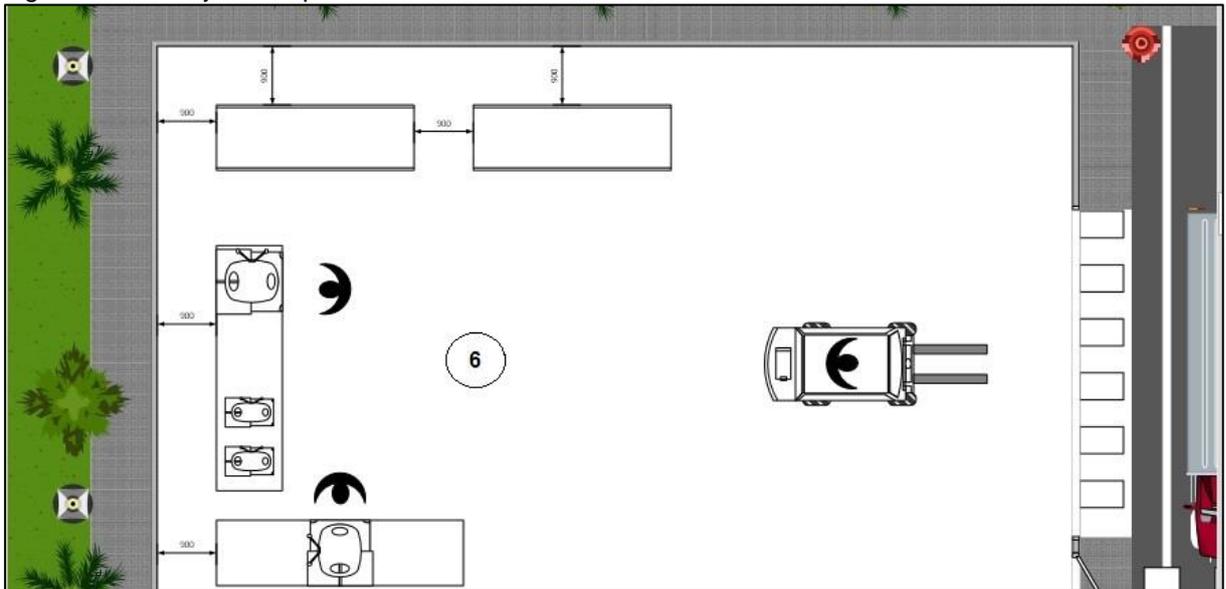
Nela também se optou de deixar aproximados o setor de solda e o forno de tempera, tornando parte do processo de ferramentaria, na qual necessitam de algum tratamento ou soldagem de algum componente.

Nesta área, foram considerados também máquinas que em alguns itens, é necessário a passagem pelo processo de suas características, como a RP01, que é responsável por retificar superfícies, onde é exigido um acabamento melhor. Seu posicionamento lateral, também é justificado pelo melhor acesso a máquina.

A FR01, por se tratar de uma furadeira radial robusta, é utilizada para fazer roscas maiores, como M20x2,5, M24x3 entre outras utilizações, sendo um dos últimos processos antes de serem armazenadas as peças.

Chegando ao final do fluxo, o setor de acabamento e expedição, apresentado na Figura 18, é o processo final dos itens anteriormente manufaturados pelos tornos, centro de usinagem e fresadora.

Figura 18 - Arranjo físico parte 6



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

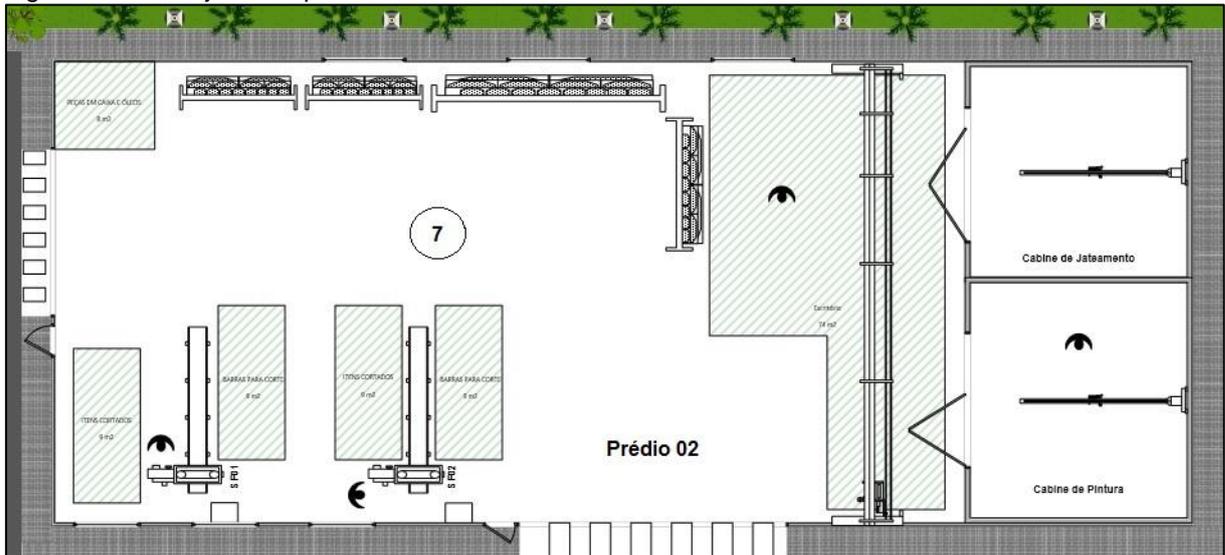
A área por se tratar da parte final do fluxo, onde se tem a espera dos itens para a realização do acabamento final e expedição para os clientes ou armazenagem, é uma área de constantes movimentações de empilhadeiras motriz e paleteiras manuais, tendo a necessidade de possuir um ambiente maior.

Optou-se em colocar as bancadas de trabalho, compostas de furadeiras de bancadas conforme FR01, nesta posição em L, pois os itens terão um acesso melhor ao processo, e quando finalizados já estarão prontos para serem armazenados nas prateleiras ou preparados para o embarque.

O segundo pavilhão, apresentado na Figura 19, apresenta além do setor do corte, composto das máquinas SF01 e SF02, a armazenagem de toda matéria prima a ser beneficiada. No fluxo como um todo, o setor do corte, torna a primeira operação do processo, na qual posteriormente é encaminhado para a usinagem no primeiro pavilhão.

Esta área, também comportará todo o setor de retrabalhos vindos da empresa John Deere, na qual são submetidos a remoção de oxidações, retoques de pintura, remoção de óleos entre outras atividades.

Figura 19 - Arranjo físico parte 7



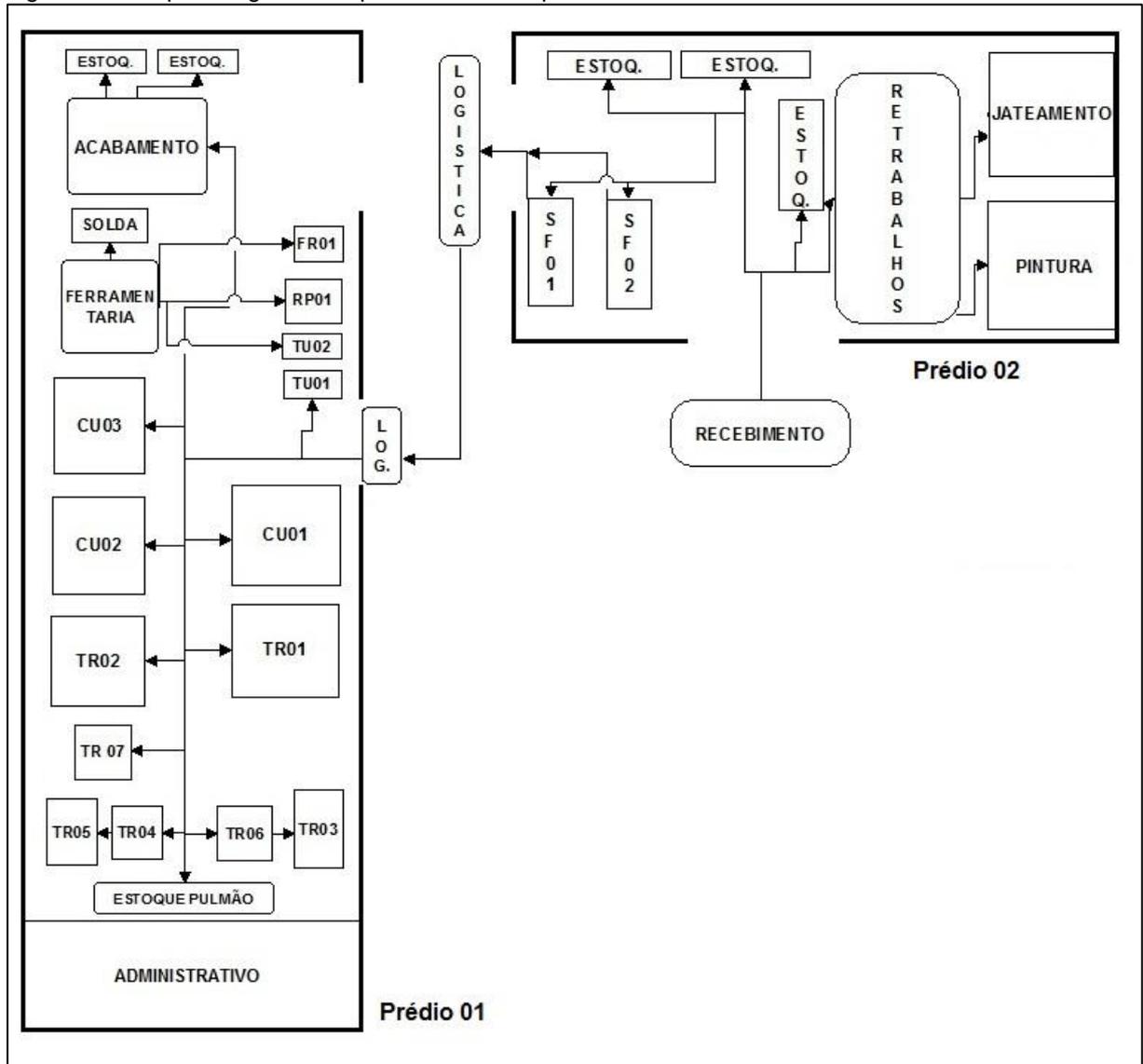
Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Para melhor aproveitamento do espaço, optou-se em alocar a SF01 e SF02, uma ao lado da outra, viradas para a parede. Por se tratar de cortes de barras, o acesso através de uma ponte rolante ou empilhadeira motriz é melhor, pois permitirá a colocação de barras de comprimentos maiores, sem a necessidade de ter que instalar a máquina no centro do pavilhão, para caber a matéria prima na plataforma de corte. Nesse espaço também é deixado um local, para conforme for cortando os itens, possam ser armazenados e coletados para o processo.

O setor de retrabalhos, é proposto a direita do pavilhão, pois como não necessitam de outros processos como usinagem, é viável o acesso e saída dos mesmos. Esta área, também permitirá duas futuras cabines, sendo uma delas de jateamento, que atualmente é um processo terceirizado, e com a instalação diminuirá este custo, sendo utilizado na remoção de oxidações em peças que não exijam determinado acabamento, ou mesmo remoção de camadas de pintura. A segunda cabine, é a de pintura, onde atualmente também é um processo terceirizado, que poderá ser feito na própria empresa. Ambas atenderão as exigências das normas de segurança e controle. As instalações das mesmas nesta condição, também se justifica pelo fácil acesso ao setor, na qual não atrapalharam outros setores, como a área de corte na qual se localiza mais próximo.

Com isso é finalizada a apresentação do arranjo físico proposto. Na Figura 20, é apresentado o mapofluxograma do processo desta proposta, onde proporcionara uma visão de maneira mais ampla da entrada e interações do fluxo produtivo.

Figura 20 - Mapofluxograma do processo da Proposta



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

O mapofluxo apresentado mostra em detalhes como é a interação dos processos conforme a proposta deste arranjo físico, a mesma é detalhada de acordo com os códigos de identificação das máquinas e das áreas de determinado processo.

A parte inicial, começa com o recebimento dos produtos, apresenta a forma simplificada na qual as movimentações irão funcionar e se direcionar ao seu destino, como prateleiras, para estoque de barras ou área de retrabalho, na qual poderão se destinar para as cabines de pintura e jateamento. Dando início a manufatura dos produtos, seleciona-se o material adequado e se encaminha para as serras-fitas, na qual irão cortar de acordo com a necessidade do processo.

Para dar sequência, o material cortado irá se direcionar para as máquinas de destino, ou para o estoque pulmão, localizado no início do fluxo das máquinas CNCs,

na qual será uma armazenagem de material aguardando processamento de forma estratégica, onde havendo a necessidade, poderá ser selecionada e encaminhada para a usinagem da mesma.

Os resultados das manufaturas das máquinas, serão destinadas de acordo com os itens. Por ser uma grande variedade de produtos fornecidos, muitos não necessitam de outros processos além de torneamento ou fresamento, com isso, seguem o fluxo direto para o setor de acabamento e expedição. Já para outros itens, na qual necessitam o processamento de ambos ou mais processos, irão se encaminhar de acordo com as suas operações.

Conforme analisado, verificou-se que a maioria dos itens, necessitavam primeiramente de processamento nos tornos CNCs, para isso optou-se por posicioná-los primeiramente no fluxo, para assim dar uma sequência lógica do processo, tornando perceptível as transformações sofridas nos materiais para assim torná-los em um item pronto de acordo com os requisitos estipulados pelos clientes.

Para otimização do processo, por se tratar de máquinas CNCs, na qual em alguns momentos trabalham sem a necessidade de intervenção dos operadores, serão instaladas furadeiras de bancadas junto as máquinas, para adiantar o processo de acabamento do item, na qual diminui a necessidade de ter um setor de acabamento maior, e reduzindo o tempo de produção dos itens.

Para realizar a proposta deste estudo, buscou apresentar um arranjo físico objetivo e eficiente, para agregar valor aos produtos, que resultam na redução das movimentações desnecessárias dentro do processo, minimizando os desperdícios, aumentando assim a produtividade e os lucros da empresa. Com isso pode-se destacar, através de análises do arranjo físico e dos mapofluxogramas, que a proposta deste estudo tem possibilidade de redução de até 30% em relação as movimentações dentro do processo e também possibilitará um ganho significativo em relação a junção de duas ou mais máquinas, no caso dos tornos CNCs, na qual reduzirá o número de recursos necessários, como pessoas dentro do processo, reduzindo os custos de produção e agregando valor ao produto final.

4.6 FUTURAS MELHORIAS PARA A EMPRESA

Com a identificação de outros gargalos do sistema atual da empresa, conforme apresentado no item 4.3, apresenta-se outros pontos na qual a empresa

poderá trabalhar futuramente, na qual irão trazer grandes resultados para sua gestão e seus processos.

As análises realizadas na empresa, possibilitou a identificação de duas oportunidades de melhorias futuras para a empresa, sendo a primeira no controle dos tempos de produção dos itens manufaturados pela empresa, na qual deverão ser coletados, armazenados e gerenciados através do próprio sistema de gerenciamento utilizado pela empresa. Os ganhos com essa melhoria, irão proporcionar um controle com acuracidade de todos os itens da empresa, apontando possíveis falhas em orçamentos realizados, na qual o custo de produção é maior que o preço de venda, melhorando também o gerenciamento dos tempos de produção dos lotes, permitindo o incremento de novos itens.

A segunda oportunidade de melhoria encontrada, é em relação a um estudo e implementação do controle de estoque da empresa, na qual permitirá também uma acuracidade de todos os itens armazenados. Com isso, será possível mensurar o custo e quantidade do estoque de cada produto, permitindo reduzir ou aumentar a disponibilidade conforme são utilizados, afim de minimizar os desperdícios e poder investir em outras áreas. Além do gerenciamento desses recursos, permitirá um melhor poder de decisão ao aceitar os incrementos de itens dos clientes, atendendo assim mais rapidamente suas necessidades.

Essas melhorias a serem estudadas futuramente, trarão para empresa um diferencial em relação a competição do mercado, pois permitirá estabelecer uma capacidade de produção, podendo realizar orçamentos mais precisos com preços mais competitivos em relação aos seus concorrentes, conseguindo assim aumentar o fornecimento de novos produtos e serviços, aumentando sua participação no mercado.

CONCLUSÃO

A área de atuação do metal mecânico de uma forma geral, vive momentos de instabilidade, retrocedendo investimentos por conta da insegurança do cenário nacional. Apesar deste cenário, muitas empresas veem oportunidades de crescimento, onde investem em seus processos para que estejam muito mais competitivas e eficientes para atender a demanda nos períodos de alta produção. O setor de usinagem, apresenta uma competição alta, em relação a valores dos produtos e capacidade de produção, tornando todas as melhorias bem vistas.

A empresa SR Máquinas, sempre busca o melhor atendimento para seus clientes, oferecendo soluções para as necessidades dos mesmos. Com isso, a busca constante na eficiência em seus processos, a empresa investe em novas tecnologias, adquirindo máquinas, ferramentas, e aprimorando os sistemas de gestão, para assim além de gerar satisfação dos clientes, tornar um negócio sustentável.

Quanto ao problema de pesquisa, pode-se dizer que o mesmo foi respondido, na qual a mudança do arranjo físico em relação aos posicionamentos das máquinas, irão diminuir consideravelmente as movimentações internas dentro do fluxo, assim eliminando movimentos desnecessários dos itens, agregando maior valor aos produtos.

Em questão das hipóteses, a aplicação futura da proposta deste arranjo físico, permitirá de forma clara um processo funcional, na qual a produção dos itens fluirá naturalmente, possuindo um fluxo contínuo, evitando assim deslocamentos desnecessários e tempo de espera menor, com isso consegue-se alavancar resultados positivos, tornando uma manufatura de usinagem mais eficiente.

O objetivo geral do estudo que foi propor um arranjo físico para um processo de manufatura de itens usinados, que seja posteriormente implementado na futura estrutura industrial da empresa, foi atingido, que podem ser conferidas a partir do item 4.4, onde inicia-se a apresentação do projeto dos pavilhões e posteriormente a proposta do arranjo físico deste estudo.

Com relação aos objetivos específicos elencados, onde o primeiro foi analisar o fluxograma dos processos produtivos e das operações desenvolvidas, estes conforme itens 4.2 e 4.3, na qual apresenta o processo produtivo e fluxo atual bem como as dificuldades encontradas no processo.

O segundo objetivo específico, foi desenvolver uma proposta de arranjo físico que possibilite a melhor organização e sequenciamento das atividades produtivas da empresa, também foi alcançado conforme item 4.5, onde foi apresentado a proposta do arranjo físico que melhor se adaptasse as operações da empresa.

O terceiro e último objetivo específico, que foi identificar melhorias que possibilite a qualificação das operações produtivas da empresa, foi atingido conforme item 4.6, na qual foi identificado oportunidades de melhorias, que poderão ser melhor estudadas e implementadas futuramente.

Deve-se destacar, que esta proposta de arranjo físico, traz melhorias do processo por inteiro, na qual irá possibilitar ganhos de até 30% e redução do número de pessoas nas operações desenvolvidas pela empresa, como, agrupamento de duas ou mais máquinas, redução de espera do material, fluxo de produção de maneira mais eficiente, otimização e uso do espaço disponível.

Para empresa, na qual todas melhorias servem para agregar valor, essa possibilidade de ganhos, torna valores expressivos, para que consiga aumentar mais o lucro de cada produto, produzir mais com menos recursos, conseguindo assim atender mais rapidamente seus clientes.

Sendo assim, este estudo cooperou para o crescimento e aprendizado profissional, pois o assunto desenvolvido possibilitou conhecer e aprofundar outras áreas de conhecimento, saindo um pouco da rotina trabalhada. Para a empresa, traz uma solução para que seus processos sejam ainda mais eficientes com um arranjo físico adequado, onde muitas melhorias, mesmo que simples, trazem grandes resultados para a empresa. Com isso, todos ganham, pois, além de melhorar seus processos, a empresa terá um melhor ambiente de trabalho, aumentando assim a satisfação dos colaboradores.

Como sugestão de trabalhos futuros, há a possibilidade de pesquisar e estudar as implantações de módulos de produção, como controle das ordens de produção já em processo por intermédio de código de barras, controle de estoque das matéria-prima, cronoanálise de tempos de produção e viabilidade de um investimento financeiro na aquisição de alimentadores de barras para os tornos CNC, na qual todas essas melhorias propostas, irão trazer grandes ganhos para a empresa. Todavia, este estudo permanece aberto a novas análises com a possibilidade e emprego de novas ideias de diferentes profissionais e colegas de profissão.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, P. S. **Manutenção Mecânica Industrial – Princípios Técnicos E Operações**. 1 ed. São Paulo: Érica, 2015
- BERTAGLIA, P. R. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de abastecimento**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- CHIAVENATO, I. **Administração de materiais: uma abordagem introdutória**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- _____. **Gestão da Produção - Uma Abordagem Introdutória**. 3 ed. São Paulo: Manole, 2014.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- _____. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- COSTA, A. J. de. **Otimização do layout de produção de um processo de pintura de ônibus**. 2004. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- DINIZ, A. E.; MARCONDES, F. C.; COPPINI, N. L. **Tecnologia da usinagem dos materiais**. 3.ed. São Paulo: Artilber, 2003.
- FLEURY, A.; MELLO; C. H. P.; NAKANO, D. N.; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; PUREZA, V.; MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- GENNARO, C. K.; OLIVEIRA, E. D.; OLIVEIRA, F. F.; SILVA, D. F. Proposta de alteração de layout para melhoria no fluxo de produção de uma indústria Automotiva. **Revista Gestão Industrial, ISSN: 1808-0448**, Ponta Grossa, v. 15, n. 1, p. 212-230, jan./mar. 2019.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Eletrônica Abreu's System, 2002.
- MATOS, A. C. de. **Layout – Passos**. 1998, São Paulo.
- MATOS, A. C. de. **Layout**. 1998. Disponível em: <https://www.empresario.com.br/artigos/artigos_html/artigo_170699_a.html>. Acesso em: 8 jul. 2019.
- MAYER, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1990.
- MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção: Uma Abordagem Integrada ao Just-in-time**, 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações - 2ª ed**. São Paulo: Revista e Ampliada, 2012.

- MUTHER, R.; HALES, L. **Systematic Layout Planning (SLP)**. 4^a ed. Management & Industrial Research Publications, Marietta Georgia, 1998.
- NOGUEIRA, A. S. **Logística Empresarial**. 2 ed. – São Paulo: Atlas, 2018.
- OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção - Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- ORTIZ, C. A. **Kaizen e Implementação de Eventos Kaizen**. 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- PAOLESCHI, B. **Logística Industrial Integrada**. 3 ed. São Paulo: editora Érica. 2013.
- SANDER, C. **8 desperdícios do Lean Manufacturing que você deve evitar**. 2019. Disponível em: < <https://caetreinamentos.com.br/blog/lean-manufacturing/8-desperdicios-lean-manufacturing/> >. Acesso em: 28 de Set de 2019.
- SANTOS, S.C.; SALES, W. F. **Aspectos Tribológicos da Usinagem dos Materiais**. 1. ed. São Paulo: Editora Artliber, 2007.
- SILVEIRA, G. J. C. **Das prioridades estratégicas ao gerenciamento de trade-offs: três décadas de estratégia de produção**. Revista de Administração. São Paulo, v.33, n. 3, julho/setembro 1998.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**; 4. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- _____. **Administração da Produção**; 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**; 2. ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- TUBINO, D. F. **Manufatura enxuta como estratégia de produção: a chave para a produtividade industrial**. São Paulo: Atlas, 2015.
- _____. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

APÊNDICE A – Máquinas e Equipamentos

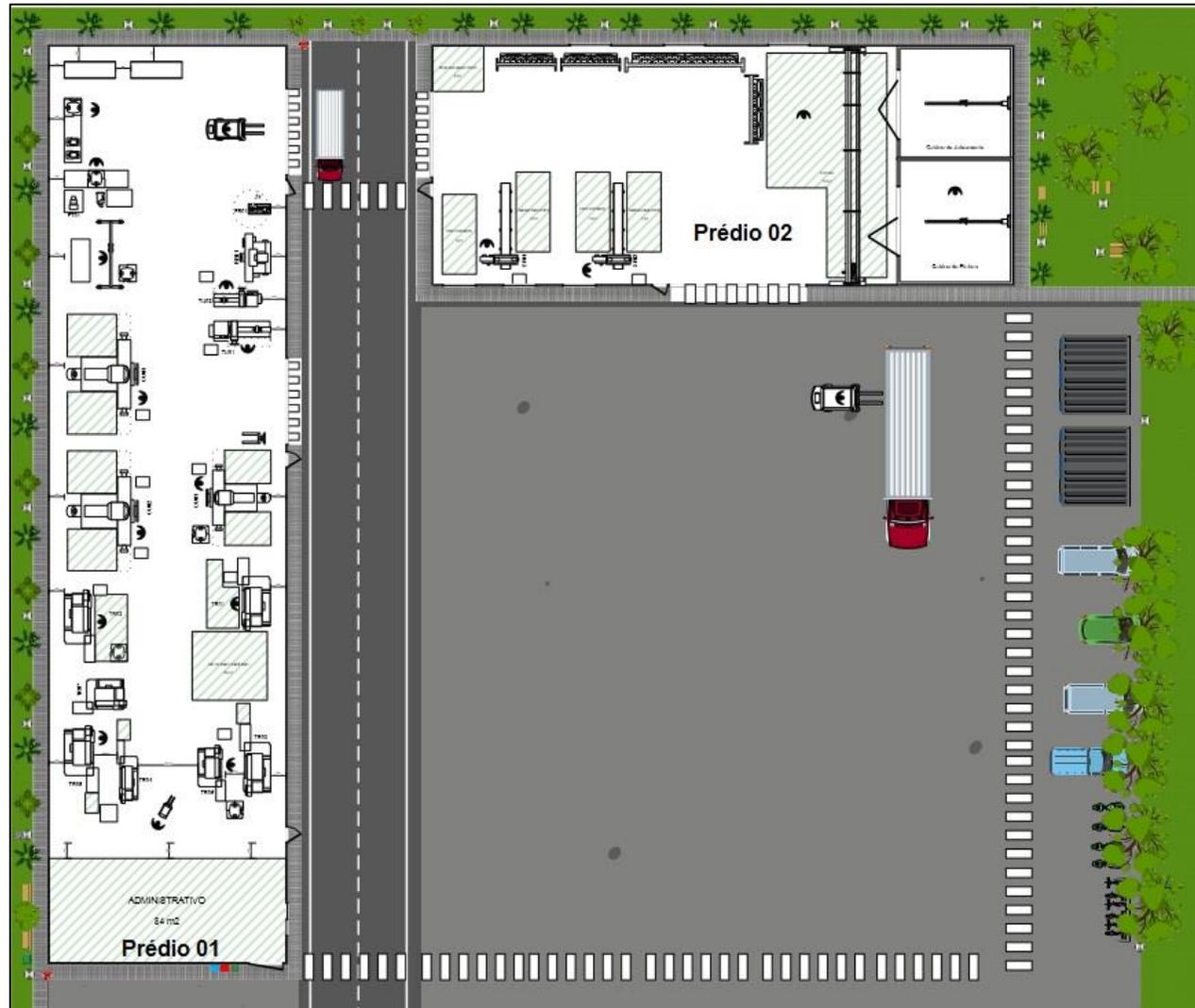
IMAGEM DO EQUIPAMENTO	CARACTERÍSTICAS	TAMANHO
	<p>Centro de Usinagem CNC PanMachine VMC1066, comando SIEMENS; Ano de fabricação: 2012; Código do equipamento: CU001.</p>	<p>2500 x 3100 mm</p>
	<p>Fresa CNC Mill Master, comando FAGOR; Ano de fabricação: 2010; Código do equipamento: CU002.</p>	<p>2800 x 4000 mm</p>
	<p>Fresa CNC Mill Master, comando FAGOR; Ano de fabricação: 2011; Código do equipamento: CU003.</p>	<p>2800 x 4000 mm</p>
	<p>Torno CNC TimeMaster CKE6150, comando FAGOR; Ano de fabricação: 2008; Código de equipamento: TR001.</p>	<p>1900 x 3900 mm</p>
	<p>Torno PanMachine MT 208, comando SIEMENS; Ano de fabricação: 2013; Código do equipamento: TR002.</p>	<p>1800 x 4300 mm</p>

	<p>Torno CNC PanMachine SL-08, comando SIEMENS Ano de fabricação: 2014; Código do equipamento: TR003.</p>	<p>1800 x 4300 mm</p>
	<p>Torno CNC Ergomat TNG 32, comando SIEMENS; Ano de fabricação: 2016; Código do equipamento: TR004.</p>	<p>1200 x 3500 mm</p>
	<p>Torno CNC Ergomat TND 180, comando SIEMENS; Ano de fabricação: 2016; Código do equipamento: TR005.</p>	<p>2000 x 3700 mm</p>
	<p>Torno CNC TimeMaster LC-1840, comando FAGOR; Ano de fabricação: 2008; Código de equipamento: TR006.</p>	<p>1600 x 3000 mm</p>
	<p>Torno CNC Nardini, comando FAGOR; Ano de fabricação: 2001; Código de equipamento: TR007.</p>	<p>2000 x 3000 mm</p>
	<p>Torno Convencional TimeMaster, Ano de fabricação: 2019; Código de equipamento: TU001.</p>	<p>1900 x 3900 mm</p>

	<p>Torno Convencional HBX, Ano de fabricação: 1994; Código de equipamento: TU002.</p>	<p>1200 x 2800 mm</p>
	<p>Furadeira Radial, Ano de fabricação: 1994; Código de equipamento: FR001.</p>	<p>2200 x 2200 mm</p>
	<p>Furadeira Rosqueadeira MANROD; Ano de Fabricação: 2018; Código do equipamento: FC001.</p>	<p>1000 x 1000 mm</p>
	<p>Forno de Têmpera, Ano de fabricação: 2016; Código de equipamento: FT001.</p>	<p>1300 x 1100 mm</p>
	<p>Serra fita FMG 500 Ano de fabricação: 2011; Código do equipamento: SF001.</p>	<p>2200 x 5000 mm</p>
	<p>Compressor de ar Puma Ano de fabricação: 2016; Código do equipamento: CPA01.</p>	<p>900 x 2600 mm</p>

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

APÊNDICE B – PROPOSTA DO NOVO ARRANJO FÍSICO DA EMPRESA



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).