

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”  
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**LAIANE LOURDES CUER DA ROCHA**

**UTILIZAÇÃO DO MÉTODO SLP PARA MELHORIA DE LAYOUT EM UMA  
METALÚRGICA DE PEQUENO PORTE**

MARÍLIA

2015

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”  
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**LAIANE LOURDES CUER DA ROCHA**

**UTILIZAÇÃO DO MÉTODO SLP PARA MELHORIA DE LAYOUT EM UMA  
METALÚRGICA DE PEQUENO PORTE**

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:  
Prof. Fábio Piola Navarro

MARÍLIA

2015

ROCHA, Laiane Lourdes Cuer da Rocha

Utilização do método SLP para melhoria de layout em uma empresa metalúrgica de pequeno porte / Laiane Lourdes Cuer da Rocha; orientador: Fábio Piola Navarro. Marília, SP: [s.n.], 2015.58 f.

Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília –UNIVEM, Marília, 2015.

1.Arranjo Físico (layout) 2. Método SLP 3.Redução da movimentação de Materiais

CDD: 686.2252



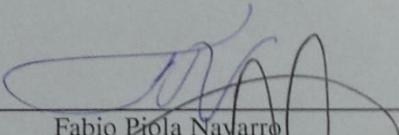
FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"  
Mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM  
Curso de Engenharia de Produção.

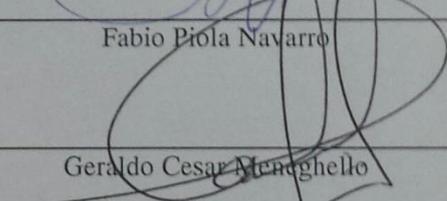
Laiane Lourdes Cuer da Rocha - 46612-3

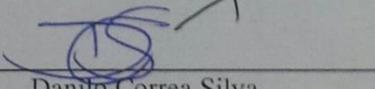
TÍTULO "Utilização do Método SLP Para Melhoria de Layout em uma  
Metalúrgica de Pequeno Porte. "

Banca examinadora do Trabalho de Curso apresentada ao Programa de Graduação em  
Engenharia de Produção da UNIVEM, F.E.E.S.R, para obtenção do Título de  
Bacharel em Engenharia de Produção.

Nota: 9,0

ORIENTADOR:   
Fabio Piola Navarro

1º EXAMINADOR:   
Geraldo Cesar Menghelle

2º EXAMINADOR:   
Danilo Correa Silva

Marília, 03 de dezembro de 2015.

À Deus, pelo esplendor da vida, presente em  
todas as atividades;

Aos amigos pelo incentivo;

À minha família.

## AGRADECIMENTOS

*Ao olhar para trás e ver que seis anos de sua vida se passaram que a cada dia vivido você teve a oportunidade de trilhar o seu caminho de crescimento, em pensar que em seis anos seus amigos que iniciaram na mesma turma que você já concluíram a graduação e você por ter feito escolhas diferentes das deles preciso dedicar-se mais um ano, ao voltar para sua boa e velha universidade e encontrar pessoas diferentes sentadas nos lugares onde ali sentavam seus amigos e pensar “Meu Deus será que eu vou dar conta”. Posso dizer que dei conta sabe por que? Porque encontrei pessoas maravilhosas que hoje eu posso chamar de amigos que mesmo sabendo que eu conheci quase que o mundo inteiro, simplesmente me acolheram de braços abertos sem nenhum receio de competitividade. E isso foi a melhor coisa que poderia ter acontecido em minha vida, sentir-se novamente em casa. Por isso faço questão de agradecer por nomes: Kátia, Jéssica, Mayara, Amanda, Diogo, Mariane, Waldimir e Vinicius.*

*Agradeço as manifestações de carinho e apreço, recebidas de todos os colegas da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”.*

*Agradeço a empresa na qual eu tive a oportunidade de realizar o meu estudo de caso.*

*Agradeço ao senhor Sérgio Luiz Toshinaga que me concedeu a oportunidade de crescimento em sua empresa, agradeço a todos os funcionários que de alguma forma contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional onde eu fui capaz de compreender melhor como é o dia a dia de cada um. Agradeço aos que contribuíram com as informações necessárias para o desenvolvimento desse projeto.*

*Agradeço aos meus familiares que em nenhum momento duvidaram da minha capacidade.*

*Agradeço sobre todas as coisas a Deus por ter me dado a vida, e me guiar a cada dia na minha trajetória.*

*Agradeço a todos os meus amigos que mesmo distantes me fortaleceram com palavras de apoio.*

*Agradeço ao meu orientador que me ajudou e teve muita paciência comigo, me ensinando e me motivando cada dia mais.*

*Agradeço ao meu namorado e seus familiares pelo apoio, pela paciência por sempre estarem ao meu lado nos momentos difíceis.*

*“Quanto mais tempo se tem, menos produtivo se é”.*

Autor desconhecido.

Rocha, Laiane Lourdes Cuer da Rocha. Utilização do método SLP para melhoria de layout em uma empresa metalúrgica de pequeno porte. 2015. 58 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2015.

## RESUMO

O presente estudo de caso fará uma abordagem do arranjo físico atual (layout) especificamente no processo de fabricação de carretilha. A empresa analisada é uma metalúrgica de pequeno porte localizada na região de Marília-SP a mesma encontra-se no mercado há (20) anos fornecendo produtos para matadouros e frigoríficos. Após realizar observações do processo produtivo, medições de máquinas e equipamentos bem como entrevista com os colaboradores percebeu-se uma deficiência no planejamento de *layout*, ocasionando movimentação desnecessária de materiais. Com base nesse contexto pretende-se propor uma elaboração de um novo layout por meio do método SLP (Planejamento Sistemático do Arranjo Físico). Essa proposta visa otimizar a produtividade e minimizar a movimentação de materiais, diminuindo as perdas produtivas e aumentando a competitividade da empresa. O método SLP- *Systematic Layout Planning*, busca sistematizar conhecimentos e ferramentas disponíveis para o planejamento de arranjos físicos que visem maior eficiência. O desenvolvimento de um novo layout para a produção de carretilhas originou melhorias. Pode ser verificado que o fluxo de material no processo produtivo encontra-se mais organizado tendo como consequências redução da distância a ser percorrida entre os setores no transporte de material e redução do esforço físico dos colaboradores. Por meio da aplicação do método de relação de afinidades entre os departamentos é possível agrupar as tarefas de acordo com a relação de prioridade, reduzindo assim o deslocamento desnecessário com material entre os departamentos além da redução com custos por deslocamentos desnecessários .

Palavras-chave: Arranjo Físico (layout). Método SLP. Redução da movimentação de Materiais

ROCHA, Laiane Lourdes Cuer da. Utilização do método SLP para melhoria de layout em uma empresa metalúrgica de pequeno porte. 2015. 58 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2015.

## ABSTRACT

This case study will approach the current physical arrangement (layout) specifically reel manufacturing process. The company analyzed is a small metallurgical located in Marília-SP the company is in the market about (20) years providing products for slaughterhouses. After making observations of the production process, machine measurements and equipment as well as interviews with employees. It was clear a deficiency in the layout planning, resulting in unnecessary material handling. Within this context wants to propose an elaboration of a new layout by the SLP method (Systematic Layout Planning). This proposal wants to optimize productivity and minimize material handling, reducing production losses and increasing the company's competitiveness. Systematic Layout Planning SLP- the method attempts to systematize knowledge and tools available for planning layouts aimed at greater efficiency. The development of a new layout for the production of reels yielded improvements. It can be seen that the flow of material in the production process is more organized having as reducing the consequences distance to be traveled between sectors in transport equipment and reduce the physical effort of employees. By applying the affinity relationship method between departments it is possible to group tasks according to the priority ratio, thereby reducing the unnecessary offset with material between departments as well as reduced costs for unnecessary travel.

Keywords: Physical Arrangement (layout). SLP method. Materials handling Reduction

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Definindo o layout por volume-variedade.....	19
Figura 2- Arranjo físico posicional .....	20
Figura 3- Arranjo físico por processo.....	21
Figura 4- Arranjo físico Celular .....	22
Figura 5- Arranjo físico por produto .....	22
Figura 6- Arranjo físico misto .....	23
Figura 7- Passos do SLP.....	25
Figura 8- Diagrama de relacionamento .....	27
Figura 9- Diagrama de relacionamento em blocos.....	28
Figura 10- Partes da composição da carretilha de matança.....	30
Figura 11- Dimensões da carretilha.....	31
Figura 12- Ampliação do piso superior .....	33
Figura 13- Layout principal piso inferior .....	34
Figura 14- Layout atual .....	35
Figura 15- Distância percorrida entre os departamentos.....	36
Figura 16- Diagrama de relacionamento .....	40
Figura 17- Diagrama de interrelações .....	41
Figura 18- Layout sugerido .....	43
Figura 19- Layout sugerido e layout atual.....	53

## LISTA DETABELAS

Tabela 1- Características dos tipos básicos de arranjo físico .....	20
Tabela 2- From to chart .....	26
Tabela 3- Carta multiprocesso .....	29
Tabela 4- Distância percorrida .....	37
Tabela 5- Carta multiprocesso do produto carretilha .....	38
Tabela 6- From to chart .....	39
Tabela 7- Representação do grau prioridade por cores .....	40
Tabela 8- Desempenho do layout atual .....	44
Tabela 9- Desempenho layout sugerido .....	48

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Ranking de produtos vendidos.....	32
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SLP – *Systematic Layout Planning* - Planejamento Sistemático do Arranjo Físico

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	5
1.1 Delimitação do Tema.....		166
1.2 Objetivo .....		166
1.3 Objetivos Específicos .....		166
1.4 Justificativa.....		166
1.5 Metodologia.....		17
1.6 Estrutura do Trabalho .....		17
2 REVISÃO TEÓRICA.....		18
2.1 Layout ou Arranjo Físico.....		188
2.1.1 A importância da definição do Arranjo Físico .....		188
2.2 Tipos Básicos de Arranjo Físico.....		199
2.2.1 Arranjo físico posicional .....		20
2.2.2 Arranjo Físico por processo.....		211
2.2.3 Arranjo físico celular .....		211
2.2.4 Arranjo Físico por Produto .....		22
2.2.5 Arranjo físico misto .....		23
2.3 Melhoria no Processo .....		233
2.4 Melhoria no Fluxo de Materiais .....		244
2.5 Método SLP .....		24
2.6 From to chart .....		26
2.7 Diagrama de Relacionamento.....		277
2.8 Carta Multiprocesso.....		288
3 ESTUDO DE CASO .....		320
3.1 Diagnóstico da Situação Atual .....		32
3.2 Carta Multiprocesso.....		37
3.3 Estudo From to Chart .....		388
3.4 Diagrama de Relacionamento.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS .....	42
4.1 Desempenho do Layout Atual e Sugerido .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5 CONCLUSÕES .....	54
REFERÊNCIAS .....	56

# 1 INTRODUÇÃO

Atualmente as empresas estão cada vez mais competitivas e aquelas que têm um maior desenvolvimento e custo reduzidos conseguem se destacar no mercado. Por esse motivo muitas buscam reduzir movimentações de materiais com a otimização do layout.

Quando se fala em *layout*, ou arranjo físico, logo se pensa em disposição de máquinas. Muitas empresas ao entrarem no mercado industrial ou de serviço acabam não se preocupando tanto com a melhor forma de dispor as máquinas ou fluxo de material.

Quando bem planejado, o *layout* pode ser um dos pontos principais para a redução dos custos de fabricação. De acordo com SEBRAE (2015), um *layout* mal dimensionado leva a um desperdício de cerca de 30% do tempo destinado à produção com transporte de materiais e produtos. O melhor aproveitamento do tempo de produção também está ligado a capacidade de produção e produtividade, pois quanto menos tempo gastos com movimentação, melhor será a lucratividade da empresa.

As decisões sobre um arranjo físico são importantes, pois geralmente exercem impacto direto nos custos de produção. Além disto, elevados investimentos são necessários para construir ou modificar o *layout* produtivo.

A necessidade de estudá-lo existe sempre que se pretende a implantação de uma nova fábrica ou unidade de serviços ou quando se estiver promovendo a reformulação de plantas industriais ou outras operações produtivas já em funcionamento. Se o arranjo físico não for bem elaborado, as conseqüências podem ser graves. Padrões de fluxo excessivamente longos e confusos são causadores de grandes prejuízos, podendo inviabilizar o próprio negócio.

Pelo fato do estudo de *layout* demandar tempo e conhecimento do método algumas empresas de pequenos e médio porte não detém de mão de obra especializada para a realização desse estudo sendo assim necessária uma possível contratação de consultoria, porém a mesma também necessita de investimentos que algumas empresas não estão disposta a realizar.

O presente trabalho utiliza-se de informações adquiridas em uma empresa de pequeno porte no setor metalúrgico o mesmo tem como objetivo a otimização de layout para a redução de movimentos com transporte de material através do método SLP (Planejamento Sistemático do Arranjo Físico) metodologia proposta por Muther (2000) SLP é uma sistematização de layout que tem como objetivo identificação, avaliação e visualização dos elementos e das áreas de uma instalação envolvidas no planejamento.

## 1.1 Delimitação do Tema

A realização desse estudo limitou-se apenas a aplicação do método SLP (*Planejamento Sistemático do Arranjo Físico*), a mesma não terá como foco os tipos de arranjos físicos. Este trabalho se detém exclusivamente à uma família de produtos (carretilha de matança).

O estudo será realizado em uma empresa de pequeno porte do segmento metalúrgico com proposta de melhoria de layout utilizando o método SLP. Em função das restrições de tempos não será possível fazer uma abordagem profunda do estudo, bem como a impossibilidade de verificar/ ou analisar os benefícios a longo prazo.

## 1.2 Objetivo

O objetivo desse estudo é propor melhorias e otimizações para o *layout* da produção de carretilhas de matança de uma empresa do setor metalúrgico, localizada na cidade de Tupã/SP.

## 1.3 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desse trabalho são:

- Analisar a movimentação de materiais através do uso da carta multiprocessos;
- Elaboração do from to chart para a definição da quantidade de materiais movimentados no decorrer do processo;
- Elaboração de um diagrama de relacionamento para definição da proximidade dos departamentos;
- Analisar desempenho do layout atual e do layout proposto;
- Sugerir e analisar um novo layout através do método SLP;

## 1.4 Justificativa

Na empresa analisada percebe-se uma deficiência no planejamento de *layout*, ocasionando movimentação desnecessária de materiais. Assim, pretende-se abordar esse problema especificamente para a produção de carretilhas, com a proposição de uma solução por meio do método SLP. Essa proposta deve otimizar a produtividade e minimizar a movimentação de materiais, diminuindo as perdas produtivas e aumentando a competitividade da empresa.

## **1.5 Metodologia**

As etapas metodológicas desse estudo incluem uma fase bibliográfica, na qual ocorrerá a leitura sistemática de fontes obtidas em bases de dados impressas e eletrônicas. Haverá também uma fase caracterizada por um estudo de caso, na qual uma situação real vivenciada numa empresa será analisada e abordada segundo conceitos, métodos e técnicas próprios da Engenharia de Produção. Nessa fase é prevista uma análise documental e entrevistas com os colaboradores do setor. Por fim, os dados levantados serão utilizados para a proposta final do trabalho e sua implementação. Pesquisar no campo bibliográfico é procurar no âmbito dos livros e documentos escritos as informações necessárias para progredir na investigação de um tema de real interesse do pesquisador. (LIMA, 2004, p. 38-39). O estudo de caso não deixa de ser uma ferramenta exploratória, pois é necessário ter acesso a todos os dados sobre o caso e, muitas vezes, realizar pesquisas para aprofundar o conteúdo das informações. (POLITO, 2008, p. 25)

## **1.6 Estrutura do Trabalho**

O presente trabalho encontra-se dividido em 4 capítulos. O Capítulo 1 apresenta a delimitação do tema, objetivos, objetivos específicos, justificativa e metodologia utilizada.

No Capítulo 2 são apresentados os conceitos básicos e fundamentais utilizados para o desenvolvimento desse trabalho. Contém uma revisão bibliográfica dos principais conceitos ligados a escolha do layout e ao estudo de caso com a aplicação do método SLP na otimização do layout.

O Capítulo 3 apresenta o estudo de caso realizado em uma empresa metalúrgica de pequeno porte localizada na cidade de Tupã-SP.

O Capítulo 4 apresenta os resultados da aplicação do novo layout. Apresenta os procedimentos utilizados na coleta de dados necessários para a aplicação do método SLP.

O Capítulo 5 apresenta os resultados da aplicação do novo layout. Apresenta os procedimentos utilizados na coleta de dados necessários para a aplicação do método SLP.

## 2 REVISÃO TEÓRICA

### 2.1 Layout ou Arranjo Físico

De acordo com Slack (2008) definir o arranjo físico é decidir o posicionamento das instalações, máquinas, equipamentos e pessoal na produção. O *layout* é a aparência e maneira como os materiais, informações e clientes fluem através da operação. Portanto, trata-se de uma operação produtiva que se preocupa com a localização física dos recursos de transformação.

Segundo Krajewski, Malhotra e Ritzman (2009) quando bem projetados os *layouts* possibilitam uma boa relação entre os departamentos e áreas funcionais. Os custos de movimentação de materiais, os tempos de produção total, bem como a produtividade do trabalhador, e as atitudes dos funcionários sejam em linha de produção ou escritório também sofrem influências do layout.

Segundo Ballou (2010), entender o funcionamento do fluxo das atividades e de informações é essencial para o desenvolvimento do processo, preocupando-se em diminuir os tempos e as distâncias dos equipamentos e movimentações de forma eficiente, com a finalidade de oferecer níveis de serviços adequados a um custo aceitável.

Segundo Muther (2000) o tempo consumido no planejamento do layout antes de sua implantação evita perdas e permite uma maior interação de todas as modificações, obtendo assim uma sequência lógica para as mudanças, além de facilitá-las.

Maximiniano (2004) considera o layout na área da produção como o “ coração da organização”, pois é uma estratégia utilizada nas empresas para se atingir a eficiência e eficácia.

#### 2.1.1 A importância da definição do Arranjo Físico

O arranjo físico de uma operação ou processo é onde os recursos são transformados. Com ele é possível obter maior produtividade, segurança na movimentação de materiais e clareza do fluxo de produção, pois quando ele está bem arranjado poderá evitar perdas de tempo com movimentações desnecessárias com material em transformação e ter uma visão melhor do que do fluxo de produção.

A decisão do arranjo físico é importante porque, se o arranjo físico estiver errado, pode levar a padrões de fluxo muito longos ou confusos, filas de clientes, longos tempos de processo, operações inflexíveis, fluxos imprevisíveis e altos custos. Além disso o rearranjo físico de uma operação existente pode interromper seu funcionamento, levando à insatisfação do cliente ou a perdas na produção (SLACK, 2009, p. 183).

De acordo com Moreira (1996) há três motivos que tornam importantes as decisões sobre arranjo físico (layout) são elas:

- A capacidade da instalação e a produtividade das operações são afetadas
- As mudanças podem representar elevados custos e/ou dificuldades técnicas para futuras reversões
- Mudanças no arranjo físico podem implicar no dispêndio de consideráveis somas de dinheiro.

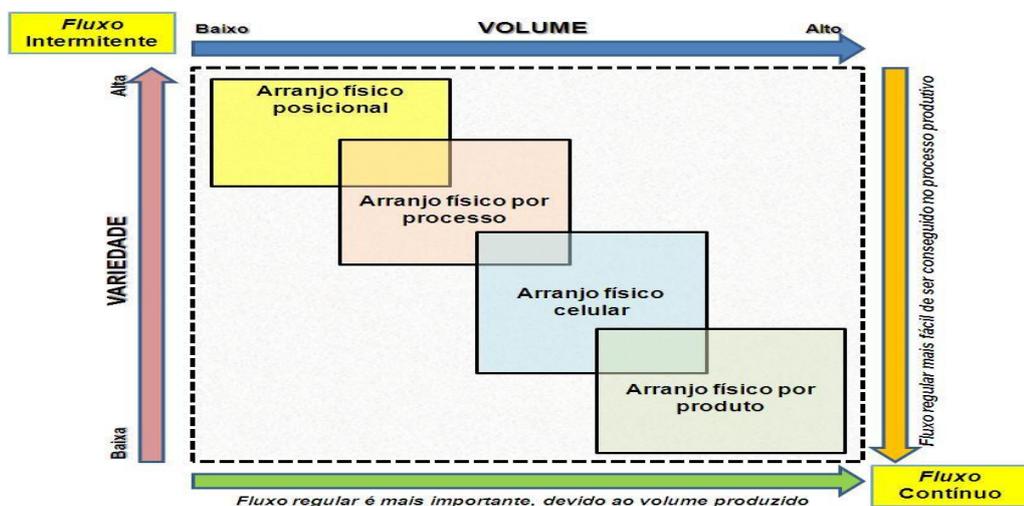
## 2.2 Tipos Básicos de Arranjo Físico

Segundo Slack et al (1996) o tipo de Layout é a forma geral do arranjo de recursos produtivos na operação. Os mais usados na prática são:

- Arranjo Físico Posicional
- Arranjo Físico Por Processo
- Arranjo Físico Celular
- Arranjo Físico por Produto
- Arranjo Físico Misto

A Figura 1 ilustra como o volume x variedade pode influenciar na decisão de qual layout deveremos utilizar.

Figura 1- Definindo o layout por volume-variedade



Fonte: Slack,2008

As características dos tipos básicos de layout pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1- Características dos tipos básicos de arranjo físico

	<b>Posicional</b>	<b>Funcional</b>	<b>Celular</b>	<b>Linear</b>
<i>Tipo de produto</i>	grande	médio / pequeno	médio / pequeno	pequeno
<i>Diferenciação de produto</i>	alta	alta	média / baixa	baixa / nenhuma
<i>Volume de produção por tipo de produto</i>	uma ou poucas unidades	pequena quantidade	pequena ou média quantidade	grande quantidade
<i>Produção</i>	sob encomenda	sob encomenda	para estoque	para estoque
<i>Projeto</i>	especial sob encomenda	variável / customizável	repetitivo / modular	padronizado
<i>Flexibilidade de processo</i>	alta	alta / média	média / baixa	baixa / nenhuma
<i>Variação de roteiro</i>	alta	alta / média	média / baixa	nenhuma
<i>Mão de obra</i>	qualificada	qualificada	polivalente	baixa qualificação

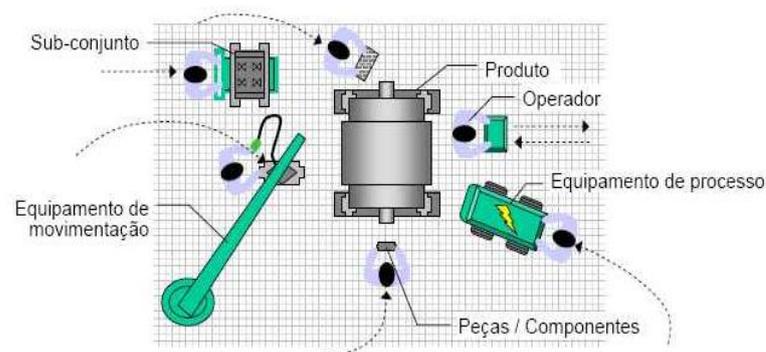
Fonte: Myake,2005

### 2.2.1 Arranjo físico posicional

Em um arranjo físico posicional ou layout de posição fixa o produto a ser produzido fica em um determinado local de produção e todos os recursos e equipamentos para a sua transformação são deslocados até ele. Exemplos fabricação de aviões, navios e etc...

Segundo Slack (2008) esse tipo de arranjo físico é uma contradição em termos já que os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores. A Figura 2 traz uma ilustração de como é arranjo físico posicional.

Figura 2- Arranjo físico posicional



Fonte: Miyake, (2005, P.8)

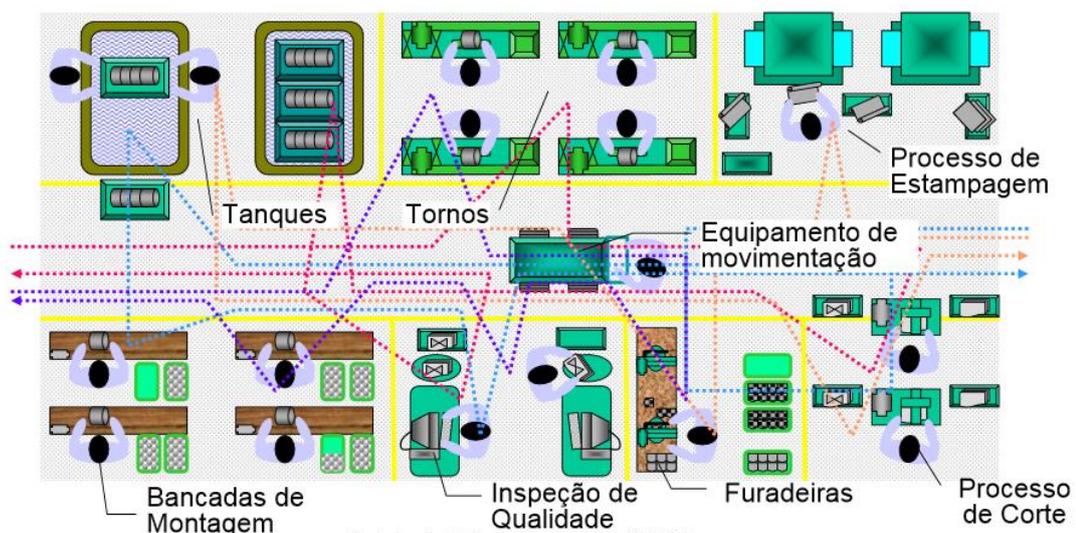
### 2.2.2 Arranjo Físico por processo

Segundo Tompkis (1996) layout por processo (*job-shop ou layout funcional*) é onde os equipamentos ou funções similares são agrupados juntos. O produto começa a ser produzido e então se movimenta de acordo com as operações necessárias para a sua finalização não sendo obrigatoriamente seguir a mesma sequência, pois nem todos os produtos são padronizados.

Segundo Martins (2006) o layout é flexível para atender as mudanças de mercado, atendendo a produtos diversificados em quantidades variáveis ao longo do tempo.

Segundo Rocha (1995) no layout funcional, a função produtiva dos equipamentos é o fator determinante na localização física. A produção não segue necessariamente a mesma sequência de operação, principalmente porque os produtos não são padronizados. A Figura 3 traz como é o arranjo físico por processo.

Figura 3- Arranjo físico por processo



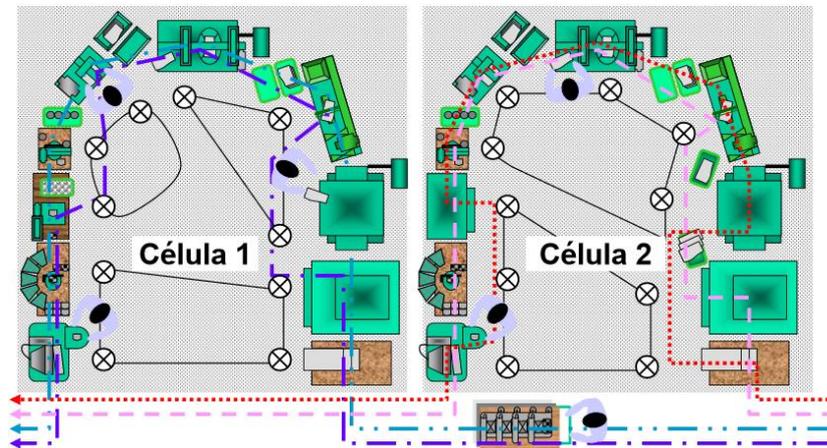
Fonte: Miyake,(2005, P.9)

### 2.2.3 Arranjo físico celular

O arranjo físico celular é quando todas as operações necessárias para a transformação do produto ou famílias de produtos estão alocadas juntas.

Segundo Slack (2008) arranjo físico celular é um célula onde todos os recursos transformadores para a atender a necessidade de processamento de um produto ou família de produto se encontram. A figura 4 traz como é o arranjo físico celular.

Figura 4- Arranjo físico Celular



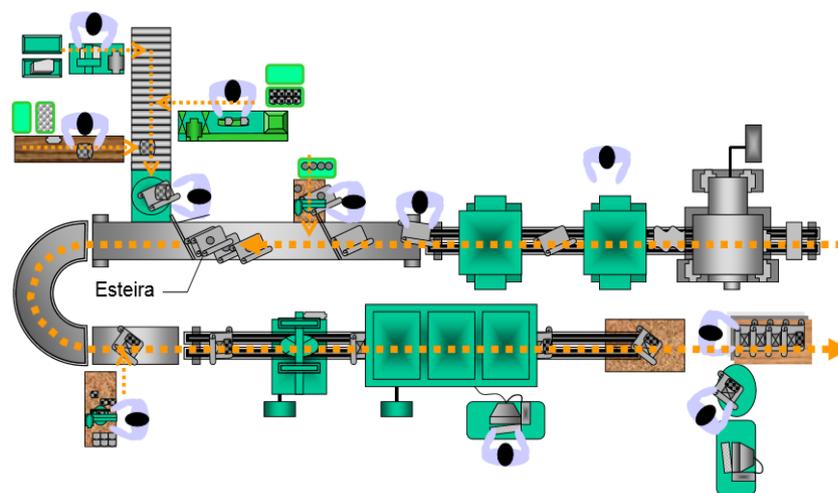
Fonte: Miyake, (2005, P.10)

### 2.2.4 Arranjo Físico por Produto

Um arranjo físico por produto (*flow-shop layout*) é onde o produto a ser transformados requer uma sequência linear na operações.

Segundo Slack (2008) cada produto ou informação segue uma sequência pré determinada no qual os processos foram agrupados fisicamente. Na Figura 5 é apresentado o arranjo físico por produto.

Figura 5- Arranjo físico por produto



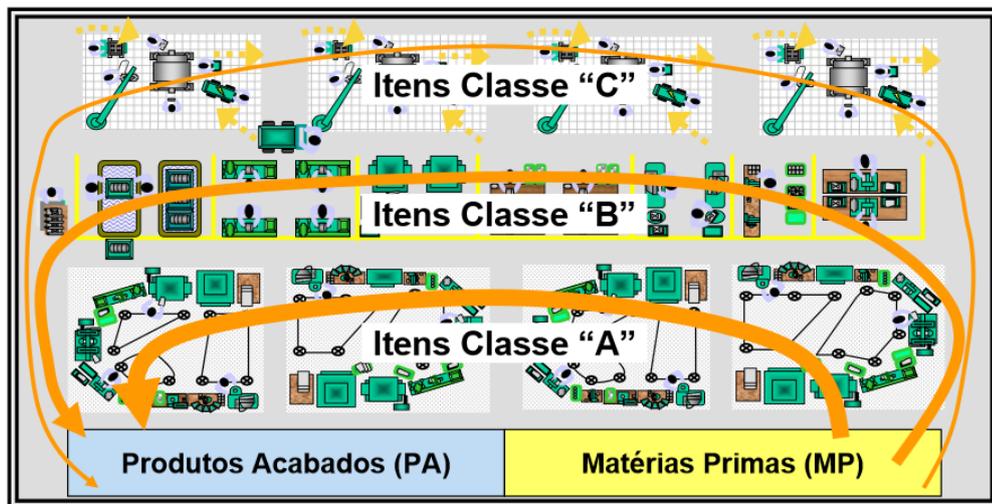
Fonte: Miyake (2005,P.11).

### 2.2.5 Arranjo físico misto

Arranjo físico misto é quando se utiliza de vários tipos de arranjo físico para a transformação do input.

Segundo Slack et al. (2008) muitas operações que faz uso do layout misto pode ser a combinação de vários modelos de layout em sua forma “pura” ou apenas a utilização de elementos básicos de cada arranjo físico. A Figura 6 traz uma ilustração de como é o arranjo físico misto.

Figura 6- Arranjo físico misto



Fonte: Miyake, (2005,P.12)

## 2.3 Melhoria no Processo

Segundo Monks (1987) cada vez mais as técnicas de análise e melhoria de arranjos físicos estão sendo empregadas no mercado mundial com o objetivo de otimizar processos produtivos, minimizar os investimentos necessários e aproveitar melhor seus recursos de forma eficiente e segura.

Produtividade, qualidade, serviço ao cliente e flexibilidade no projeto do produto e mudanças na programação devem melhorar continuamente. Não há um raciocínio de compromisso de qualidade versus custo. É possível melhorar em todas as dimensões simultaneamente. Há sempre oportunidade para mais um melhoramento e um melhoramento conduz a outro, estabelecendo um processo cíclico (HUGE; ANDERSON, 1993 p.19).

## 2.4 Melhoria no Fluxo de Materiais

Segundo Slack et al. (2009) todas as operações por mais bem projetadas, planejadas e controladas são possíveis de ser melhoradas.

Uma das maiores perdas de tempo no processo de produção é com a movimentação de materiais no decorrer do processo. Quando a movimentação de materiais está adequada com a produção o lead time do produto pode ser reduzido e com isso teremos o aumento da produtividade, também teremos uma redução nos custos de fabricação. Quando a empresa tem uma maior produtividade ela tem um potencial maior de competição no mercado.

De acordo com Frazier e Gaither (2012) os layouts tem como objetivos a minimização do custo de processamento, transporte e armazenamento de materiais ao longo do sistema de produção permitindo assim a maximização da utilização e produtividade da mão de obra, máquinas e espaço.

## 2.5 Método SLP

De acordo com Lee (1998) o método SLP- *Systematic Layout Planning*, busca sistematizar conhecimentos e ferramentas disponíveis para o planejamento de arranjos físicos que visem maior eficiência.

Segundo Muther (1978) SLP é uma sistematização de layout que tem como objetivo identificação, avaliação e visualização dos elementos e das áreas de uma instalação envolvidas no planejamento.

Yang et al. (2000) considera o método SLP como uma ferramenta de apoio a tomada de decisão que visa identificar dentre as opções de layout, a que mais se adequa às necessidades estabelecidas pela empresa.

Segundo Muther (2000) são necessários 5 passos para o desenvolvimento do método SLP. No passo 1, faz-se a análise de fluxo de produtos ou recursos, consiste na determinação do volume de material transportado entre os departamentos que poderá ser obtida por meio da aplicação do de-para (*from- to chart*).

No passo 2 (*interrelação de atividades*), o objetivo é mostrar quais as atividades devem permanecer próximas e quais as que ficarão afastadas do fluxo de materiais por meio da utilização do diagrama de relacionamento

No passo 3, as áreas de produção e as áreas de serviços de suporte são combinadas no diagrama de interrelações, onde as diversos departamentos/áreas estão geograficamente relacionadas entre si, sem considerar o espaço que cada elemento requer no arranjo físico.

No passo 4 e 5 (Espaço Necessário e Disponível), analisam-se o espaço requerido, que são obtidos por meio da análise de máquinas e equipamentos utilizados na produção e dos serviços envolvidos. De acordo com Tompkins (1996) existem cinco métodos da conversão, os padrões de espaço, os arranjos esboçados e a projeção de tendências.

No passo 6 por meio da utilização do Diagrama de Interrelação é possível verificar quais serão as prioridades de proximidade entre os departamentos.

No passo 7 e 8 (Considerações de Mudanças e Limitações Práticas), o arranjo físico desenvolvido é ajustado e modificado levando em conta as necessidades exigidas da linha de produção.

No passo 9 (avaliação) tem como objetivo determinar qual será a alternativa selecionada, o que é feito por meio de análise de custos e fatores intangíveis.

Após a seleção e escolha, prepare-se para a mudança do layout de acordo com a aprovação e liberação da direção da empresa.

A Figura 7 exemplifica quais são os passos a ser seguidos para a aplicação do método SLP.

Figura 7- Passos do SLP

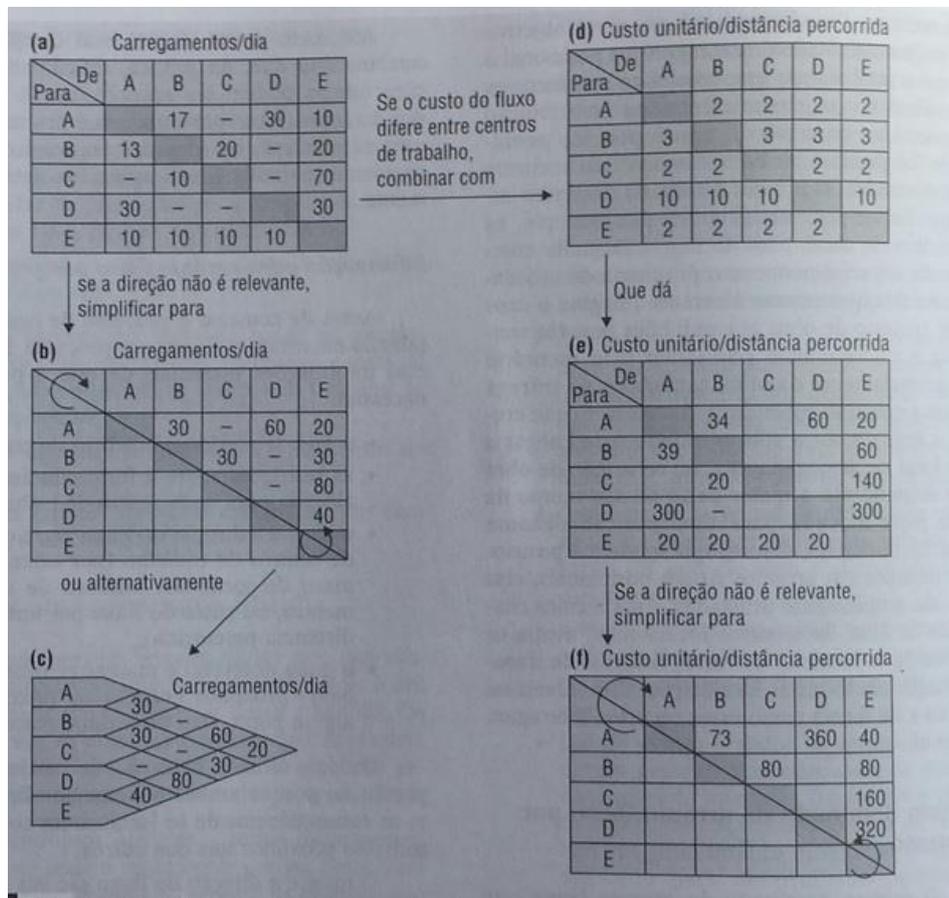
<b>PASSOS DO SLP</b>	<b>POSSÍVEIS FERRAMENTAS</b>
Análise de fluxos de produtos ou recursos	Diagrama de fluxo ou diagrama de - para
Identificação e inclusão de fatores qualitativos	Diagrama de relacionamento de atividades (carta multiprocesso)
Avaliação dos dados e arranjo das áreas de trabalho	Diagrama de interrelações
Determinação de um plano de arranjo dos espaços	Diagrama de relações de espaço
Ajuste do arranjo no espaço disponível	Planta do modelo

Fonte: Adaptado de Muther, 200

## 2.6 From to chart

Segundo Tompkis (1996) *From to Chart* (“De-Para”) é um gráfico que mostra as relações entre um conjunto de pontos. O mesmo pode ser usado para mostrar: quantidade de material transportada, distância percorrida, e o custo do transporte realizado para o transporte entre os departamentos. Um exemplo da aplicação do *From to Chart* pode-se verificar na Tabela 2 que exemplica em (a) a quantidade de carregamentos/dia transportadas entre os departamentos quando a direção é relevante, (b) a quantidade de carregamentos/dia transportadas entre os departamentos quando a direção não é relevante, (d) o custo unitário para a movimentação de materias entre os departamentos, (e) o custo multiplicado pela quantidade de carregamentos/dia, (f) o custo unitário multiplicado pela distância percorrida.

Tabela 2- From to chart



Fonte: Slack (2008, P.218)

## 2.7 Diagrama de Relacionamento

O diagrama de relacionamento é uma matriz triangular que representa o grau de interligação e o tipo de interrelação entre uma certa atividade e cada uma das outras envolvidas no processo em análise.

O SLP permite que julgamentos subjetivos formem a base para o arranjo físico. Baseado em mais de um critério, o analista de arranjo físico estabelece, para cada par de departamentos, o grau de conveniência em ficarem próximos ou distante. São usadas as seguintes letras como os seguintes significados, em relação à proximidade dos departamentos (MOREIRA, 1996 p.269).

*A = Absolutamente necessário*

*E = Especialmente importante*

*I = Importante*

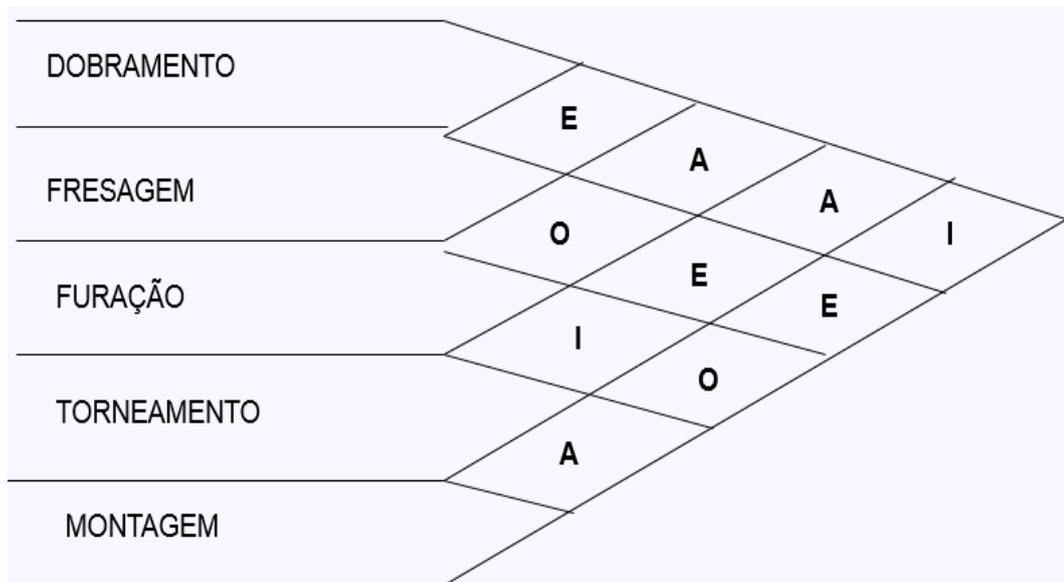
*O = Proximidade Normal*

*U = Indiferente*

*X = Indesejável*

A Figura 8 traz uma ilustração da aplicação do diagrama de relacionamento.

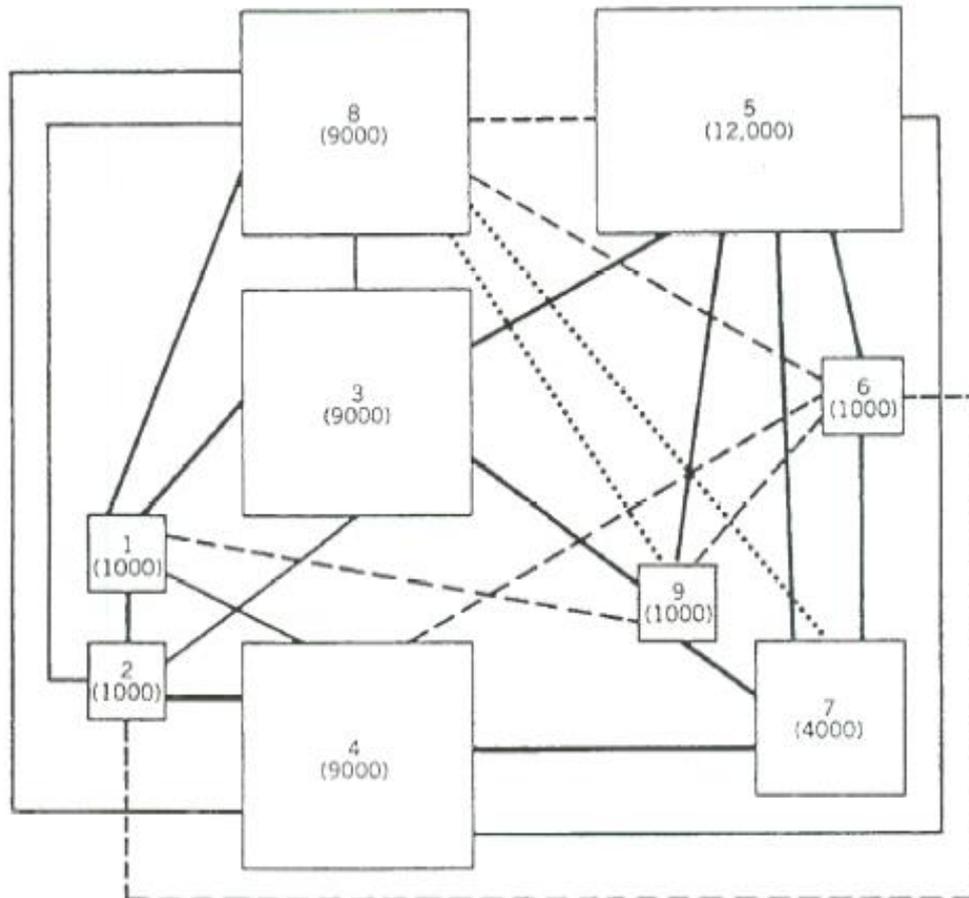
Figura 8- Diagrama de relacionamento



Fonte: Autor

A Figura 9 traz um modelo do diagrama de relacionamento em blocos. O diagrama de relacionamento em blocos tem por finalidade ilustrar a relação entre os departamentos bem como o espaço necessário do departamento/máquina.

Figura 9- Diagrama de relacionamento em blocos



Fonte: Tompkins,(1996,P.308)

## 2.8 Carta Multiprocesso

Segundo Peinado e Graeml (2007) a carta multiprocesso indica a sequência de operações pela qual o produto a ser transformado deve percorrer como ser observado na Tabela 3. Com isso é possível ter uma visão geral das operações necessárias na transformação.

Tabela 3- Carta multiprocesso

Processo	Peça a ser produzida – Sequência de operações								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1 - Soldar		1			2	2	1		
2 - Cortar	1			1		3	2	1	1
3 - Prensar	2			2				2	
4 - Furar		2	1		1	1			
5 - Rebarbar									2
6 - Pintar								3	3
7 - Embrulhar	3	3	2	3	3	4	3	4	4
8 - Colocar na caixa	4	4		4	4	5	4	5	5
9 - Expedir	5	5	3	5	5	6	5	6	6

Fonte: Peinado e Graenl (2007, p. 216)

### 3 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado em uma empresa localizada no interior do estado de São Paulo. A empresa estudada encontra-se registrada como sociedade limitada e no mercado á mais de 20 anos atendendo frigoríficos e matadouros do Brasil fornecendo máquinas e equipamentos em INOX de acordo com a necessidade do cliente bem como o fornecimento de corte e dobra a terceiros.

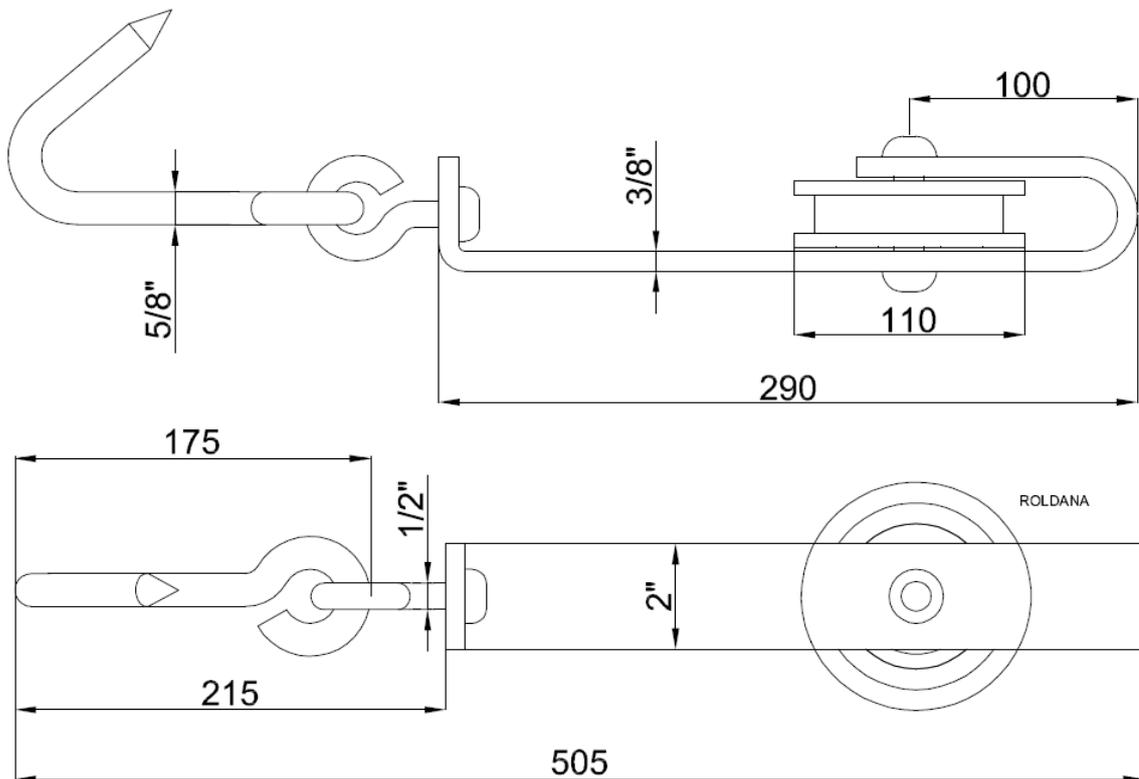
Para a definição do estudo foi realizada uma pesquisa com os funcionários, diretoria e autor. Com isso foi possível verificar qual a necessidade de melhoria da empresa, quais são os processos produtivos gargalos e o que poderia ser feito para atender a necessidade esperada. Após esse processo e observação do processo produtivo da empresa, foi apresentado ao diretor qual seria o caminho a ser seguido para a redução de transporte de material e melhor organização do local de trabalho possibilitando assim um melhor ambiente de trabalho. O estudo terá como foco o processo de fabricação da carretilha de matança bovina em aço carbono Figura 11 que é composta pelas partes descritas na Figura 10.

- Gancho (1)
- Girador (2)
- Pino (3)
- Roldana (4)
- Chassis (5)

Figura 10- Partes da composição da carretilha de matança



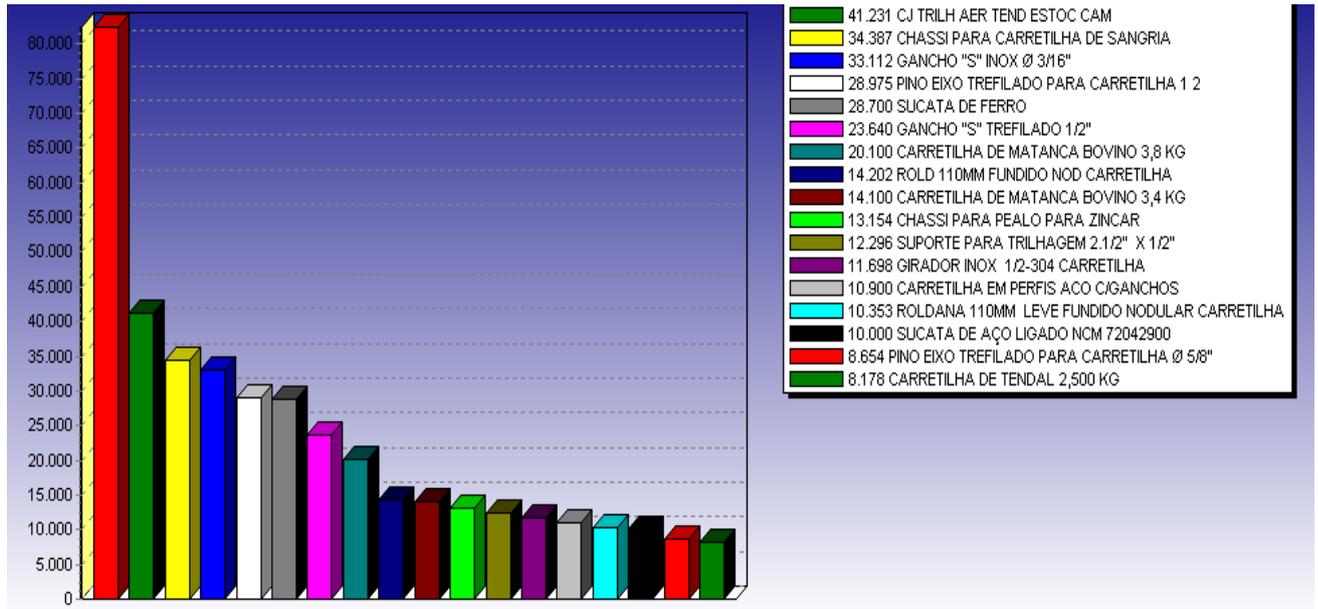
Figura 11- Dimensões da carretilha



Fonte: Autor

O mesmo produto pode sofrer variações de peso e medidas porém segue o mesmo fluxo de fabricação para todas as variações quantitativas. No Gráfico 1 pode-se verificar que é um produto gargalo da empresa.

Gráfico 1- Ranking de produtos vendidos



Fonte: O autor

Os dados utilizados para a elaboração do presente estudo de caso foram obtidos diretamente com medições de máquinas, equipamentos e espaço físico os procedimentos foram realizados pelo próprio autor com o auxílio de uma trena. Por meio do *software* Microsoft Office VISIO e observação do processo produtivo foi possível elaborar o desenho *layout* atual da empresa do qual tem como objetivo principal ilustrar as movimentações realizadas no processo produtivo do produto escolhido.

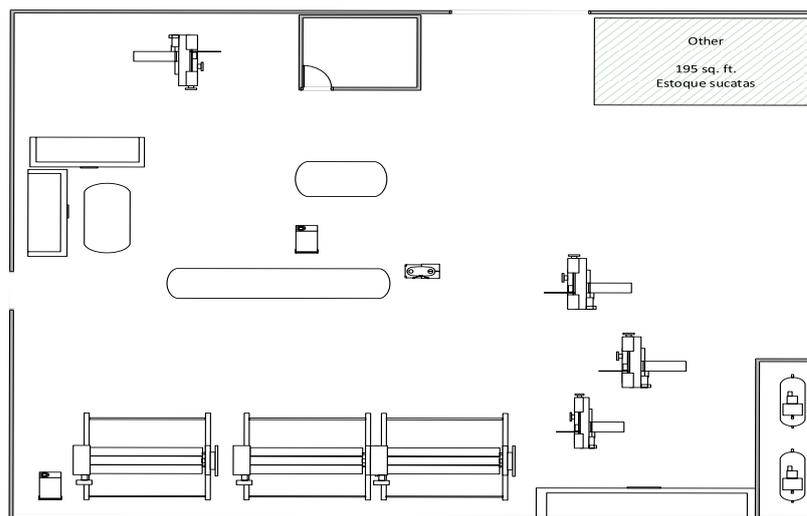
No estudo de caso para a elaboração de um novo layout realizou-se a aplicação do conceitos e ferramentas abordados no referencial teórico. Em primeiro plano é feita a apresentação da empresa, o processo a ser estudado, as parte que compõem o produto.

### 3.1 Diagnóstico da Situação Atual

Atualmente o parque industrial da empresa possui uma grande quantidade de máquinas e equipamentos no processo produtivo como por exemplo: guilhotina, torno CNC, prensa hidráulica, torno mecânico, dobradeira, máquinas de solda inox e ferro (TIG, MIG), furadeiras (radial, axial). Como não foi realizado nenhum planejamento de layout a disposição das máquinas ocasiona um fluxo confuso de material e pessoas, gerando um tempo maior de transporte e aumentando o lead time do produto.

O barracão da empresa passou por diversas transformações e ampliações porém nunca foi realizado um estudo para a elaboração do layout para otimizar o fluxo de pessoas, matéria prima e produto. Não há área demarcada de máquinas, material em estoque, produto acabado. Bem como não há sinalização de corredores de circulação. Na Figura 12 observar-se uma das ampliações realizadas. As representações das máquinas na planta são somente para a ilustração do espaço físico utilizado.

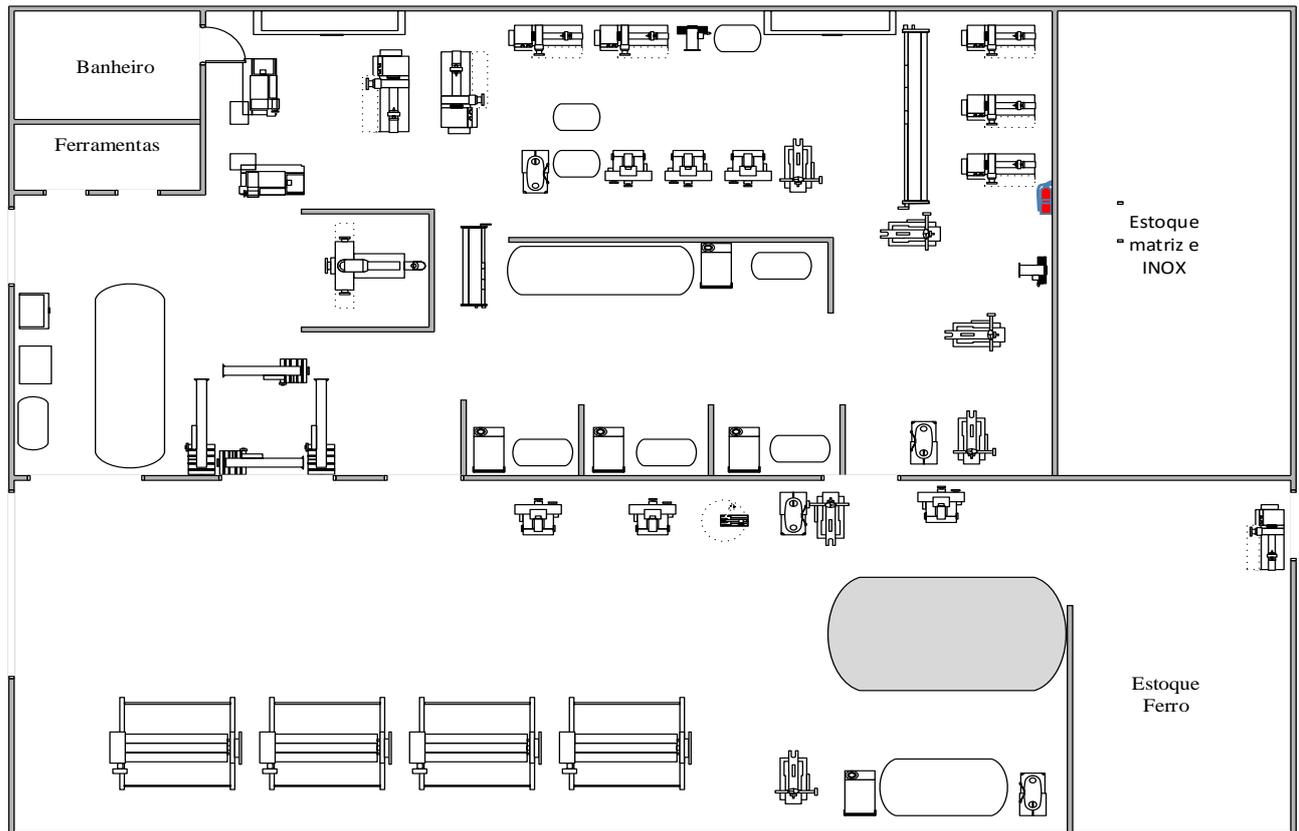
Figura 12- Ampliação do piso superior



Fonte: O autor

Não há uma demarcação de departamento ou centro de trabalhos, muitas máquinas se encontram entre os possíveis corredores de circulação. Podemos observar na Figura 13 como a disposição das máquinas é confusa.

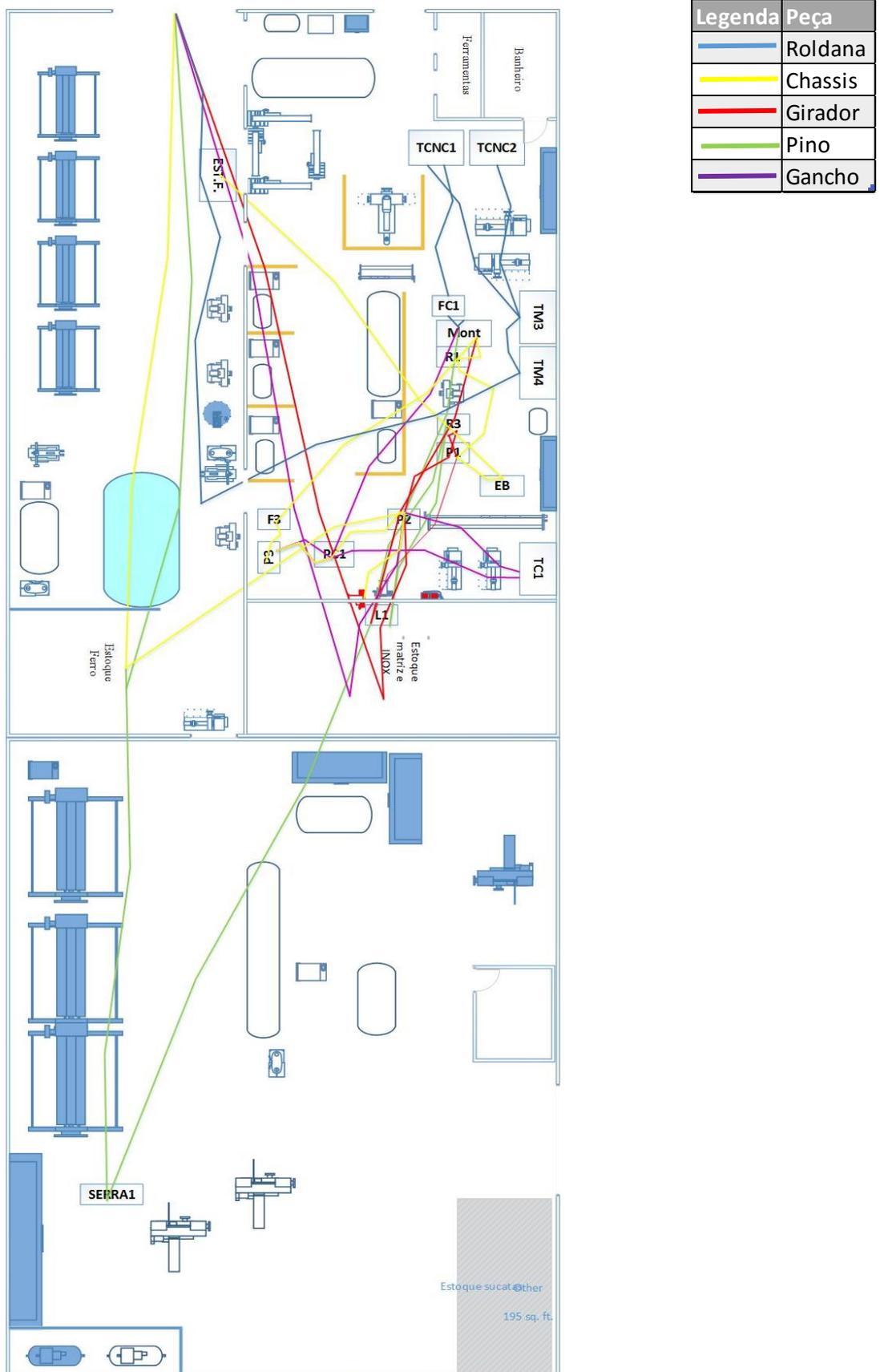
Figura 13- Layout principal piso inferior



Fonte: O autor

Observando o processo produtivo atual da empresa é possível afirmar que o tipo de processo utilizado é o de produção por lotes porém em um layout por processo. Isso torna o layout a movimentação de materiais um pouco confusa. Na formação do produto carretilha de matança é necessário a junção de 5 peças distintas das quais na Figura 14 segue uma representação das movimentações realizadas no decorrer do processo produtivo. Para melhor entendimento linhas coloridas foram utilizadas para representar o fluxo de cada peça no processo de transformação.

Figura 14- Layout atual

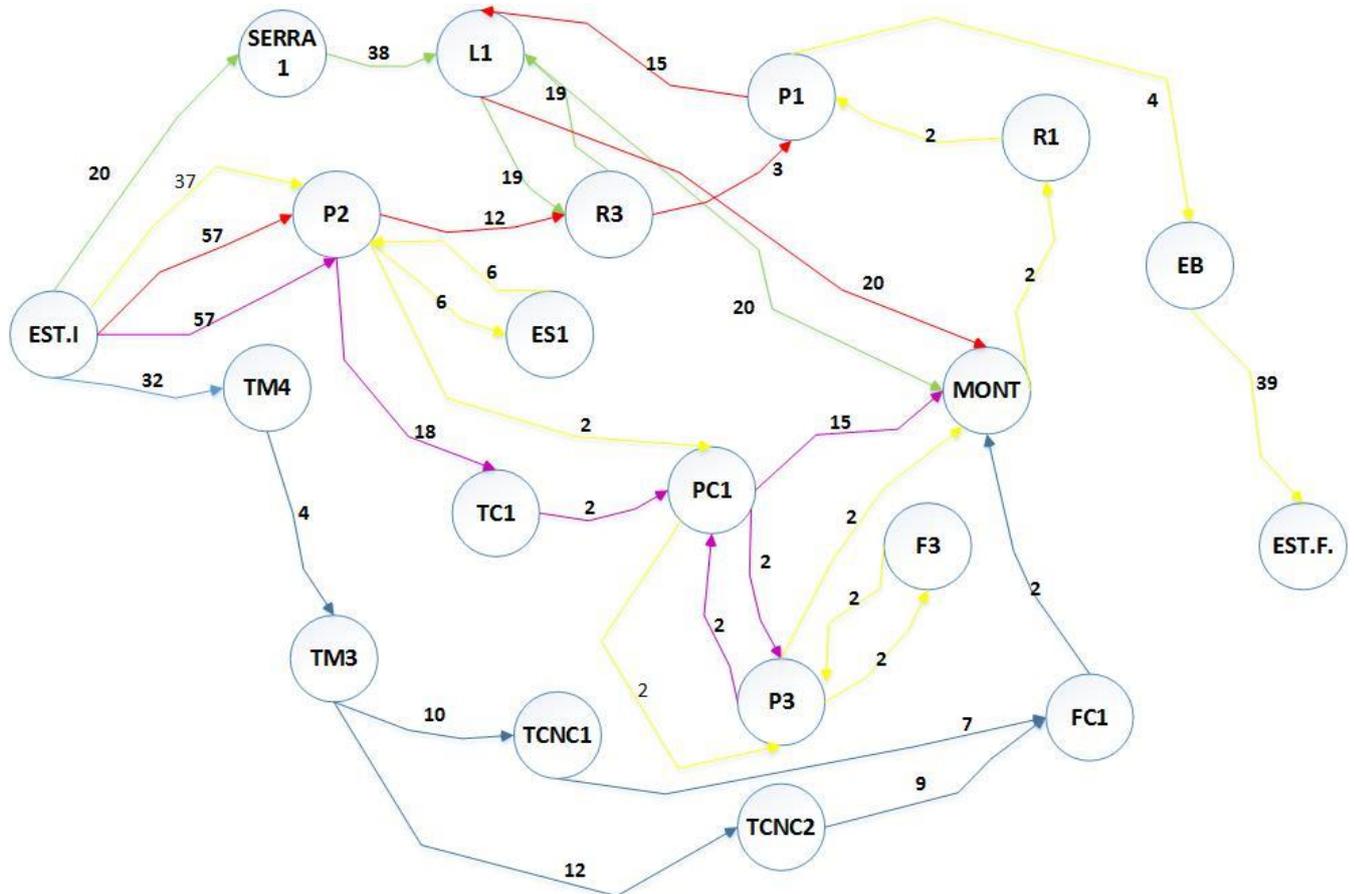


Fonte: O autor

Na Figura 15 está representado em metros (m) a distância percorrida para a produção de um único produto, como todas as partes após o processo de montagem (MONT) torna-se um único produto apenas uma linha foi utilizada para fazer a representação do processo.

Podemos verificar que o material percorre longas distancias até chegar a fase de montagem tendo assim um grande desperdício produtivo no processo.

Figura 15- Distância percorrida entre os departamentos



Fonte: O autor

Na Tabela 4 pode-se verificar qual a distância total percorrida por cada peça no processo de transformação. Percorrendo uma distância total de **507 metros** por cada transporte de material entre os processos. Supondo um valor fictício que o custo com essa movimentação seja 0,01 R\$/m obteríamos um custo desnecessário de 5,07 R\$/transporte. Levando em consideração que sejam necessárias 6 movimentações por dia teríamos um custo de 30,42 R\$/dia sendo esse valor multiplicado por 365 dias teríamos o valor de **10.951,20 R\$/ano**. Outras

grandes desvantagens obtidas com grandes movimentações são elevação do cansaço físico do colaborador e aumento do *lead time* do produto.

Tabela 4- Distância percorrida

Legenda	Peça	Distância (m)
	Roldana	69
	Chassis	114
	Girador	104
	Pino	116
	Gancho	104

Fonte: O autor

### 3.2 Carta Multiprocesso

A análise do fluxo de materiais consiste em determinar a sequência de movimentações de materiais através das etapas exigidas pelo processo. A carta utiliza de números para a representação da sequência a ser seguida no processo de fabricação.

A partir da montagem (chassis, roldana, pino, gancho e girador) todas as partes tornam-se uma única peça que segue o mesmo fluxo como descrito na sequência de fabricação do chassis

Com a observação do mapeamento da carretilha foi elaborada a carta multiprocesso analisando a Tabela 5 podemos dizer que para a montagem de um único produto são necessárias 5 peças com processos distintos.

Tabela 5- Carta multiprocesso do produto carretilha

Máquina	Processo	Peças a ser produzida - Sequência de operações				
		Pino	Gancho	Chassis	Roldana	Girador
EST. I.	Estoque Matéria Prima	1	1	1	1	1
Serra 1	Serrar	2				
P2	Cortar na prensa		2	2		2
Es1	Rebarbar Esmeril			3		
P2	Furar na prensa			4		
PC1	Dobrar na prensa		4			
P3	Prensar			8		
F3	Furação diametro interno			7		
TC1	Tornear ponta		3			
R3	Estampagem	4				4
P1	Dar forma					5
P1	Fechar			12		8
P3	Dobrar Ponta		5	6		
PC1	Dobrar Cabeça		6	5		
L1	Limpeza	3				6
L1	Limpeza Rebarba	5				
TM4	Tornear canal				2	
TM3	Tornear diametro externo				3	
TCNC2	Torno/ Faceamento				4	
TCNC1	Tornear Diametro externo e interno				4	
EST. M	Estoque	6	7	9	6	7
FC1	Furar				5	
R1	Fechar roldana com pino			11		
Mont	Montagem	7	8	10	7	
EB	Colocar na caixa			13		
EST.F	Expedir			14		

Fonte: O autor

### 3.3 Estudo From to Chart

O nível e a direção do fluxo em geral da produção de carretilhas são representados em um diagrama de fluxo ( Carta “ de-para”, ou do inglês *from to chart* ) Para o referente estudo de caso, a elaboração do diagrama de fluxo somente levará em consideração a quantidade de peças transportadas de uma máquina para outra. Na Tabela 6 é possível verificar a quantidade de peças transportadas entre os departamentos até a finalização do produto. Os dados para a elaboração desse diagrama foram colhidos na observação do processo produtivo bem como entrevista com os colaboradores responsáveis pelo processo de fabricação.

Tabela 6- From to chart

From/To	EST.I	ES1	F3	FC1	LI	P1	P2	P3	PC1	R3	SERRA1	TC1	TCNC1	TCNC2	TM3	TM4	R1	MONt.	EST.F	
EST. I	0						6500				2000					500				
ES1		0					1500			3000										
F3			0																1500	
FC1				0															500	
LI					0					2000										
P1						0													3000	
P2							0													
P3			1500					0												
PC1									0										2000	
R3						3000				0									3000	
SERRA1					2000						0									
TC1									2000			0								
TCNC 1				150									0							
TCNC 2				150										0						
TM3													150	150	0					
TM4															500	0				
R1						500													0	
MONt.																		500	0	
EST.F																			500	0

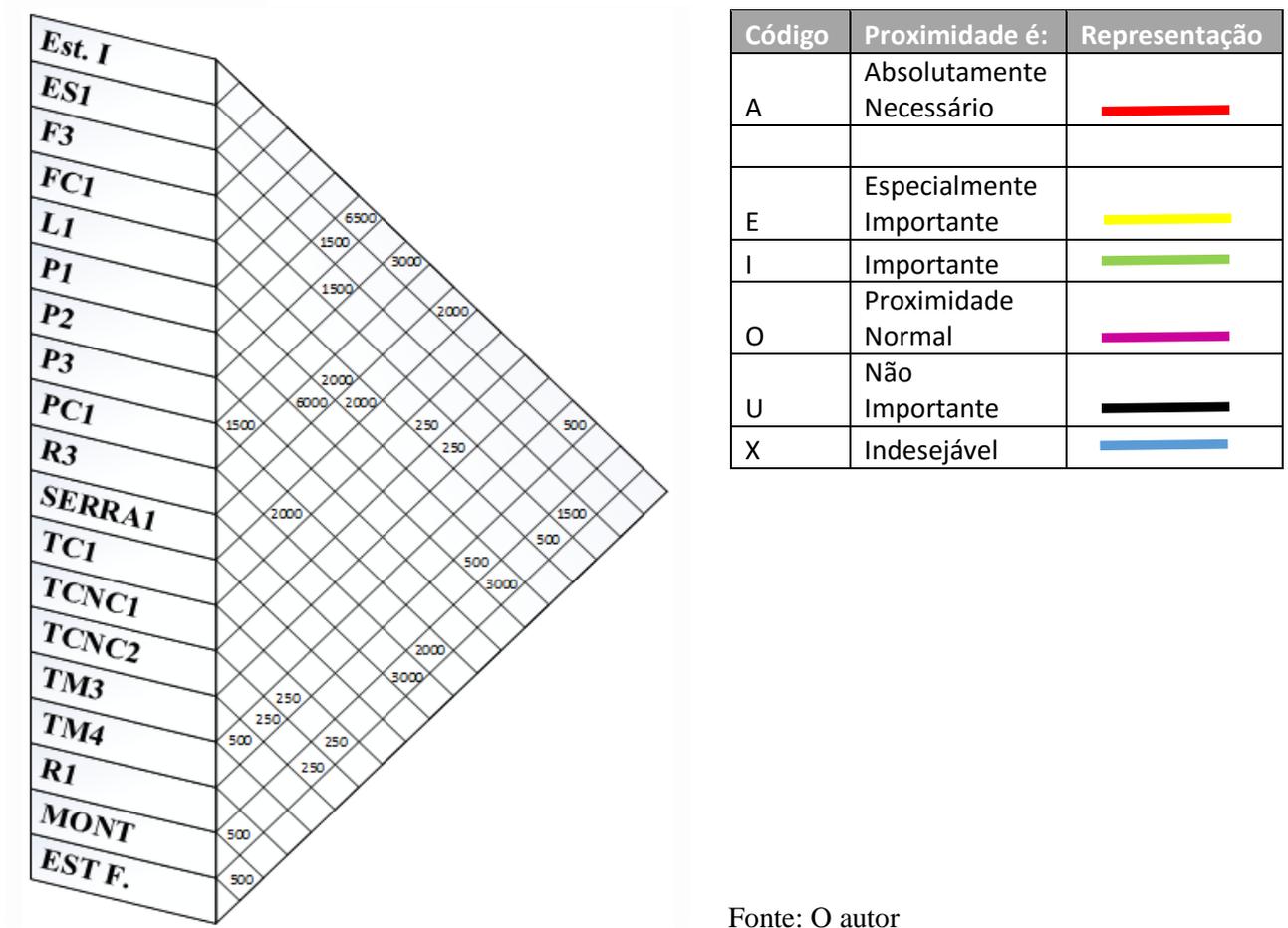
Fonte: O autor

### 3.4 Diagrama de Relacionamento

O diagrama de relacionamento é uma matriz triangular que representa o grau e o tipo de interrelacionamento entre certas atividades. O objetivo principal desse diagrama é mostrar quais setores devem ser localizados próximos no layout.

Na elaboração do diagrama de relacionamento Figura 16 como a empresa estudada possui 4 diferentes lugares para o armazenamento de matéria prima para uma ilustração simples foi assumido que o “Est. I.” seria comum para a distribuição de matéria prima aos outros setores da empresa já que todos os materias tem como ponto de partida o estoque inicial. Os estoques de matéria prima não podem sofrer alterações no layout, pois possuem restrições de espaço e estrututa para serem armazenados por conta de terem um peso elevado. Uma legenda utilizada para a representação de prioridades das relações de proximidades entre os departamentos. Por meio da aplicação do método qualitativo diagrama de relacionamento é possível verificar a importância de quais departamentos devem estar próximos.

Figura 16- Diagrama de relacionamento



Fonte: O autor

Utilizando-se do diagrama de relacionamento Figura 15 a Tabela 7 com cores ilustra a representação do grau de relações entre os departamentos para um melhor entendimento, também é possível verificar a ordem de prioridade de acordo com a quantidade de material transportada entre cada máquina.

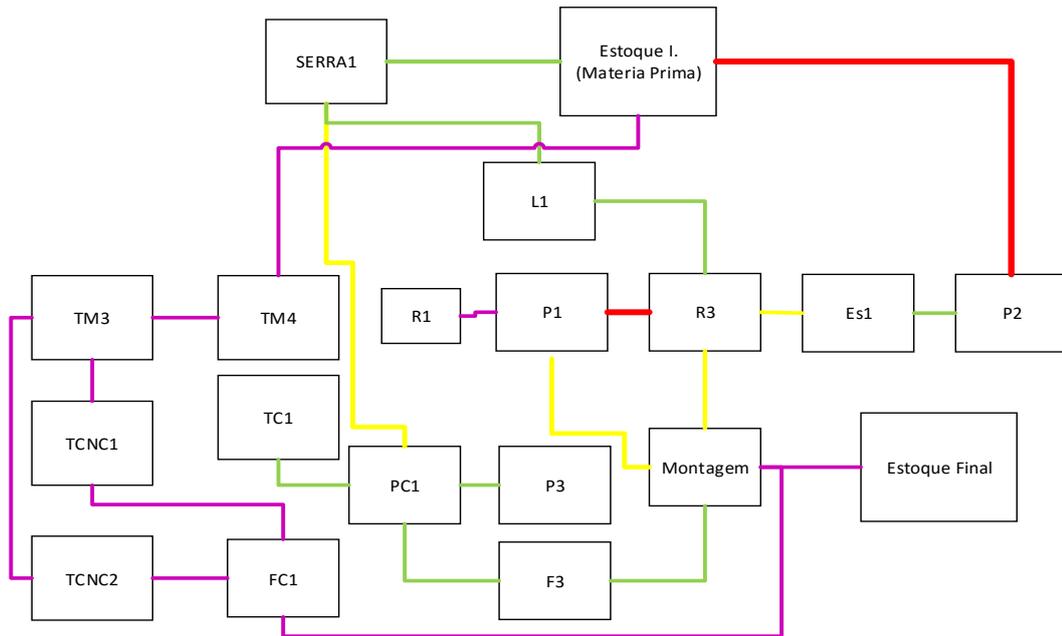
Tabela 7- Representação do grau prioridade por cores

Grau	Valor	Representação
A	6500	
	6000	
E	3000	
I	2000	
	1500	
O	500	
	250	

Fonte: O autor

Um diagrama de interrelações Figura 17 busca exemplificar a prioridade de relação entre cada máquina. Para melhor entendimento foi utilizado diferentes cores de linha, as mesmas encontram-se ligando os quadrados. Na Tabela 8 fica definido o grau de proximidade entre as máquinas de acordo com a cor. As siglas em cada quadrado representa a máquina do processo.

Figura 17- Diagrama de interrelações



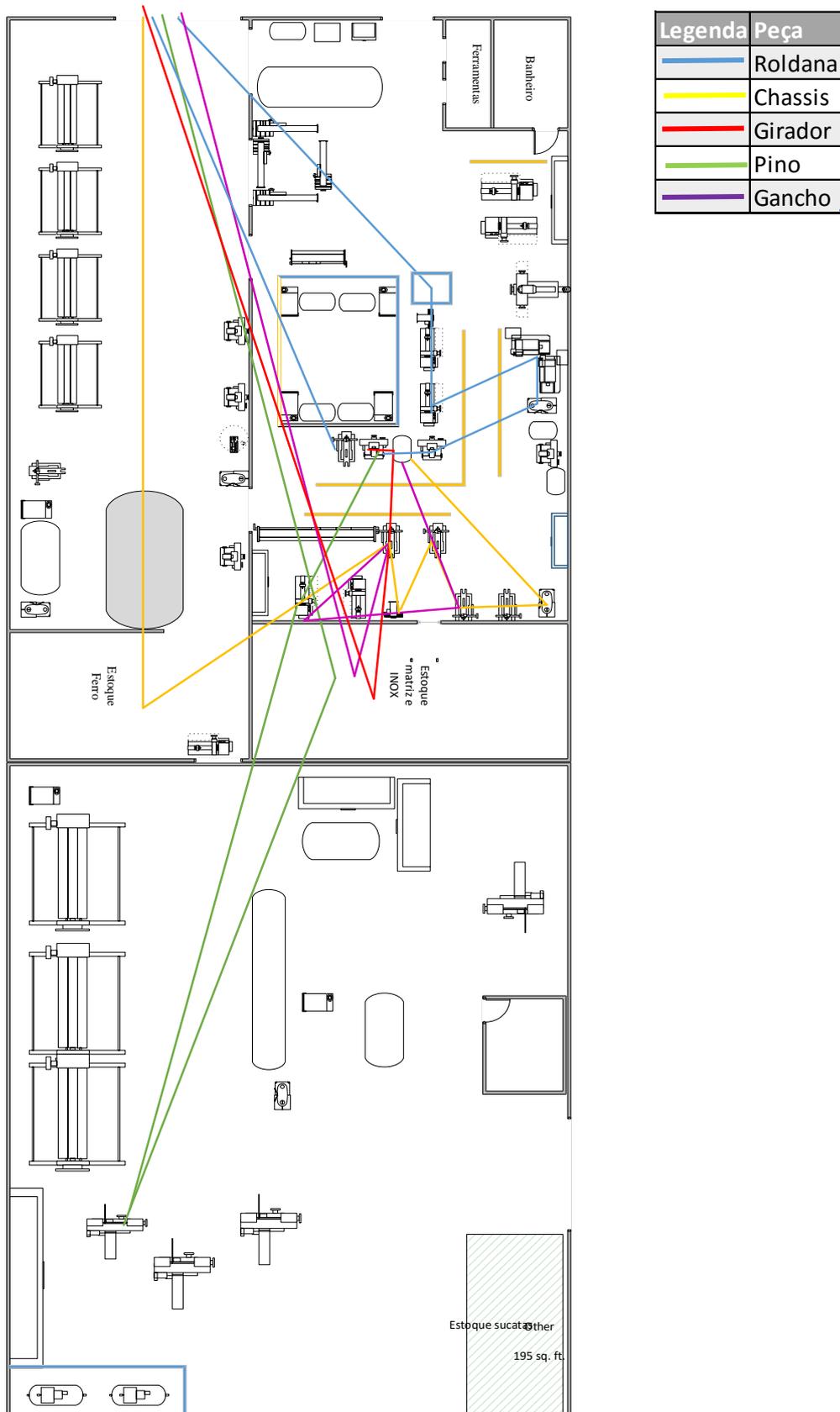
Fonte: O autor

## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Segundo TREIN (2001), a consequência de um layout produtivo bem feito é o arranjo mais eficiente e eficaz com simultânea satisfação e segurança aos colaboradores; obtendo assim melhores fluxos produtivos devido a otimização de espaço, logo diminuição das distâncias percorridas e manuseios nos processos; condições favoráveis de gerenciamento e supervisão; pouca ou nenhuma incidência de danos aos componentes fabricados e melhor flexibilidade do negócio ao se ajustar às demandas. Com base neste contexto e a partir das análises abordadas nos tópicos anteriores com o objetivo de propor uma melhoria de layout eficiente foram utilizadas algumas ferramentas e conceitos abordados na revisão bibliográfica. Foram levados em consideração para a elaboração da proposta alguns fatores como as limitações existentes no prédio, a disposição atual das máquinas e o nível de dificuldade de movimentação de cada equipamento.

Como pode ser visto na ilustração Figura 18, a proposta de layout tentou seguir os passos sugeridos pelo método SLP. Além de tentar reduzir ao máximo o reposicionamento total de todos os setores da unidade produtiva, pois com isso originaria grandes investimentos com mudanças na rede elétrica e de ar condicionado. Linhas com diferentes cores foram utilizadas para representar o novo fluxo de movimentação de materiais.

Figura 18- Layout sugerido



Fonte: Autor

## 4.1 Desempenho do Layout Atual e Sugerido

O cálculo do desempenho é dado pelo método de adjacência, esta é uma métrica simples que indica apenas se as instalações são ou não adjacentes; no entanto, não consegue diferenciar entre duas instalações não adjacentes. Esta métrica é usada para calcular o desempenho do layout na presença de medidas de interação qualitativas.

I = setor/máquina (A)

J = setor/máquina (B)

F<sub>ij</sub> = quantidade de peças transportadas de i para j ou vice e versa

X<sub>ij</sub> = os setores são adjacentes (0 = não adjacentes e 1 = adjacentes)

F<sub>xij</sub> = F<sub>ij</sub> \* X<sub>ij</sub> (Desempenho = valor calculado pela multiplicação da quantidade transportada pelos setores por sua adjacência).

Na Tabela 8 encontra-se os valores utilizados para o cálculo do desempenho atual no qual obteve um resultado de 18,99% de eficácia.

Tabela 8- Desempenho do layout atual

	J	F <sub>IJ</sub>	X <sub>IJ</sub>	F <sub>XIJ</sub>
EST.I.	ES1	0	0	0
EST.I.	F3	0	0	0
EST.I.	FC1	0	0	0
EST.I.	L1	0	0	0
EST.I.	P1	0	0	0
EST.I.	P2	6500	0	0
EST.I.	P3	0	0	0
EST.I.	PC1	0	0	0
EST.I.	R3	0	0	0
EST.I.	SERRA1	2000	1	2000
EST.I.	TC1	0	0	0
EST.I.	TCNC1	0	0	0
EST.I.	TCNC2	0	0	0
EST.I.	TM3	0	0	0
EST.I.	TM4	500	0	0
EST.I.	R1	0	0	0
EST.I.	MONT.	0	0	0
EST.I.	EST.F.	0	0	0
ES1	F3	0	0	0
ES1	FC1	0	0	0
ES1	L1	0	0	0

ES1	P1	0	0	0
ES1	P2	1500	1	1500
ES1	P3	0	0	0
ES1	PC1	0	1	0
ES1	R3	3000	0	0
ES1	SERRA1	0	0	0
ES1	TC1	0	0	0
ES1	TCNC1	0	0	0
ES1	TCNC2	0	0	0
ES1	TM3	0	0	0
ES1	TM4	0	0	0
ES1	R1	0	0	0
ES1	MONT.	0	0	0
ES1	EST.F.	0	0	0
F3	FC1	0	0	0
F3	L1	0	0	0
F3	P1	0	0	0
F3	P2	0	0	0
F3	P3	1500	1	1500
F3	PC1	0	1	0
F3	R3	0	0	0
F3	SERRA1	0	0	0
F3	TC1	0	0	0
F3	TCNC1	0	0	0
F3	TCNC2	0	0	0
F3	TM3	0	0	0
F3	TM4	0	0	0
F3	R1	0	0	0
F3	MONT.	1500	0	0
F3	EST.F.	0	0	0
FC1	L1	0	0	0
FC1	P1	0	0	0
FC1	P2	0	0	0
FC1	P3	0	1	0
FC1	PC1	0	1	0
FC1	R3	0	0	0
FC1	SERRA1	0	0	0
FC1	TC1	0	0	0
FC1	TCNC1	150	0	0
FC1	TCNC2	150	0	0
FC1	TM3	0	0	0
FC1	TM4	0	0	0
FC1	R1	0	0	0

FC1	MONT.	500	0	0
FC1	EST.F.	0	0	0
L1	P1	0	0	0
L1	P2	0	0	0
L1	P3	0	0	0
L1	PC1	0	0	0
L1	R3	2000	0	0
L1	SERRA1	2000	0	0
L1	TC1	0	0	0
L1	TCNC1	0	0	0
L1	TCNC2	0	0	0
L1	TM3	0	0	0
L1	TM4	0	0	0
L1	R1	0	0	0
L1	MONT.	0	0	0
L1	EST.F.	0	0	0
P1	P2	0	1	0
P1	P3	0	0	0
P1	PC1	0	0	0
P1	R3	0	1	0
P1	SERRA1	0	0	0
P1	TC1	0	0	0
P1	TCNC1	0	0	0
P1	TCNC2	0	0	0
P1	TM3	0	0	0
P1	TM4	0	0	0
P1	R1	500	0	0
P1	MONT.	0	0	0
P1	EST.F.	3000	0	0
P2	P3	0	0	0
P2	PC1	0	1	0
P2	R3	3000	0	0
P2	SERRA1	0	0	0
P2	TC1	0	1	0
P2	TCNC1	0	0	0
P2	TCNC2	0	0	0
P2	TM3	0	0	0
P2	TM4	0	0	0
P2	R1	0	0	0
P2	MONT.	0	0	0
P2	EST.F.	0	0	0
PC1	R3	0	0	0
PC1	SERRA1	0	0	0

PC1	TC1	2000	0	0
PC1	TCNC1	0	0	0
PC1	TCNC2	0	0	0
PC1	TM3	0	0	0
PC1	TM4	0	0	0
PC1	R1	0	0	0
PC1	MONT.	0	0	0
PC1	EST.F.	0	0	0
R3	SERRA1	0	0	0
R3	TC1	0	0	0
R3	TCNC1	0	0	0
R3	TCNC2	0	0	0
R3	TM3	0	0	0
R3	TM4	0	0	0
R3	R1	0	1	0
R3	MONT.	0	1	0
R3	EST.F.	0	0	0
SERRA1	TC1	0	0	0
SERRA1	TCNC1	0	0	0
SERRA1	TCNC2	0	0	0
SERRA1	TM3	0	0	0
SERRA1	TM4	0	0	0
SERRA1	R1	0	0	0
SERRA1	MONT.	0	0	0
SERRA1	EST.F.	0	0	0
TC1	TCNC1	0	0	0
TC1	TCNC2	0	0	0
TC1	TM3	0	0	0
TC1	TM4	0	0	0
TC1	R1	0	0	0
TC1	MONT.	0	0	0
TC1	EST.F.	0	0	0
TCNC1	TCNC2	0	1	0
TCNC1	TM3	150	0	0
TCNC1	TM4	0	0	0
TCNC1	R1	0	1	0
TCNC1	MONT.	0	0	0
TCNC1	EST.F.	0	0	0
TCNC2	TM3	150	0	0
TCNC2	TM4	0	0	0
TCNC2	R1	0	0	0
TCNC2	MONT.	0	0	0
TCNC2	EST.F.	0	0	0

TM3	TM4	500	1	500
TM3	R1	0	1	0
TM3	MONT.	0	0	0
TM3	EST.F.	0	0	0
TM4	R1	0	0	0
TM4	MONT.	0	0	0
TM4	EST.F.	0	0	0
R1	MONT.	500	1	500
R1	EST.F.	0	0	0
MONT	EST.F.	500	0	0

Fonte: O autor

$$\text{Desempenho} = (\text{F}_{xij}/\text{F}_{ij}) * 100$$

$$\text{Desempenho} = (6000/ 31600) * 100$$

$$\text{Desempenho} = 18,99\%$$

Na Tabela 9 encontra-se os valores utilizados para a obtenção do desempenho do layout sugerido, onde pode-se verificar que a eficácia obtida foi de 52,34%

Tabela 9- Desempenho layout sugerido

I	J	FIJ	XIJ	FXIJ
EST.I.	ES1	0	0	0
EST.I.	F3	0	0	0
EST.I.	FC1	0	0	0
EST.I.	L1	0	0	0
EST.I.	P1	0	0	0
EST.I.	P2	6500	0	0
EST.I.	P3	0	0	0
EST.I.	PC1	0	0	0
EST.I.	R3	0	0	0
EST.I.	SERRA1	2000	1	2000
EST.I.	TC1	0	0	0
EST.I.	TCNC1	0	0	0
EST.I.	TCNC2	0	0	0
EST.I.	TM3	0	0	0
EST.I.	TM4	500	0	0
EST.I.	R1	0	0	0
EST.I.	MONT.	0	0	0
EST.I.	EST.F.	0	0	0

ES1	F3	0	0	0
ES1	FC1	0	0	0
ES1	L1	0	0	0
ES1	P1	0	0	0
ES1	P2	1500	1	1500
ES1	P3	0	0	0
ES1	PC1	0	1	0
ES1	R3	3000	0	0
ES1	SERRA1	0	0	0
ES1	TC1	0	1	0
ES1	TCNC1	0	0	0
ES1	TCNC2	0	0	0
ES1	TM3	0	0	0
ES1	TM4	0	0	0
ES1	R1	0	0	0
ES1	MONT.	0	0	0
ES1	EST.F.	0	0	0
F3	FC1	0	1	0
F3	L1	0	0	0
F3	P1	0	0	0
F3	P2	0	0	0
F3	P3	1500	1	1500
F3	PC1	0	0	0
F3	R3	0	0	0
F3	SERRA1	0	0	0
F3	TC1	0	0	0
F3	TCNC1	0	0	0
F3	TCNC2	0	0	0
F3	TM3	0	0	0
F3	TM4	0	0	0
F3	R1	0	0	0
F3	MONT.	1500	1	1500
F3	EST.F.	0	0	0
FC1	L1	0	0	0
FC1	P1	0	0	0
FC1	P2	0	0	0
FC1	P3	0	0	0
FC1	PC1	0	1	0
FC1	R3	0	0	0
FC1	SERRA1	0	0	0
FC1	TC1	0	0	0
FC1	TCNC1	150	1	150
FC1	TCNC2	150	1	150

FC1	TM3	0	1	0
FC1	TM4	0	1	0
FC1	R1	0	1	0
FC1	MONT.	500	1	500
FC1	EST.F.	0	0	0
L1	P1	0	0	0
L1	P2	0	0	0
L1	P3	0	0	0
L1	PC1	0	0	0
L1	R3	2000	0	0
L1	SERRA1	2000	0	0
L1	TC1	0	1	0
L1	TCNC1	0	0	0
L1	TCNC2	0	0	0
L1	TM3	0	0	0
L1	TM4	0	0	0
L1	R1	0	0	0
L1	MONT.	0	0	0
L1	EST.F.	0	0	0
P1	P2	0	1	0
P1	P3	0	0	0
P1	PC1	0	0	0
P1	R3	0	1	0
P1	SERRA1	0	0	0
P1	TC1	0	0	0
P1	TCNC1	0	0	0
P1	TCNC2	0	0	0
P1	TM3	0	0	0
P1	TM4	0	0	0
P1	R1	500	0	0
P1	MONT.	0	0	0
P1	EST.F.	3000	1	3000
P2	P3	0	0	0
P2	PC1	0	1	0
P2	R3	3000	1	3000
P2	SERRA1	0	0	0
P2	TC1	0	1	0
P2	TCNC1	0	0	0
P2	TCNC2	0	0	0
P2	TM3	0	0	0
P2	TM4	0	0	0
P2	R1	0	1	0
P2	MONT.	0	1	0

P2	EST.F.	0	0	0
PC1	R3	0	1	0
PC1	SERRA1	0	0	0
PC1	TC1	2000	1	2000
PC1	TCNC1	0	0	0
PC1	TCNC2	0	0	0
PC1	TM3	0	0	0
PC1	TM4	0	0	0
PC1	R1	0	0	0
PC1	MONT.	0	0	0
PC1	EST.F.	0	0	0
R3	SERRA1	0	0	0
R3	TC1	0	0	0
R3	TCNC1	0	0	0
R3	TCNC2	0	0	0
R3	TM3	0	0	0
R3	TM4	0	0	0
R3	R1	0	1	0
R3	MONT.	0	1	0
R3	EST.F.	0	0	0
SERRA1	TC1	0	0	0
SERRA1	TCNC1	0	0	0
SERRA1	TCNC2	0	0	0
SERRA1	TM3	0	0	0
SERRA1	TM4	0	0	0
SERRA1	R1	0	0	0
SERRA1	MONT.	0	0	0
SERRA1	EST.F.	0	0	0
TC1	TCNC1	0	0	0
TC1	TCNC2	0	0	0
TC1	TM3	0	0	0
TC1	TM4	0	0	0
TC1	R1	0	0	0
TC1	MONT.	0	0	0
TC1	EST.F.	0	0	0
TCNC1	TCNC2	0	1	0
TCNC1	TM3	150	1	150
TCNC1	TM4	0	1	0
TCNC1	R1	0	1	0
TCNC1	MONT.	0	0	0
TCNC1	EST.F.	0	0	0
TCNC2	TM3	150	1	150
TCNC2	TM4	0	1	0

<b>TCNC2</b>	<b>R1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>TCNC2</b>	<b>MONT.</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>TCNC2</b>	<b>EST.F.</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>TM3</b>	<b>TM4</b>	<b>500</b>	<b>1</b>	<b>500</b>
<b>TM3</b>	<b>R1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>TM3</b>	<b>MONT.</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>TM3</b>	<b>EST.F.</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>TM4</b>	<b>R1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>TM4</b>	<b>MONT.</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>TM4</b>	<b>EST.F.</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>R1</b>	<b>MONT.</b>	<b>500</b>	<b>1</b>	<b>500</b>
<b>R1</b>	<b>EST.F.</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>MONT</b>	<b>EST.F.</b>	<b>500</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fonte: O autor

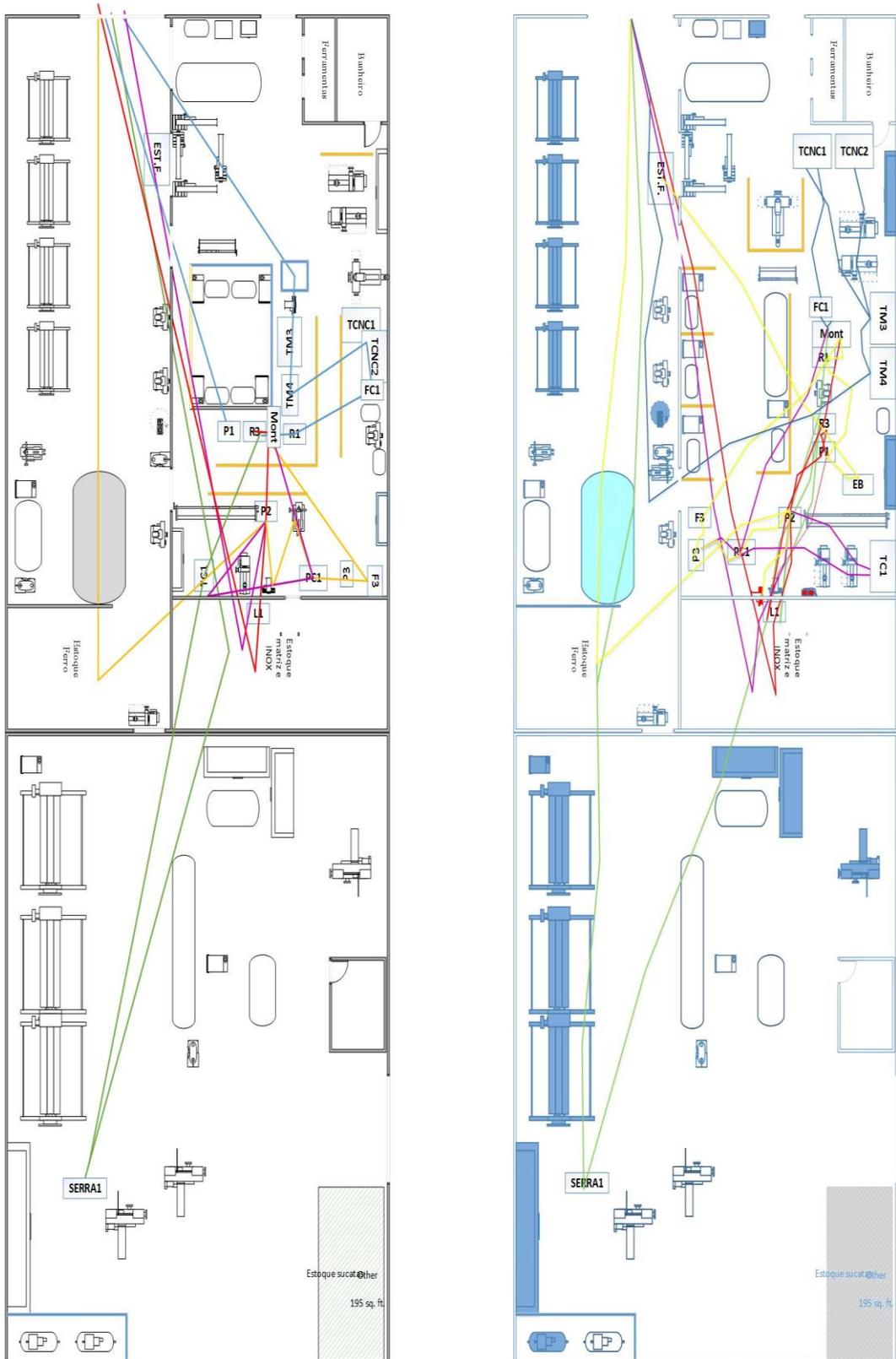
$$\text{Desempenho} = (F_{xij}/F_{ij}) * 100$$

$$\text{Desempenho} = (16600/ 31600) * 100$$

$$\text{Desempenho} = 52,53\%$$

Para uma melhor ilustração foi realizado um comparativo entre o layout sugerido e o layout atual como mostra a Figura 19.

Figura 19- Layout sugerido e layout atual



Fonte: Autor

## 5 CONCLUSÕES

A alteração de layouts existentes ou o desenvolvimento de novos layouts é considerado uma tarefa desafiadora pois demanda tempo para a realização do estudo de qual seria o layout adequado, quais são as restrições com espaço físicos disponíveis e quais são os investimentos necessários.

O presente trabalho demonstrou o processo de análise e aplicação do método SLP (Planejamento Sistemático do Arranjo Físico) em um layout de uma empresa metalúrgica de pequeno porte. Os resultados obtidos com esse estudo foram positivos. O envolvimento das pessoas que trabalham na empresa foram de suma importância para a realização do mesmo. Esse envolvimento com os colaboradores aumenta o interesse de como eles podem colaborar com opiniões para a otimização do processo produtivo afinal todas as mudanças realizadas no layout terão ligações diretas no processo de produção dos quais eles fazem parte.

O desenvolvimento de um novo layout para a produção de carretilhas originou melhorias. Pode ser verificado que o fluxo de material no processo produtivo encontra-se mais organizado tendo como consequências redução da distância a ser percorrida entre os setores no transporte de material e redução do esforço físico dos colaboradores. Por meio da aplicação do método de relação de afinidades entre os departamentos é possível agrupar as tarefas de acordo com a relação de prioridade, reduzindo assim o deslocamento desnecessário com material entre os departamentos além da redução com custos por deslocamentos desnecessários .

O novo layout por meio do método de setores adjacentes obteve um desempenho de 52,53% de eficácia, enquanto o layout atual obteve 18,99% de eficácia. Com esses valores podemos afirmar que o novo layout sugerido pode trazer grandes ganhos para a empresa.

O trabalho permitiu comprovar a eficiência do método, utilizando os resultados obtidos, além de abrir novas oportunidades para a realização a aplicação do método em outros departamentos e produtos levando em conta que a empresa possui diferentes tipos de produtos.

Sugere-se a realização dos seguintes desdobramentos na pesquisa apresentada nesse trabalho.

- Aplicar um software de simulação computacional para um melhor acurácia do layout sugerido.
- Dimensionamento dos centros de trabalhos para uma verificação eficaz do espaço necessário para o colaborador ter um melhor conforto ao desenvolver sua atividades.

- Aplicar o estudo em outros setores da empresa bem como em outros mix de produtos.
- Verificação dos investimentos necessários para a mudança sugerida.
- Cálculo de qual será o retorno financeiro após a implementação do novo layout.
- Associar o tempo gasto com deslocamentos desnecessários com o lead time do produto além de um cálculo mais preciso dos custos gerados nas movimentações de materiais.

Como a empresa possui vários setores o estudo pode ser aplicado como um todo na empresa a título de identificar o posicionamento individual de cada setor bem como qual o melhor posicionamento das máquinas.

## REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. Logística Empresarial –Transporte, Administração De Materias E Distribuição Física.Ed. Atlas, 2010

CHASE, Richard B; AQUILANO, Nicholas J. Production and Operations Management: Manufacturing Services. 7 ed. USA 1995

FRAZIER, Greg; GAITHER, Norman.Administração da produção e operações.8.ed. São Paulo, Cengage Learning, 598p. 2012

HUGE, Enerst C.;ANDERSON, Alan D. Guia de Excelência de Produção: novas estratégias para empresas de classe mundial. São Paulo: Atlas,1993

KRAJEWSKI, Lee J.; MALHOTRA, Manoj; RITZMAN, Larry P. Administração de produção e operações.8.ed. São Paulo, Pearson,615p. 2009.

LEE, Q. Projeto de Instalações e Local de Trabalho. São Paulo: IMAM, 1998.

LIMA, Manoelita Correia. Monografia: a engenharia da produção acadêmica. São Paulo: Saraiva, 2004.

MARTINS, Petrônio Gracia; LAUGENI, Fernando P. Administração da Produção. 2 ed. São Paulo: saraiva, 2006

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. Introdução à administração. 6ª Ed.São Paulo:Atlas,2004

Miyake, Dario Ikuo. Arranjo Físico de Sistema de Produção. Disponível em < [http://www.profosmarveras.xpg.com.br/arquivos/arranjo\\_fisico.pdf](http://www.profosmarveras.xpg.com.br/arquivos/arranjo_fisico.pdf) > acessado em 25/09/2015

MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da produção e operações . São Paulo, Pioneira,1996.

MONKS, J.G.Administração da Produção. São Paulo: McGraw-Hill, 1987

MUTHER, R.; WHEELER, J. D. Planejamento Sistemático e Simplificado de Layout. São Paulo: IMAM, 2000

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. Administração da Produção: operações industriais e serviços. Curitiba: Unicemp, 2007

POLITO, Rachel. Superdicas para um Trabalho de Conclusão de Curso nota 10. São Paulo, Saraiva, 2008

ROCHA, Duílio. Fundamentos Técnicos da Produção. São Paulo: Markon Books: 1995

<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/O-layout-da-f%C3%A1brica-pode-influir-na-produtividade>

SLACK, Nigel. Et. Al. Administração da Produção. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2008

SLACK, Nigel. Et. Al. Administração da Produção. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2009

SHINGO, Shigeo. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. 2.ed. Porto Alegre : Artmed, 1996.

TOMPKINS, J. A. ; WHITE, J.A. ; BROZER, Y. A. ; FRAZELLE, E. H. ; TANCHOCO, J. M. A. ; TREVINO, J. Facilities Planing. 2ed., John Wiley, New York, 1996.

TREIN, F. A, Análise de Melhoria de Layout de Processos Industriais de Beneficiamento de Couro, Porto Alegre, 2001. 100 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, PPGEP, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

YANG, T.; CHAO-TON, S.; YUAN-RU, H. Systematic layout planning: a study on semiconductor wafer fabrication facilities. International Journal Of Operations Production Management, vol. 20, n. 11, p. 1359-71, 2000.