

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MICHELE VASTI ANTONIA PARLANDIM DA SILVA**

**PROPOSTA DE RE-*LAYOUT* EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR DE METAIS  
SANITÁRIOS**

**DOURADOS-MS**

**2017**

MICHELE VASTI ANTONIA PARLANDIM DA SILVA

PROPOSTA DE RE-*LAYOUT* EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR DE METAIS  
SANITÁRIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora da Universidade Federal da Grande Dourados, como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Projeto de Fábrica

Orientador: Prof. Me. Carlos Eduardo Soares  
Camparotti

DOURADOS

2017

MICHELE VASTI ANTONIA PARLANDIM DA SILVA

PROPOSTA DE RE-*LAYOUT* EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR DE METAIS  
SANITÁRIOS

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção na Universidade Federal da Grande Dourados, pela comissão formada por:

---

Orientador: Prof. Msc. Danilo Medeiros de Castro  
FAEN-UFGD

---

Prof. Dr. Wagner da Silveira  
FAEN-UFGD

---

Prof. Msc. Carlos Eduardo Soares Camparotti  
FAEN-UFGD

Dourados, 31 de março de 2016.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por todas conquistas e por nunca deixar minha fé desvanecer.

À minha família por todo apoio nessa jornada, principalmente a minha mãe e meu padrasto que sempre estiveram ao meu lado lutando para que esse sonho se tornasse realidade.

À meu orientador Prof. Msc. Carlos Eduardo Soares Camparotti pelo empenho e dedicação, sempre se mostrando disposto a ajudar, tornando assim possível a realização deste trabalho.

*“A persistência é o  
menor caminho do êxito”.*

*(Charles Chaplin)*

## RESUMO

SILVA, Michele Vasti A. Parlandim. **Proposta de re-layout em uma indústria do setor de metais sanitários.** 2017. 73 p. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Grande Dourados. 2017

Atualmente, nota-se que a alta competitividade entre as empresas exigem cada vez mais aprimoramento nas técnicas de produção, sendo o arranjo físico adequado considerado um grande aliado para sair na frente nessa disputa. De olho em redução de custos, tempo de resposta ao cliente, e melhoria da qualidade as empresas buscam cada vez mais o melhoramento contínuo do *layout* de sua planta industrial, trazendo como benefícios a eliminação de gargalos, acessibilidade, fluxos eficientes e a melhor utilização dos recursos dentro do processo produtivo. Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de melhoria de *layout* de uma empresa de metais sanitários utilizando como ferramenta o sistema SLP (Planejamento Sistemático De *Layout- Systematic Layout Planning*), visando assim reduzir o fluxo geral de material e tempo de produção. O resultado do estudo de caso mostrou-se satisfatório, pois apontou oportunidades de melhorias no fluxo de materiais , dimensionamento de maquinários e equipamentos, diminuição do tempo de produção e melhor aproveitamento da instalação fabril.

**Palavras chave:** *Layout*, sistema SLP , processos

## ABSTRACT

SILVA, Michele Vasti A. Parlandim. *Layout proposal in an industry of the sanitary metal* . 201. 73 p. Monograph (Bachelor in Industrial Engineering) - Federal University of Grande Dourados. 2016.

Nowadays, it is a fact that the high competitiveness between the companies demands more and more improvement in the techniques of production. In light of this, the appropriate physical arrangement becomes a great ally to get ahead in this dispute. With an eye to cost reduction, customer response time, and quality improvement, companies increasingly seek to continuously improve the layout of their industrial plant, bringing benefits such as the elimination of bottlenecks, accessibility, efficient flows and the best use of resources within the production process. Thus, the present work aims to present a proposal to improve the layout of a metalworking company using the SLP (Systematic Layout Planning) system as a tool, in order to reduce the general flow of material and time production. The result of the case study was satisfactory, since it indicated opportunities for improvements in the flow of materials, sizing of machinery and equipment, shortening of production time and better utilization of the factory facility.

**Keywords:** Layout, SLP system, processes.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Decisão do melhor <i>layout</i> .....	8
Figura 2. Exemplo de <i>layout</i> por produto ou por linha .....	10
Figura 3. Exemplo de <i>layout</i> por processo ou funcional .....	11
Figura 4. Exemplo de <i>layout</i> celular.....	12
Figura 5. Exemplo de <i>layout</i> por posição fixa.....	13
Figura 6. Correlação entre os tipos de <i>layout</i> e os tipos de processo .....	13
Figura 7. Matriz Volume x variedade.....	14
Figura 8. Vantagens e Desvantagens dos Modelos de <i>Layout</i> . .....	14
Figura 9. Chave PQRST .....	15
Figura 10. Estrutura para projeto e planejamento de <i>layout</i> . .....	16
Figura 11. Modelo SLP .....	17
Figura 12. Exemplo Carta de Afinidades .....	19
Figura 13. Exemplo de Diagrama de Inter-relações .....	19
Figura 14. Modelo de Projeto de Fábrica e <i>Layout</i> de Neumann e Scaliace. ....	21
Figura 15. Etapas do Modelo de Projeto de Fábrica e <i>Layout</i> de Neumann e Scaliace. ....	22
Figura 16. Cadeia produtiva da metalurgia e produtos de metal .....	23
Figura 17. Etapas do trabalho .....	26
Figura 18. Processo de fabricação de peças de metal.....	28
Figura 19. Fluxograma da produção da Metalúrgica.....	31
Figura 20. Componentes básicos de uma torneira.....	32
Figura 21. Modelo de torneira 1193 .....	33
Figura 22. Modelos de torneira 1130 e 1128.....	33
Figura 23. <i>Layout</i> atual.....	34
Figura 24. Mapofluxograma <i>layout</i> atual .....	35
Figura 25. Mapofluxograma Macharia, Fundição e Rebarba.....	36
Figura 26. Mapofluxograma Usinagem e Afinação para corpo da torneira e manopla..	37
Figura 27. Mapofluxograma Usinagem e Afinação para fixador .....	37
Figura 28. Mapofluxograma Usinagem e Afinação para rosca .....	38
Figura 29. Mapofluxograma Galvanoplastia .....	39
Figura 30. Mapofluxograma Montagem e Expedição .....	40
Figura 31. Carta De-Para .....	41
Figura 32. Carta Processos .....	42
Figura 33. Carta de afinidade .....	43
Figura 34. Diagrama de inter-relação .....	44
Figura 35. <i>Layout</i> proposto para Macharia, Fundição e Rebarba.....	46
Figura 36. <i>Layout</i> proposto para Montagem e Expedição .....	47
Figura 37. Mapofluxograma <i>layout</i> geral proposto .....	48



Figura 38. Gráfico de Fluxo de Processo do Setor de Fabricação de Machos para corpo da torneira, rosca, fixador e manopla. ....	52
Figura 39. Gráfico de Fluxo de Processo do setor de fundição para corpo da torneira, rosca, fixador e manopla.....	53
Figura 40. Gráfico de Fluxo de Processo para o setor de Rebarba para corpo da torneira .....	54
Figura 41. Gráfico de Fluxo de Processo para o setor de Rebarba para rosca, manopla e fixador.....	55
Figura 42. Gráfico de Fluxo de Processo do setor usinagem corpo da torneira e manopla .....	56
Figura 43. Gráfico de Fluxo de Processo do setor usinagem para fixador.....	57
Figura 44. Gráfico de Fluxo de Processo do setor usinagem para rosca.....	58
Figura 45. Gráfico de Fluxo de Processo do setor de Afinação para corpo da torneira, fixador, manopla e rosca.....	59
Figura 46. Gráfico de Fluxo de Processo do setor de Galvanoplastia para corpo da torneira, fixador, manopla e rosca .....	60
Figura 47. Gráfico de Fluxo de Processo para a Galvanoplastia, continuação .....	61
Figura 48. Gráfico de Fluxo de Processo para setor de Montagem para corpo da torneira adicionando os itens na mesma .....	62

## **LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS**

INMETRO - O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

SLP - *Systematic Layout Planning* - Planejamento Sistemático de *Layout*

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. Considerações Iniciais .....	1
1.2. Problema Da Pesquisa .....	2
1.3. Objetivos .....	2
1.3.1. Objetivo Geral .....	2
1.3.2. Objetivos Específicos .....	3
1.4. Justificativa .....	3
1.5. Estrutura do Trabalho .....	4
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	5
2.1. Projeto de Fábrica e <i>layout</i> .....	5
2.2. Projeto de <i>Layout</i> (Arranjo físico) .....	6
2.2.1. Tipos de processo .....	8
2.2.2. Tipos de <i>layout</i> .....	9
2.2.2.1. <i>Layout</i> por produto ou por linha.....	9
2.2.2.2. <i>Layout</i> por processo ou funcional .....	10
2.2.2.3. <i>Layout</i> Celular .....	11
2.2.2.4. <i>Layout</i> por posição fixa .....	12
2.2.2.5. <i>Layout</i> misto .....	13
2.3. Modelos de projeto de fábrica .....	15
2.3.1. Modelo de Muther (SLP) .....	15
2.3.2. Metodologia PFL (Neumann e Scalice) .....	20
2.4. Indústria metalúrgica .....	22
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	26
<b>4. ESTUDO DE CASO</b> .....	28
4.1. Apresentação da Empresa .....	28
4.2. Diagnostico da situação Atual da empresa .....	32
4.3. Propostas de melhorias .....	44
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	49
<b>6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO</b> .....	50
<b>APÊNDICE A – Gráficos de Processo</b> .....	52

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Considerações Iniciais

A alta competitividade entre as empresas exigem dos profissionais um constante aprimoramento das práticas de manufatura, assim como no aperfeiçoamento logístico, e para que isso aconteça ferramentas de integração que proporcionem desempenho mais eficaz vem cada vez mais sendo utilizadas, como por exemplo, a seleção de *layout* mais adequado, Carlos *et al.* (2013). Para Ferreira e Reaes (2013) o *layout* é considerado uma atividade crucial para a viabilidade de uma atividade manufatureira, na economia globalizada.

O arranjo físico ou *layout* de uma indústria tem como principal meta o posicionamento físico das matérias primas, máquinas, equipamentos e fluxo de pessoas, esses quando mal administrados resultam em um mau dimensionamento, podendo ocasionar fluxos longos e confusos, trazendo prejuízos à produtividade da empresa, DRIRA *et al.* (2007).

Diante da alta concorrência e expansão do setor de metais sanitários no Brasil as empresas desse setor estão aprimorando cada vez mais seus processos, não apenas para combater a concorrência nacional e internacional, mas também para atender a alta demanda de seus clientes de maneira rápida e eficiente. Pensando nisso, as organizações tem buscado melhorar cada vez mais seus processos produtivos, diminuindo seu *lead time*, evitando retrabalho, trabalhando sua logística interna e dando mais atenção ao fluxo de produtos e matéria prima dentro da empresa.

Todos esses itens mencionados acima estão relacionados direta ou indiretamente com o arranjo físico das instalações industriais que a empresa apresenta, assim, aquelas que apresentam um *layout* eficiente e em constante melhoria certamente tendem a estar a frente e dominar a concorrência.

Dessa maneira, o projeto de *layout* e *re-layout* apropriado de uma organização resulta em um fluxo de trabalho adequado à produção da empresa, eliminando não apenas desperdícios, mas também otimizando a produção e melhorando a disposição de todos os meios de produção.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo propor a reorganização do *layout* das instalações industriais de uma empresa do setor de metais sanitários, tendo como base os princípios e ferramentas do modelo SLP, proposto por Muther (1973), aplicando-os e os adequando de acordo com as características apresentadas pelos produtos, trazendo conseqüentemente melhoria a todo processo produtivo da empresa.

## **1.2. Problema Da Pesquisa**

Devido à alta competitividade entre as empresas e a busca por oferecer produtos de qualidade, porém aos menores custos possíveis, e com resposta rápida aos clientes fez com que as empresas ficassem mais atentas a seus processos produtivos e suas instalações fabris, isso porque o *layout* de uma indústria interfere diretamente na eficiência de seus processos. Um arranjo físico ineficiente resulta em perdas como retrabalho de peças, *lead time* de produção longos, fluxos de pessoas e matéria prima desordenados, altos custos, entre outros.

Diante do exposto acima, a empresa onde foi realizado o presente estudo apresenta alguns problemas em relação ao seu *layout*, como mau aproveitamento de seu espaço físico, setor de montagem com fluxos confusos e pouco espaço, armazenamento de produtos acabados espalhados por outros setores e disposição de maquinário ineficiente, problemas esses que acabam resultando em *lead time* longos e fluxos ineficientes. Assim, observou-se que a empresa necessita de melhorias significativas em seu arranjo físico, e para propor essas devidas melhorias a metodologia SLP proposta por Muther (1973) será adota a fim de responder a seguinte questão: É possível desenvolver um layout mais adequado do que o praticado pela empresa estudada que resulte em melhor aproveitamento de seu espaço físico, fluxos ordenados e menor tempo de produção?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo Geral**

O presente trabalho tem como objetivo elaborar e propor um projeto de melhoria no *layout* de uma empresa do setor de metais sanitários utilizando como ferramenta a metodologia SLP (*Systematic Layout Planning*-Planejamento Sistemático de *Layout*).

### 1.3.2. Objetivos Específicos

São objetivos específicos do projeto:

- Analisar o *layout* atual da empresa, bem como os fluxos de produtos, pessoas e matéria prima;
- Analisar os problemas existentes;
- Aplicar as ferramentas da metodologia SLP;
- Propor melhorias no *layout* da empresa visando otimizar o processo produtivo.

### 1.4. Justificativa

O arranjo físico de uma empresa desempenha papel importante para um processo produtivo eficiente. Segundo Borba (1998), além de um dimensionamento correto das máquinas e equipamentos é necessário fluxos coerentes, condições de trabalhos aceitáveis, corredores sem obstruções, meios de transportes e movimentações eficazes. Isso porque arranjos físicos confusos podem resultar em aspectos negativos para o processo produtivo, desde *lead time* longo até altos custos de produção.

Assim, um projeto de arranjo físico é essencial para qualquer organização, independente do ramo em que atua, pois esse impacta diretamente em fatores como redução de custos, produtividade eficiente e fluxos inteligentes, tornando o produto mais competitivo e de maior qualidade. Outro ponto positivo desse estudo é que com apenas pequenas melhorias no arranjo físico da produção já é possível sentir impactos na avaliação de desempenho empresarial, visto que os indicadores de produtividade da empresa são aumentados juntamente com a lucratividade da organização (TOMPKINS *et al.*, 2010).

A empresa onde se realizou o presente estudo, recentemente aumentou sua planta fabril a fim de melhor atender a necessidade da empresa, muitos setores foram realocados e fluxos redefinidos, no entanto isso resultou em alguns espaços obsoletos e outros mal aproveitados. Tendo como base essas premissas, buscou-se através do levantamento de dados pontuais analisar todo o processo produtivo da empresa, e

identificar possíveis melhorias através do auxílio de ferramentas adequadas, para assim propor um *layout* mais apropriado para sua instalação fabril.

### **1.5. Estrutura do Trabalho**

Este estudo está estruturado em cinco capítulos. O primeiro capítulo consiste em uma introdução ao trabalho, onde é possível verificar a origem do estudo, o problema de pesquisa, os objetivos do trabalho, bem como a justificativa para a realização do mesmo.

O Capítulo dois deste trabalho apresenta o referencial teórico que propiciou o embasamento e direcionamento para que fosse possível a realização da parte prática. Nessa seção é abordado temas relacionados ao projeto do arranjo físico (*layout*), fluxo dos processos, entre outros.

Por sua vez o Capítulo três relata os quais foram os métodos científicos e ferramentas utilizadas para a realização e análise dos dados do presente trabalho.

Já no capítulo quatro é apresentado o estudo prático do trabalho, resultado e discussões, que se propôs a estudar, bem como todos os resultados obtidos através do mesmo.

Por fim, o Capítulo 5 aborda as considerações finais, onde após a análise de todas as informações obtidas nos resultados e discussões são feitas as observações, sugestões e a conclusão obtida após a realização de todo o trabalho.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Projeto de Fábrica e *layout*

Projeto de fábrica é definido como o projeto de uma empresa, indústria ou organização, abrangendo o projeto total do negócio, ou seja, todos os aspectos necessários para a modificação ou implantação de uma empresa (Lee, 1998; Oliveiro, 1985). O projeto de fábrica envolve questões como: levantamento de capital, estudos do mercado e previsão de demanda, projeto do produto, planejamento estratégico, processos produtivos do produto, tomar a decisão de comprar ou fazer, localização da indústria, cálculo da capacidade produtiva da fábrica, arranjo físico, desenvolvimento da organização, entre outros. Por sua vez, o *layout* (arranjo físico) é apenas uma parte do projeto de fábrica e tem uma função mais limitada, a de planejar um arranjo físico adequado da unidade fabril (MOORE, 1962).

Meyers e Stephens (2013) afirmam que a integração dos fatores de produção (humano, tecnológico e organizacional) é a chave para que se tenha um sistema produtivo eficiente e uma organização industrial competitiva, através da combinação ótima dos seus recursos.

Para o planejamento de uma fábrica (implantação) é importante levar-se em conta não somente os aspectos internos, mas também os externos. Isso porque atualmente as empresas não podem se mostrar fechada no meio em que esta inserida, pois a mesma sofre influência deste meio. Assim, para se compreenda esse processo de interação é preciso obter um olhar sistêmico sobre a empresa.

Em relação às questões competitivas Neumann e Scalice (2015), destacam o Projeto de Fábrica e *Layout* como uma forma de obter melhores indicadores de desempenho, pois reúne variáveis de diversos campos do conhecimento associando-as ao planejamento sistêmico das atividades de produção, sendo definidas através de uma sequência de decisões.

Os mesmos autores afirmam ainda que de modo geral, desde a fase do projeto das Unidades Produtivas fica claro que é preciso haver uma conexão entre as decisões tomadas para a sobrevivência das empresas, projetando o todo para longo prazo e somente depois os detalhes e assim alcançar os desejados níveis de competitividade no longo prazo.



Assim, percebe-se que o planejamento é de extrema importância, não somente para produzir, como também para alocar recursos, eliminando deslocamentos desnecessários dentro de uma área fabril que atenda a sua necessidade de produção. O ideal para uma fábrica é conseguir ter um planejamento à longo prazo para questões de futuras expansões já na construção da primeira unidade fabril, bem como o planejamento de seu arranjo físico. O mesmo vale para não projetar espaços ociosos e incompatíveis com a capacidade de produção (PACHE, 2016).

## **2.2. Projeto de *Layout* (Arranjo físico)**

Peinado e Graeml (2007), definem o arranjo físico como a parte mais visível e exposta de qualquer organização. Assim, o arranjo físico é uma das características mais evidentes de uma operação produtiva porque determina sua “forma” e aparência. É aquilo que a maioria de nós notaria em primeiro lugar quando entrasse pela primeira vez em uma unidade produtiva (SLACK *et al.*, 2002).

A competitividade exige dos profissionais um constante aprimoramento das práticas de manufatura e no aperfeiçoamento da logística, utilizando, assim, ferramentas de integração que proporcionem desempenho mais eficaz, seleção de *layout* mais adequado, entre outros Carlos *et al.* (2013). Para Ferreira e Reaes (2013) o *layout* é considerado uma atividade crucial para a viabilidade de uma atividade manufatureira, na economia globalizada.

O arranjo físico ou *layout* de uma indústria tem como objetivo o posicionamento físico dos recursos de transformação e, tratando-se de uma difícil e longa atividade administrativa, reforçam, ainda, que o mau dimensionamento pode resultar em fluxos longos e confusos, prejudicando a produtividade da empresa (DRIRA *et al.*, 2007).

O posicionamento físico dos recursos de transformação, como homens, máquinas e equipamentos, destaca-se como um dos principais desafios na gestão industrial (FERREIRA; REAES, 2013). Assim, Krajewski *et al.* (2009) destacam que os *layouts* afetam o fluxo de trabalho entre os processos em uma organização, assim como suas interligações com outros lugares da cadeia de valor.

Ainda segundo Krajewski *et al.* (2009), o conceito de arranjo físico é ainda mais amplo e envolve decisões de planejamento do *layout* como: a localização de todas as máquinas, utilidades, estações de trabalho, centros de atividades econômicas, áreas de

atendimento ao cliente, áreas de armazenamento de materiais, padrões de fluxo de materiais e todas as áreas de circulação de pessoas.

Para Oliveira (2011) o correto dimensionamento do *layout* pode contribuir para:

- a) proporcionar um fluxo de comunicações entre as unidades organizacionais de maneira eficiente, eficaz e efetiva;
- b) proporcionar melhor utilização da área disponível da empresa;
- c) tornar o fluxo de trabalho eficiente;
- d) proporcionar redução da fadiga do funcionário no desempenho da tarefa, incluindo o isolamento contra ruídos;
- e) ter um clima favorável para o trabalho e o aumento da produtividade.

Por outro lado, Araújo (2010) evidencia que o uso inadequado do *layout* acarreta em:

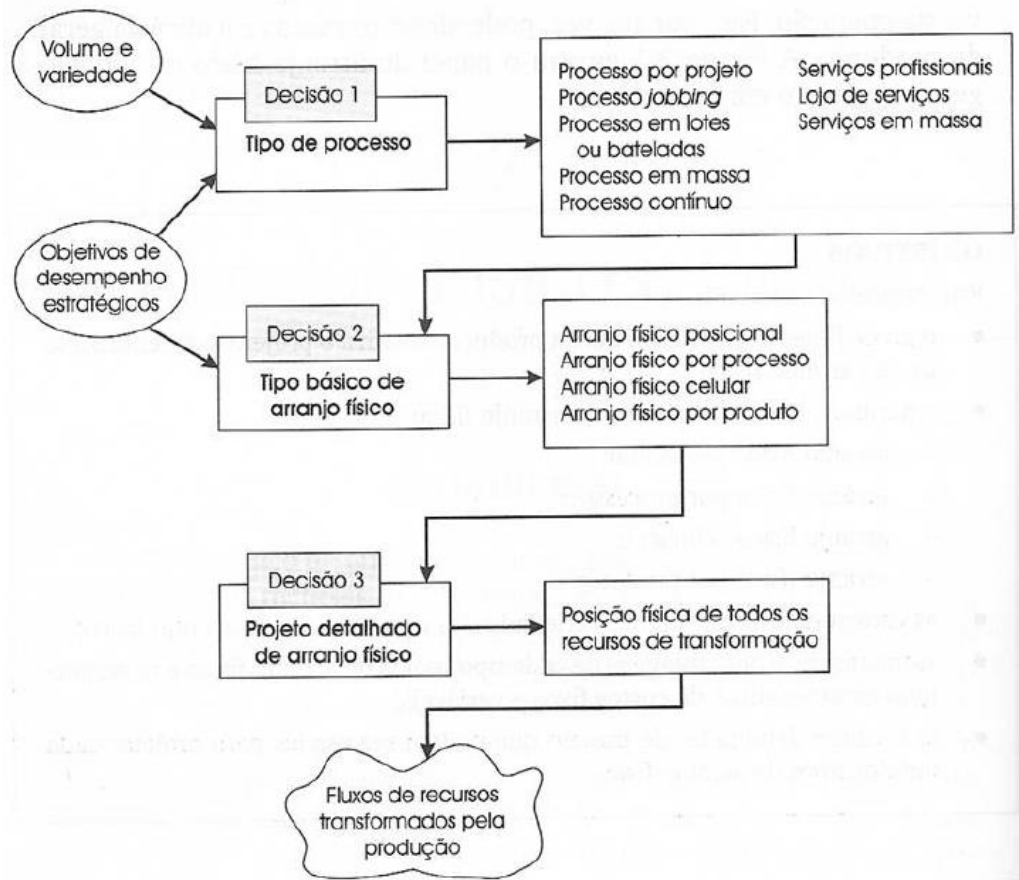
a) retardamento excessivo: a gestão de processos pode demonstrar, uma deficiência na distribuição espacial. O gestor deve perceber na demora um indicador de que algo naquele ambiente precisa ser modificado, que pode ser postos de trabalho, ou deslocamentos de unidades inteiras. A demora acima das expectativas pode propiciar um indicador de falhas no uso do espaço físico.

b) má projeção de locais de trabalho: essa é uma deficiência ligada especificamente ao *layout* projetado para os postos ou locais de trabalho. Decorre, muitas vezes, do fato de a projeção ter sido elaborada por pessoal não qualificado ou elaborada segundo a vontade de cada grupo de pessoas destinadas a determinado espaço.

c) perda de tempo no deslocamento de uma unidade a outra: aqui se trata de uma forma específica em que os desejos pessoais determinam, criam enormes prejuízos à organização, por causa do lapso de tempo decorrido entre unidades da organização, unidades de uma mesma área ou, com frequência, unidades de várias áreas.

Slack et al. (1999) descrevem três decisões essenciais a serem tomadas para o planejamento de um *layout*, que são: selecionar o tipo de processo, o arranjo físico básico e o projeto detalhado de arranjo físico. A Figura 1 demonstra o esquema dessas três decisões.

**Figura 1. Decisão do melhor *layout***



Fonte: Slack et al. (1999, p.162)

### 2.2.1. Tipos de processo

Conforme mostrado na figura 1, Slack *et al.* (1996), classificam os processos seguinte forma: projetos, *jobbing*, lote ou batelada, massa e contínuo.

Um processo por projeto trabalha com produtos que podem ser considerados exclusivos, bastante customizados. O período de tempo para realizar o projeto ou serviço é relativamente longo. Assim, baixo volume e alta variedade são características deste tipo de processo. As atividades envolvidas na execução do produto dependem do produto encomendado, portanto não são padronizadas e podem ser modificadas durante a produção. Geralmente, todos os recursos da empresa são direcionados para um projeto por vez, cujo processo é realizado tipicamente por encomenda (SLACK *et al.*, 1996).

Por sua vez, o processo de *jobbing*, segundo Slack *et al.* (1996), trabalha com variedade muito alta e baixos volumes, onde cada produto deve compartilhar os recursos da operação com diversos outros. Neste tipo de processo, são produzidos mais

itens e usualmente menores do que nos processos por projeto, porém, o grau de repetição é baixo em ambos.

No processo por lote ou batelada a operação é repetida, produzindo uma determinada quantidade de produtos iguais, até satisfazer o tamanho do lote desejado. O tamanho do lote varia desde algumas unidades até toneladas de produto por unidade de tempo. O processo em lotes pode ser baseado em uma gama mais ampla de níveis de volume e variedade do que outros tipos de processo (SLACK *et al.*, 1996).

Por outro lado, o processo em massa é definido segundo Slack *et al.* (1996) como os que produzem bens em alto volume e variedade relativamente estreita. É, entretanto, essencialmente uma operação em massa porque as diferentes variantes de seu produto não afetam o processo básico de produção.

Por ultimo, e não menos importante tem-se o processo contínuo, que trabalham com volumes ainda maiores e têm variedade ainda mais baixa que a produção em massa. Em geral, operam por períodos de tempo ainda mais longos. Por vezes, chegam a ser literalmente contínuos no sentido de que os produtos são indivisíveis e produzidos em fluxos ininterruptos (SLACK *et al.*, 1996).

### **2.2.2. Tipos de *layout***

Peinado e Graeml (2007) definem que os principais tipos de *layout* são: *layout* por produto ou por linha; *layout* por processo ou funcional; *layout* celular; *layout* por posição fixa; e *layout* misto.

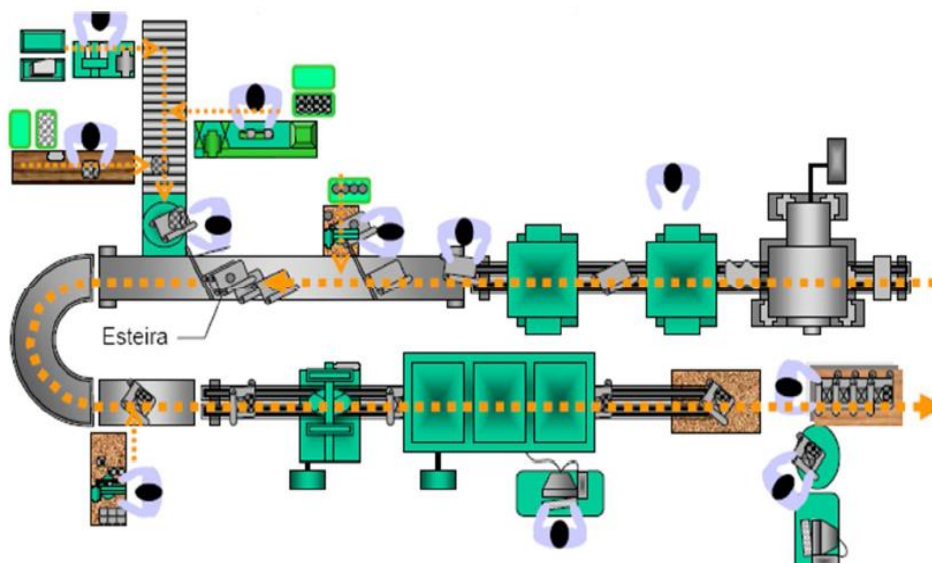
#### **2.2.2.1. *Layout* por produto ou por linha**

De acordo com Carlo *et al.* (2013), nesse tipo de *Layout* as máquinas, equipamentos e estações de trabalho são posicionados de acordo com a sequência de montagem dos produtos. Este modelo de arranjo proporciona alta produtividade, porém, possui elevado custo fixo e pouca flexibilidade para produção ou montagem de produtos diferentes. Exemplo: linha de montagem de eletrodomésticos.

Peinado e Graeml (2007) identificam que este tipo de estruturação foi idealizada na fábrica de Henry Ford. Neste caso, as máquinas, os equipamentos ou as estações de trabalho são colocados de acordo com a sequência de montagem, sem caminhos alternativos para o fluxo produtivo. Este arranjo permite obter um fluxo rápido na

fabricação de produtos padronizados, que exigem operações de montagem ou produção sempre iguais. Porém, o custo fixo da organização costuma ser alto, mas o custo variável por produto produzido é geralmente baixo, caracterizando um elevado grau de alavancagem operacional.

**Figura 2. Exemplo de *layout* por produto ou por linha**



Fonte: Garcia Júnior (2012), adaptado de DOBLAS (2010)

#### 2.2.2.2. *Layout* por processo ou funcional

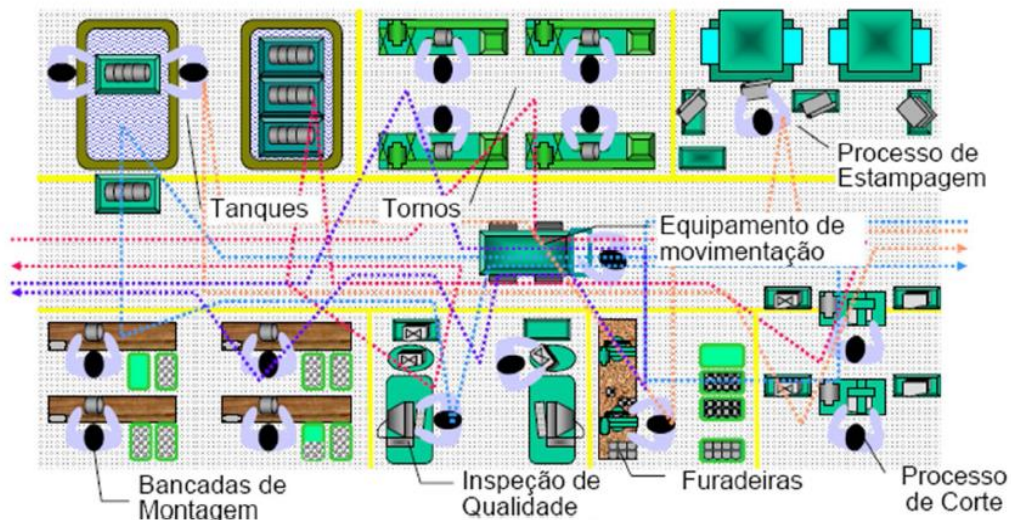
Segundo Gaither e Frazier (2002), neste tipo de *layout* todas as operações que possuem processos tecnológicos similares são agrupadas para formar um “departamento” de produção, como por exemplo, operações de produção que envolvem montagem são agrupadas em um lugar para formar um departamento de montagem.

Krajewski *et al.* (2009) entendem que processos de linha de frente e tarefas com fluxos de trabalho muito diferentes tem volume baixo e personalização alta. Na medida em que o roteiro de fabricação de determinado lote de peças exige uma operação, o mesmo é movimentado até o respectivo departamento para ser processado. Após a operação, o lote segue para o próximo departamento estabelecido no roteiro, até sua total conclusão (TUBINO, 2007).

Existem algumas vantagens no uso deste tipo de *layout*, onde Peinado e Graeml (2007) destacam: grande flexibilidade para atender a demandas de mercado, atende a

produtos diversificados em quantidades variáveis ao mesmo tempo. A característica de flexibilidade para atender as demandas e produtos diversificados define este tipo de leiaute como candidato ao estudo de caso desenvolvido no presente artigo, dada a característica da empresa em questão.

**Figura 3. Exemplo de *layout* por processo ou funcional**



Fonte: Garcia Júnior (2012), adaptado de DOBLAS (2010)

### 2.2.2.3. *Layout* Celular

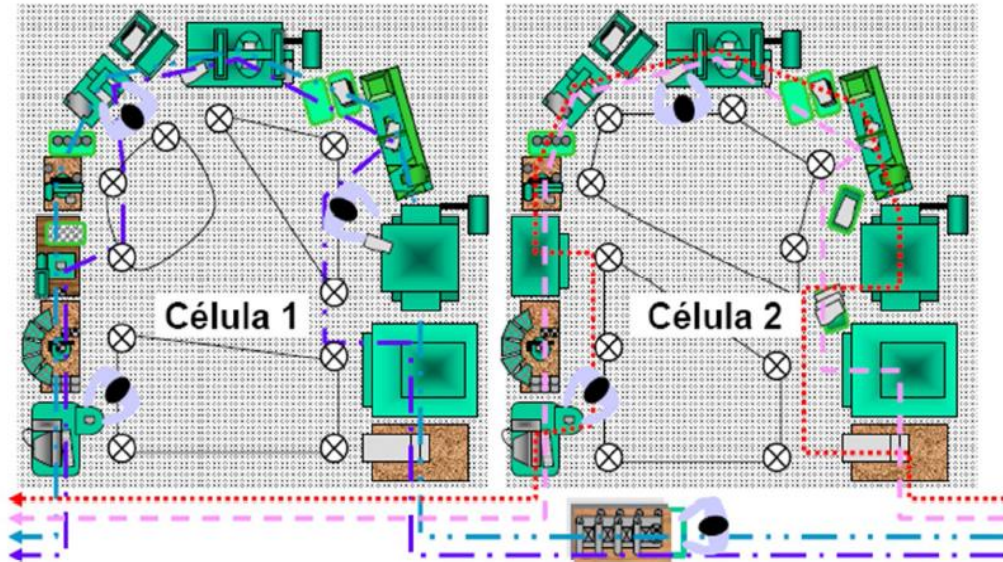
Segundo Peinado e Graeml (2007), o arranjo físico do tipo celular busca obter as vantagens do arranjo físico por processo, com as vantagens do arranjo físico por produto. Este tipo de arranjo procura localizar em um só local, conhecido como célula, máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro.

Seguindo o mesmo raciocínio, Slack et al. define esse tipo de *layout* como os recursos transformados, entrando na operação, são pré-selecionados para movimentar-se para uma parte específica da operação, na qual todos os recursos transformadores necessários a atender a suas necessidades imediatas de processamento se encontram. A célula em si pode ser organizada segundo o *layout* por processo ou por produto.

Assim, Prata (2002) entende que o arranjo físico celular concentra em um só local todos os recursos necessários ao processamento de um determinado produto previamente selecionado. Este tipo de organização minimiza o espaço percorrido pelo produto dentro da indústria. O mesmo autor identifica uma característica muito

importante do arranjo celular, que é a união das vantagens dos arranjos por processo e por produto.

**Figura 4. Exemplo de *layout* celular**



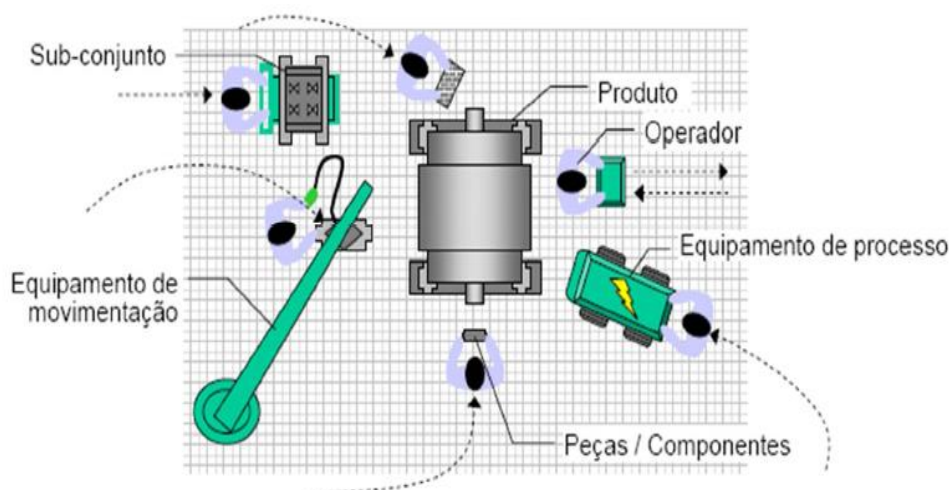
Fonte: Garcia Júnior (2012), adaptado de DOBLAS (2010)

#### **2.2.2.4. *Layout* por posição fixa**

Segundo Martins e Laugeni (2006, p. 140) nesse tipo de *layout* o material permanece fixo em uma determinada posição e as máquinas e funcionários se deslocam até o local para executar as operações.

Esse tipo de *layout* é indicado para fabricação de um único produto, em pequenas quantidades ou unitária, sem repetição. Indústrias fabricantes de turbinas, navios, pontes rolantes, aviões, entre outras são as que utilizam esse tipo de *layout*.

**Figura 5. Exemplo de *layout* por posição fixa**



Fonte: Garcia Júnior (2012), adaptado de DOBLAS (2010)

### 2.2.2.5. *Layout* misto

Slack *et al.* (1996) cita que muitas operações utilizam *layouts* mistos, que combinam elementos de alguns ou todos os tipos básicos de *layout* ou, alternativamente, utilizam tipos básicos de *layout* de forma “pura” em diferentes setores da operação.

A partir da definição do tipo de processo produtivo de uma fábrica têm-se dados importantes para escolha do arranjo físico, porém este não é pré-determinado. Ou seja, podem-se adotar *layouts* diferentes para o mesmo processo, pois existem outras variáveis que influenciam a escolha. No entanto, o estudo do tipo do processo adotado pela empresa é o fator mais importante para a escolha do mais adequado às suas instalações SLACK *et al.* (1996).

A relação do tipo do processo versus o tipo de *layout* pode ser observada na Figura 6.

**Figura 6. Correlação entre os tipos de *layout* e os tipos de processo**

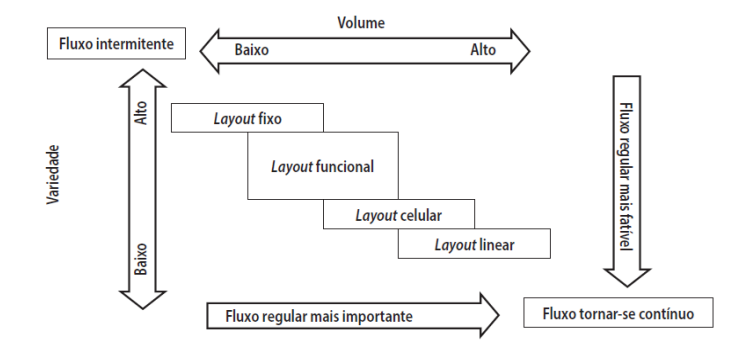
Tipo de Processo	Tipo de <i>layout</i>
Processo por projeto	<i>Layout</i> posicional
Processo tipo <i>jobbing</i>	<i>Layout</i> por processo
Processo tipo <i>batch</i> (batelada)	
Processo em massa	<i>Layout</i> celular
Processo contínuo	<i>Layout</i> por produto

Fonte: Pache (2016), adaptado de Slack et al.,2002



Para definir o *layout* adequado é necessário um planejamento na escolha do modelo que tenha afinidade com o serviço ou produto desenvolvido. Pensando nisso, Slack *et al.* (2007) desenvolveram uma matriz que associa as características desejadas, como volume e variedade de produtos, com cada modelo de arranjo físico. A Figura 7 apresenta a escolha do *layout* partindo da variedade e volume esperado.

**Figura 7. Matriz Volume x variedade**



Fonte: Rosa et al. (2014), baseado em Slack *et al.* (2007).

De acordo com as definições apresentadas pelos quatro modelos básicos dos modelos de *layout*, Rosa et al. elaboram um quadro apontado as vantagens e a desvantagens de cada modelo, esse quadro pode ser observado na figura 8.

**Figura 8. Vantagens e Desvantagens dos Modelos de *Layout*.**

Modelo	Vantagens	Desvantagens
Linear	<ul style="list-style-type: none"> <li>- baixos custos unitários para altos volumes de produção;</li> <li>- baixa quantidade de estoques de produtos em processamento;</li> <li>- movimentação adequada de materiais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- baixa flexibilidade de mix;</li> <li>- trabalho repetitivo, prejudicando a moral e motivação dos colaboradores;</li> <li>- alta dependência entre as atividades, sendo que a falha em uma etapa pode afetar todo o processo.</li> </ul>
Funcional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- alta flexibilidade de mix e produto;</li> <li>- fácil supervisão de equipamentos e instalações;</li> <li>- facilidade no treinamento, visto que há menor quantidade de funções.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- baixa utilização de recursos, maior osciosidade;</li> <li>- maior estoque em processo;</li> <li>- menor velocidade de movimentação;</li> <li>- maior número de setup.</li> </ul>
Celular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- trabalho em grupo incentiva motivação;</li> <li>- equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com alta variedade;</li> <li>- maior facilidade no planejamento e controle da produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- possível dificuldade de adaptação dos operadores pela alta variedade de atividades;</li> <li>- alto custo para reconfigurar o arranjo;</li> <li>- reduz níveis de utilização de recursos.</li> </ul>
Fixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- flexibilidade muito alta de mix e produto;</li> <li>- alta variedade de tarefas para a mão de obra;</li> <li>- produto ou cliente não movido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- custos unitários muito altos;</li> <li>- programação de atividade ou espaço pode ser complexa;</li> <li>- pode exigir muita movimentação de máquinas e mão de obra.</li> </ul>

Fonte: Rosa et al. (2014)

Assim, pode-se concluir que o tipo de *layout* selecionado irá interferir diretamente na escolha do processo de fabricação.

## 2.3. Modelos de projeto de fábrica

### 2.3.1. Modelo de Muther (SLP)

O modelo proposto por Muther (1978), apesar de ser antigo, é ainda amplamente usado nos dias atuais, sendo conhecido mais como modelo SLP (*Systematic Layout Planning*). Esse método é baseado na análise P, Q, R, S, T (*Products, Quantities, Routings, Services, Time*); onde para realizar o planejamento do arranjo físico são considerados aspectos como o que produzir (Produto), quanto produzir (quantidade), como esses produtos serão produzidos (roteiro), definir os serviços e apoio (serviços de apoio) e quando serão produzidos esses produtos (tempo). Esses aspectos podem ser observados na figura 9.

**Figura 9. Chave PQRST**



**Fonte: Adaptado de Muther, 1978**

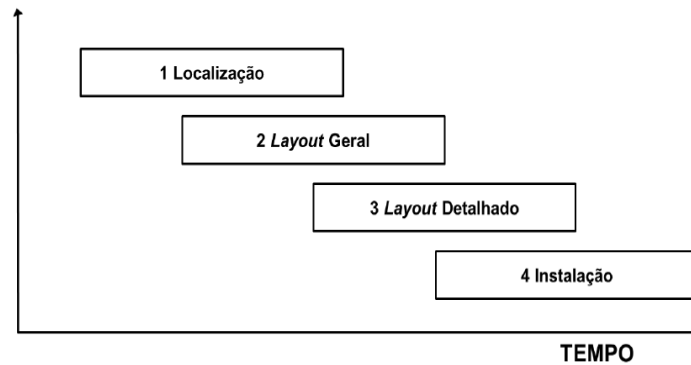
Esse método sistematizou os conhecimentos e ferramentas para planejamento de *layout* até então utilizados na época, assim esse método é constituído por: estruturação de fases, modelo de procedimentos e conjunto de convenções.

Para realizar o planejamento de acordo com esse modelo é necessário seguir alguns procedimentos, estes devem ser baseados nas variáveis do PQRST, devendo esses passar por quatro fases distintas, que são:

- Localização,

- *Layout* geral,
- *Layout* detalhado e
- Instalação.

**Figura 10. Estrutura para projeto e planejamento de *layout*.**

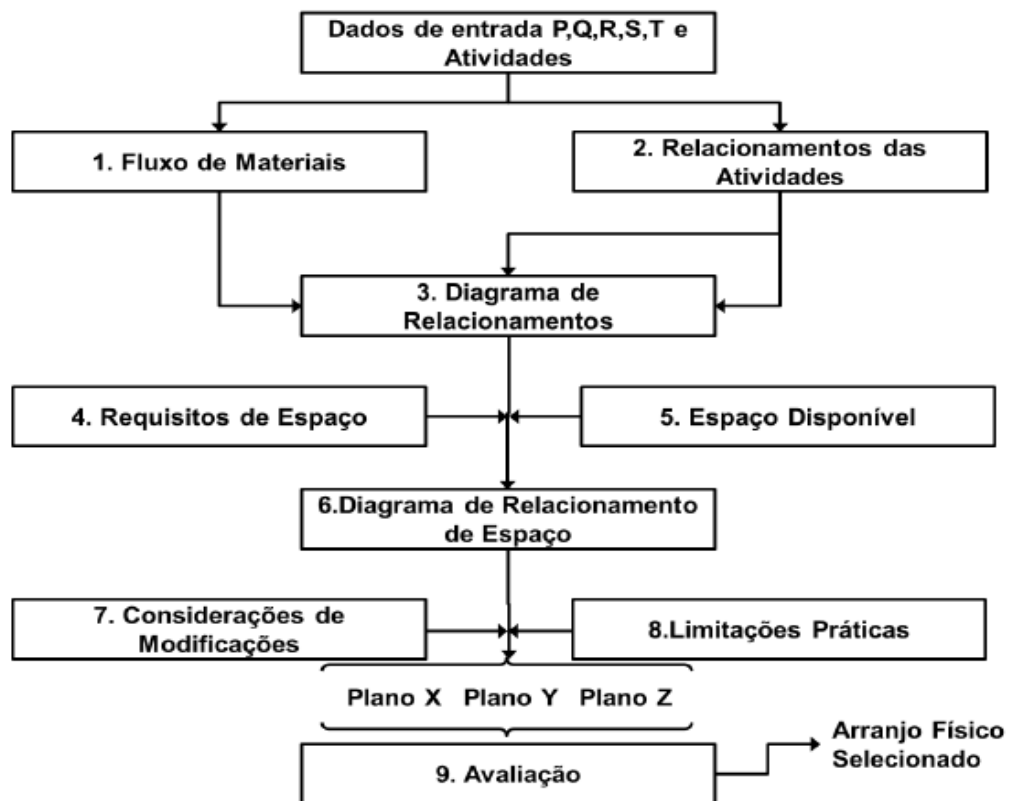


**Fonte: Fonte: Adaptado de Muther, 1978.**

A primeira fase, localização, consiste na determinação da área e local para realização do projeto; o segundo por sua vez, *layout* geral, são definidas as áreas de alocação baseados nos fluxos e inter-relações do processo; o terceiro, *layout* detalhado, engloba a localização de todos elementos e recursos do sistema; por último, a instalação, consiste em determinar o planejamento da instalação, ao final com a aprovação é realizado as mudanças necessárias.

Tendo como parâmetro as quatro fases mencionadas, Muther esquematiza o seu método SLP, conforme pode ser observado na figura 11.

Figura 11. . Modelo SLP



Fonte: Muther (1978)

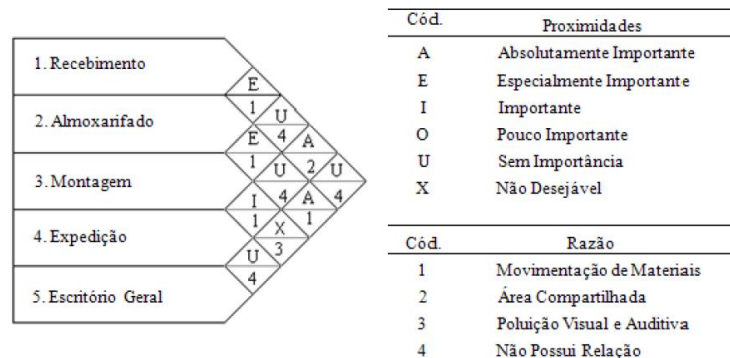
Os passos descritos acima servirão como dados de entrada para que ao final tenha-se uma visão sistêmica da empresa e assim possa se avaliar e escolher o melhor modelo que se adapta a mesma. Esses passos consistem em:

- 1. Dados de entrada:** em primeiro lugar é necessário a coleta de dados que servirão de base para a elaboração do *layout*. Segundo Muther (1978), os dois elementos primordiais para começar a idealizar um arranjo físico são a definição dos produtos que serão produzidos (P) e a quantidade a ser produzida (Q). No entanto, além desses há outros três elementos, como o roteiro que o produto irá seguir dentro de sua instalação industrial. Bem como a sua sequência (R); os serviços de apoio desse produto (S) e o tempo necessário de produção (T). Assim, têm-se como dados iniciais os elementos P, Q, R, S e T que servirão de suporte às soluções de arranjo físico.
- 2. Determinar o fluxo de materiais:** Para Muther (1978), é essencial a análise do fluxo de materiais, que consiste em definir, através das etapas do processo de produção, qual a sequência de movimentação ou o roteiro pelo produto, bem como sua magnitude e intensidade. Vale ressaltar que durante o percurso é

necessário analisar se ocorrem desvios, retornos e cruzamentos, pois esses devem ser evitados, sendo assim necessário tomar medidas para com o objetivo de evitar esses casos. Ainda segundo Muther (1978), existem ferramentas capazes de ajudar nessa análise com o auxílio do diagrama P-Q. Pode-se optar pela utilização da carta de processo (usada quando há pouca diversidade entre os produtos, no entanto alto volume de produção. essa ferramenta é representada por um fluxograma contendo símbolos, onde descreve todo o percurso realizado desde a matéria prima até a expedição do produto acabado), carta de múltiplos processos (usada quando existem produtos diversos com processos semelhantes, porém sem montagem. Esse tipo de ferramenta nada mais é do que linhas de produção paralelas que contem os processos de produção semelhantes, onde os produtos são elencados na horizontal e os processos na vertical) ou a carta de para (utilizada para aqueles produtos que apresentam alta diversificação, porém com baixo volume. Esse tipo de carta elenca na sequência tanto na vertical quanto na horizontal os processos, de modo a criar um tipo de inter-relacionamento).

- 3. Fazer o relacionamento de atividades-serviços:** Nesta etapa são relacionados as atividades realizadas em cada setor e posteriormente determinado a afinidade entre cada um, atribuindo um grau de afinidade que determina se um setor deve se manter longe ou distante um do outro. Assim, para essa etapa é utilizado o a Carta de Afinidades como ferramenta (MUTHER, 1978). A carta de afinidade consiste em um matriz triangular onde são elencados todos os setores ou atividades que compõe a instalação fabril, sendo os cruzamentos das linhas constituídos por losangos, onde são preenchidos em sua parte superior a importância de proximidade segundo a escala A, E, I, O, U e X; e em sua parte inferior os códigos numéricos de acordo com a tabela de razão construída.

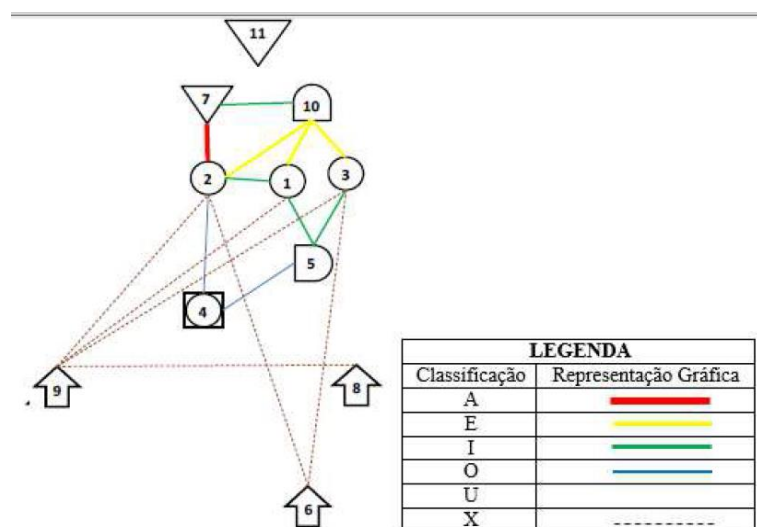
**Figura 12. Exemplo Carta de Afinidades**



Fonte: Muther e Wheeler, 2000 (adaptado pelo autor)

- 4. Construção do diagrama de relacionamentos:** De acordo com Muther (1978), essa etapa consiste em representar visualmente as informações dispostas na carta de afinidades em um desenho da localização de cada área ligando-as através de linhas representativas de afinidade, com o objetivo de encontrar a menor distancia possível entre os setores.

**Figura 13. Exemplo de Diagrama de Inter-relações**



Fonte: Rócio, 2013

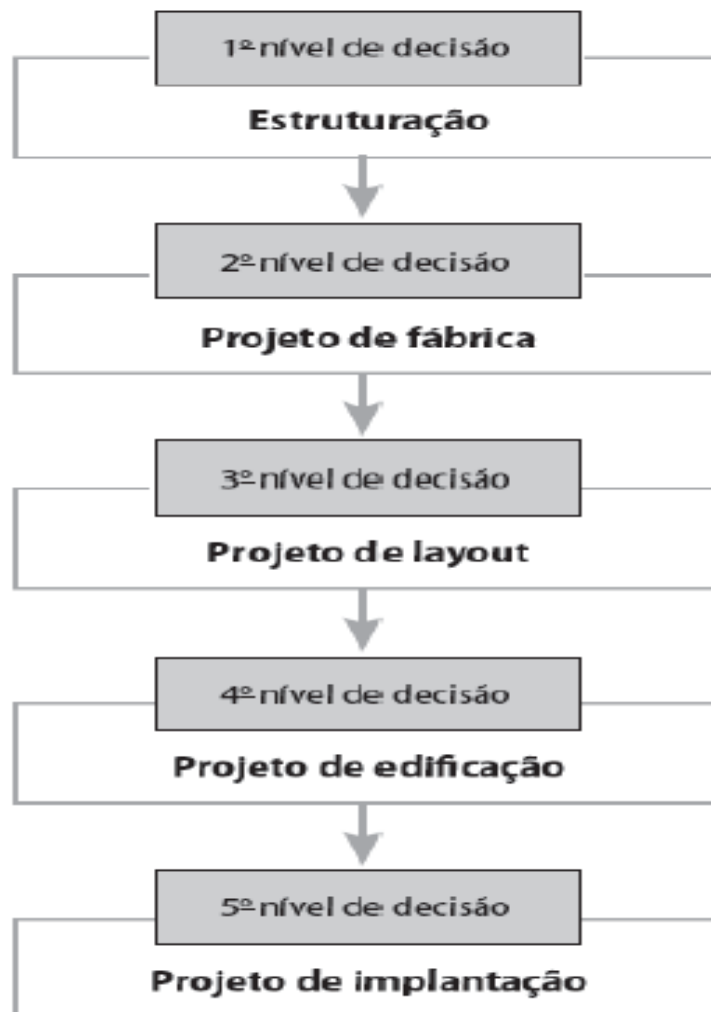
- 5. Levantamento do espaço disponível e espaço que se pretende utilizar:**

Desenhado o espaço geográfico é necessário determinar a área de cada unidade de produção, para isso é utilizado algum método de determinação de espaço, podendo ser o numérico, de arranjos esboçados, de conversão, de padrões de espaço ou o de projeção de tendências.

- 6. Construção do diagrama de inter-relacionamento baseado nas informações obtidas no passo anterior:** Nessa fase são incluídos ao diagrama de inter-relações já construídos a necessidade de espaço para cada setor de produção de acordo com o balanceamento de espaços feito na etapa anterior. Assim, é possível obter uma melhor visualização do *layout* próxima das unidades de produção. Esse diagrama pode ser desenhado tendo como base as informações de fluxos e as inter-relações entre os setores construídos a necessidade de espaço para a (MUTHER, 1978).
- 7. Levantamento das considerações quanto à implantação e modificação do layout:** Quando feito a adaptação do espaço ao diagrama já é possível obter um pré *layout*, porém ainda é necessário levantar algumas condições de modificações e limitações. Assim, nessa fase é necessário adaptar da melhor forma possível o *layout* de acordo com as limitações de espaço e produção instalação fabril, ou seja, adapta-las as limitações de espaço e propor várias alternativas de *layout*, devendo ter entre três a cinco alternativas.
- 8. Com base nas informações dos passos anteriores deve-se escolher o layout que mais se adapta a realidade da organização:** Após a análise de cada alternativa proposta de *layout* é selecionado aquela então que melhor atenda as necessidades da empresa e resulte no menor *lead time* de produção, fluxos coerentes e menor distância percorrida entre as operações.

### 2.3.2. Metodologia PFL (Neumann e Scalice)

A metodologia adotada por Neumann e Scalice (2015) é fundamentada em algumas das metodologias propostas por outros autores, principalmente a de Muther (1978), sugerindo assim um novo método, conhecido como método PFL. Os conceitos abordados pelos autores envolvem Estruturação-estratégia, projeto de fábrica, projeto de *layout*, projeto de edificação e implantação. Essas cinco fases mencionadas são os níveis de decisão, conforme pode ser observado na figura 14.

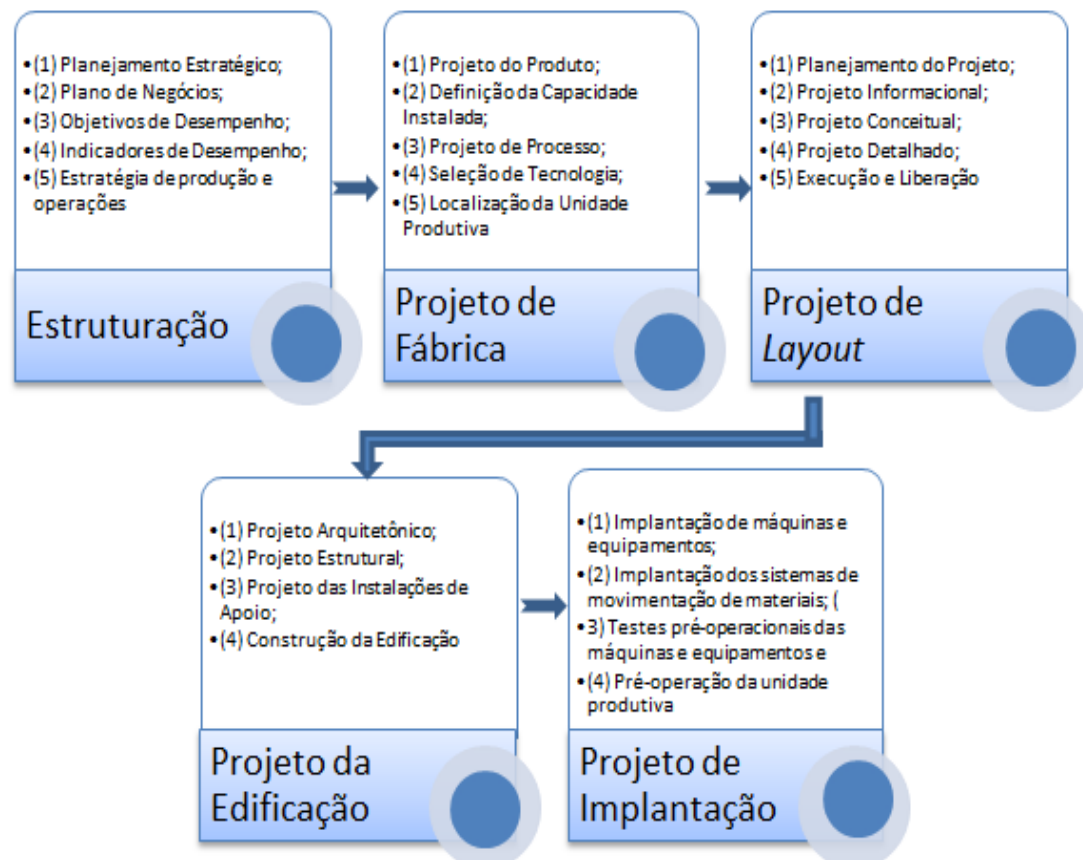
**Figura 14. Modelo de Projeto de Fábrica e *Layout* de Neumann e Scaliace.**

Fonte: Neumann e Scaliace (2015)

A primeira fase consiste em elaborar as estratégias corporativas e de produção da organização. Já a segunda, Projeto de Fábrica, é composta de etapas referente ao planejamento da unidade fabril. A terceira fase, Projeto de *Layout*, compõe questões relacionadas ao planejamento do arranjo físico levando-se em conta cada recurso da fábrica, seja ele material ou de mão-de-obra, determinando assim a posição que cada um irá ocupar, além dos fluxos de processo. Na quarta fase, refere-se à arquitetura e estrutura da unidade produtiva. Por fim, a quinta fase, Projeto de Implantação, abrange etapas relacionadas à implantação final da unidade produtiva, de forma que esteja pronta para operar. (NEUMANN e SCALICE, 2015). Cada etapa das fases da metodologia PFL mencionadas acima podem ser observadas na figura 16 abaixo.



**Figura 15. Etapas do Modelo de Projeto de Fábrica e *Layout* de Neumann e Scaliace.**



Fonte: Neumann e Scaliace (2015)

Segundo Neumann e Scaliace (2015) qualquer empresa pode fazer uso dessa metodologia, sendo de fácil assimilação e podendo ser adaptada de caso a caso. Os mesmos autores ainda afirmam que todas as fases influenciam nos custos e prazos de funcionamento das unidades produtivas, mantendo o seu foco na demanda de mercado.

#### 2.4. Indústria metalúrgica

A Indústria metalúrgica reuni um conjunto de técnicas e procedimentos onde é realizada a manipulação dos metais e suas ligas. Os primeiros metais utilizados foram os nobres, sendo encontrados na natureza em sua forma bruta, que com a descoberta do fogo passaram a serem moldados e utilizados como diversos utensílios (METALURGIA E SIDERURGIA, 2010).

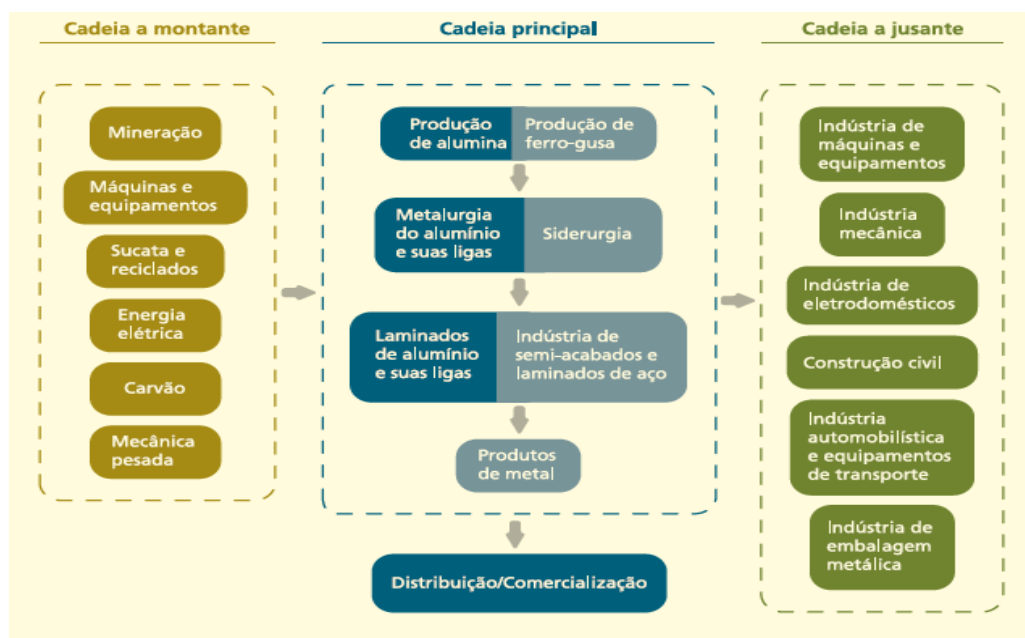
Acredita-se que as primeiras ligas metálicas surgiram após a Revolução Industrial, com criação dos primeiros alto-fornos no século XVIII, onde com a adição do estanho e o cobre passou-se a produzir o bronze, (SÃO FRANCISCO, 2010).

Ainda segundo São Francisco (2010), a primeira fábrica de ferro que surgiu no Brasil foi em 1590, na região onde hoje se localiza Sorocaba, no entanto, o país que era colônia de Portugal era proibido de possuir indústrias, para evitar a concorrência direta com os produtos produzidos pela metrópole. Porém, devido a alta abundância de matéria prima e demanda surgiu assim as primeiras casas de cunhagem e fundição. Assim, em 1795 a coroa autorizou a construção da primeira fabrica de ferro em São Paulo e posteriormente em Minas Gerais.

Em 1930, com a queda do café, foi que a indústria metalúrgica começou a crescer no país, assim, começou-se a produção em larga escala e com isso o surgimento do operário industrial. (METALURGIA E SIDERURGIA, 2010).

Hoje a cadeia produtiva da indústria metalúrgica e produtos de metal dividem-se em três blocos: extração; industrialização/comercialização/distribuição; mercado consumidor; compondo assim a cadeia produtiva do setor.

**Figura 16. Cadeia produtiva da metalurgia e produtos de metal**



Fonte: Sebrae/Multivisão

A produção no Brasil destaca-se pela utilização principalmente do minério de ferro, cerca de 74%, e o restante derivados de reciclagem de sucata. Esse tipo de

indústria consome bastante energia elétrica e carvão para o aquecimento de seus fornos e caldeiras. No entanto, esforços vem sendo feitos para a substituição dessas fontes de energia por outras de baixo custos e menos agressoras ao meio ambiente, (SEBRAE, 2007).

Dentre tantas utilizações dos produtos da indústria metalúrgica e produtos de metal, destacam-se as indústrias de máquinas e equipamentos, metal mecânica, de eletrodomésticos, construção civil, automobilística e de equipamentos de transporte, e de embalagens.

Um dos setores que mais vem crescendo dentro da metalurgia nos últimos anos é o de metais sanitários, isso se deve principalmente ao fato de seus produtos serem destinados principalmente à construção civil, esse em constante ascensão no país. Hoje esse setor movimentava cerca de 600 milhões de reais anualmente, sendo os principais produtos comercializados as torneiras, registros, misturadores e válvulas, além de acessórios para banheiro (PRADO FILHO, 2010).

Prado Filho (2010) também afirma que o país conta com pouco mais de 150 empresas que atuam nesse ramo, sendo 17% de grande porte, 44% médias e o restante pequenas. Até poucos anos atrás haviam poucos produtos importados, no entanto esse cenário está mudando, muitas empresas hoje já contam com diversas parcerias internacionais, principalmente chinesa, exportando componentes que depois irão compor seu produto final. No entanto, também há produtos que vem de fora concorrer diretamente com os brasileiros, porém esses ainda apresentam baixa qualidade quando comparados ao de nosso país, mas com preços mais atrativos.

Por outro lado, no mercado interno há uma competição acirrada entre as empresas, onde as grandes tentam roubar o mercado das médias, e as médias por sua vez das pequenas. Vale destacar também que as médias e pequenas empresas que atuam no setor possuem certas limitações, como problemas de produtividade, custos, e projetos de *design* ultrapassados, assim apenas as de grande porte possuem cunho para concorrer diretamente com as estrangeiras que tentam se consolidar no país.

Ainda de acordo com Prado Filho (2010) p.1 :

“No que se refere à linha de produtos, observa-se que as torneiras usualmente constituem um dos principais itens de produção das empresas médias e pequenas, enquanto as grandes não focalizam a produção neste produto, distribuindo-a entre válvulas, torneiras e misturadores. As empresas médias têm suas linhas de produto fortemente inspiradas nas das líderes, com

pequenas variações em detalhes, como cores e frisos. Já as pequenas muitas vezes não conseguem atualizar suas linhas de produtos, nem através de cópia (PRADO FILHO, 2010). p.1”

Quanto à qualidade dos produtos, segundo o INMETRO (2010), cerca de 20 empresas, que representam cerca de 80% de participação no mercado, contam com certificados de qualidade específico do setor e obedecem as normas da ABNT para metais sanitários; sendo o Programa de Garantia da Qualidade de Metais Sanitários e Aparelhos Economizadores de Água (PGQ) responsável por esse monitoramento.

### 3. METODOLOGIA

De acordo com Lakatos e Marconi (2007, p. 157), a pesquisa é caracterizada por ser “um procedimento formal com método de pensamento reflexivo que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para se conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais.” Ou seja, vai muito além do que procurar a verdade, mas descobrir respostas para os problemas, utilizando para isso métodos científicos.

Quanto a sua natureza, a pesquisa do presente trabalho pode ser classificada como básica, pois engloba verdades e interesses com o objetivo de gerar novos conhecimentos, porém sem aplicação prática prevista. O procedimento técnico de pesquisa adotado foi então o estudo de caso, por se tratar de fenômeno dentro do contexto da vida real.

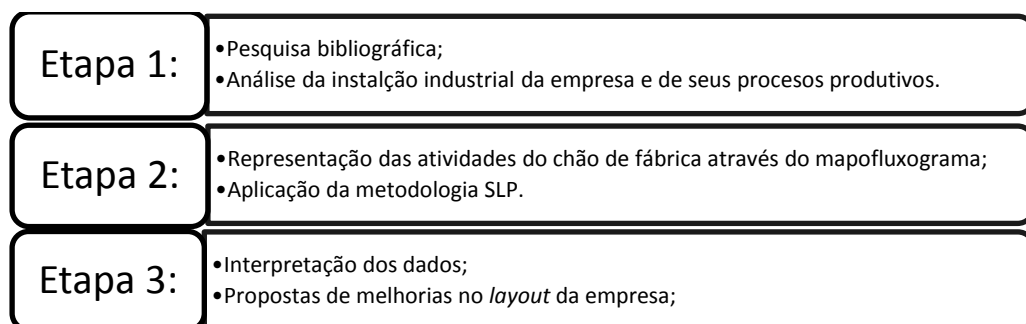
Por sua vez, a abordagem pode ser considerada qualitativa quando o ambiente natural é a fonte direta onde será realizada a coleta de dados, que após as devidas análises serão interpretados e expressos seus resultados; ou qualitativas, quando esses resultados são representados por meio de números (GIL, 2008).

Já o objetivo de estudo, é dividido em exploratório, pois proporciona familiaridade com o problema, deixando-o mais fácil sua visualização; descritiva, quando expõe as características de uma determinada população através da coleta de dados; ou explicativa, onde são identificados os motivos que resultaram em um determinado acontecimento (SOUZA et al., 2013).

Assim, de acordo com o que foi apresentado acima o presente trabalho pode ser classificado como qualitativo e exploratório.

A metodologia adotada para análise do *layout* da empresa para futura proposta de melhoria foi a SLP, onde as etapas para a realização desta consta na figura 15 abaixo.

**Figura 17. Etapas do trabalho**



**Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.**

A etapa 1 consistiu em realizar uma pesquisa bibliográfica sobre projeto de *layout* e o ramo em que a empresa esta inserido. Posteriormente, foram feitas observações de todo o processo produtivo da empresa, além de entrevistas com os funcionários para maior entendimento de como funciona o fluxo de produtos, materiais e pessoas de cada setor. De posse de tais informações deu-se inicio a etapa 2, onde laborou-se o mapofluxograma de toda a empresa e posteriormente aplicou algumas das ferramentas da metodologia SLP, que foram: carta do fluxo de processos, diagrama de para e diagrama de inter-relação. Por fim, de posse de tais resultados propôs-se um novo *layout* para a empresa.

## 4. ESTUDO DE CASO

### 4.1. Apresentação da Empresa

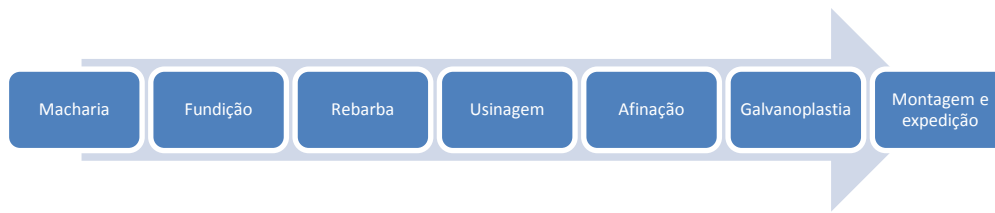
Localizada no município no interior no noroeste do Paraná, Loanda, a empresa foi fundada em 1980, sendo a primeira empresa do setor a se instalar em sua cidade e hoje é sinônimo de credibilidade e tradição na região. A empresa que começou pequena, hoje conta com mais de 200 funcionários e diversas linhas de produtos, oferecendo em seu catálogo cerca de 1107 itens, atendendo não apenas clientes atacadistas e varejistas da região, mas também de todo território nacional.

O tipo de demanda praticado pela empresa é a Produção por Encomenda (MTO- Make to order). Esforços foram feitos para poder-se usar a previsão de demanda para determinar a quantidade de produtos a serem produzidos, para assim diminuir o tempo entre o pedido e entrega dos produtos finais aos cliente, no entanto o método não se mostrou eficiente para a empresa, pois gerou-se um alto volume de estoque de produtos que acabaram não correspondendo com os pedidos efetivos recebidos. Assim, a produção agora só começa após o recebimento formal dos clientes. Dada a ordem de produção do pedido vários itens distintos são fabricados para assim compor o produto final, todos possuem procedimentos básicos, independente da família que pertencem, porém o fluxo de materiais, e o fluxo da peça dentro da planta fabril pode variar de peça para peça.

Atualmente, a empresa conta com sete setores para a produção de seus produtos distribuídos em sua planta fabril, através de observações de todos os departamentos que a compõe foi possível determinar que o *layout* usado pela fábrica é o funcional.

Com o objetivo de obter resultados mais precisos, cada setor foi analisado e estudado visando não apenas observar as operações realizadas, mas também os fluxos de materiais e pessoas dentro do mesmo. Cada setor de produção possui subprocessos dependentes, sendo eles compostos por métodos específicos para sua execução. A figura 16 a seguir apresenta o fluxo dos processos que envolvem a fabricação de seus produtos.

#### **Figura 18. Processo de fabricação de peças de metal**



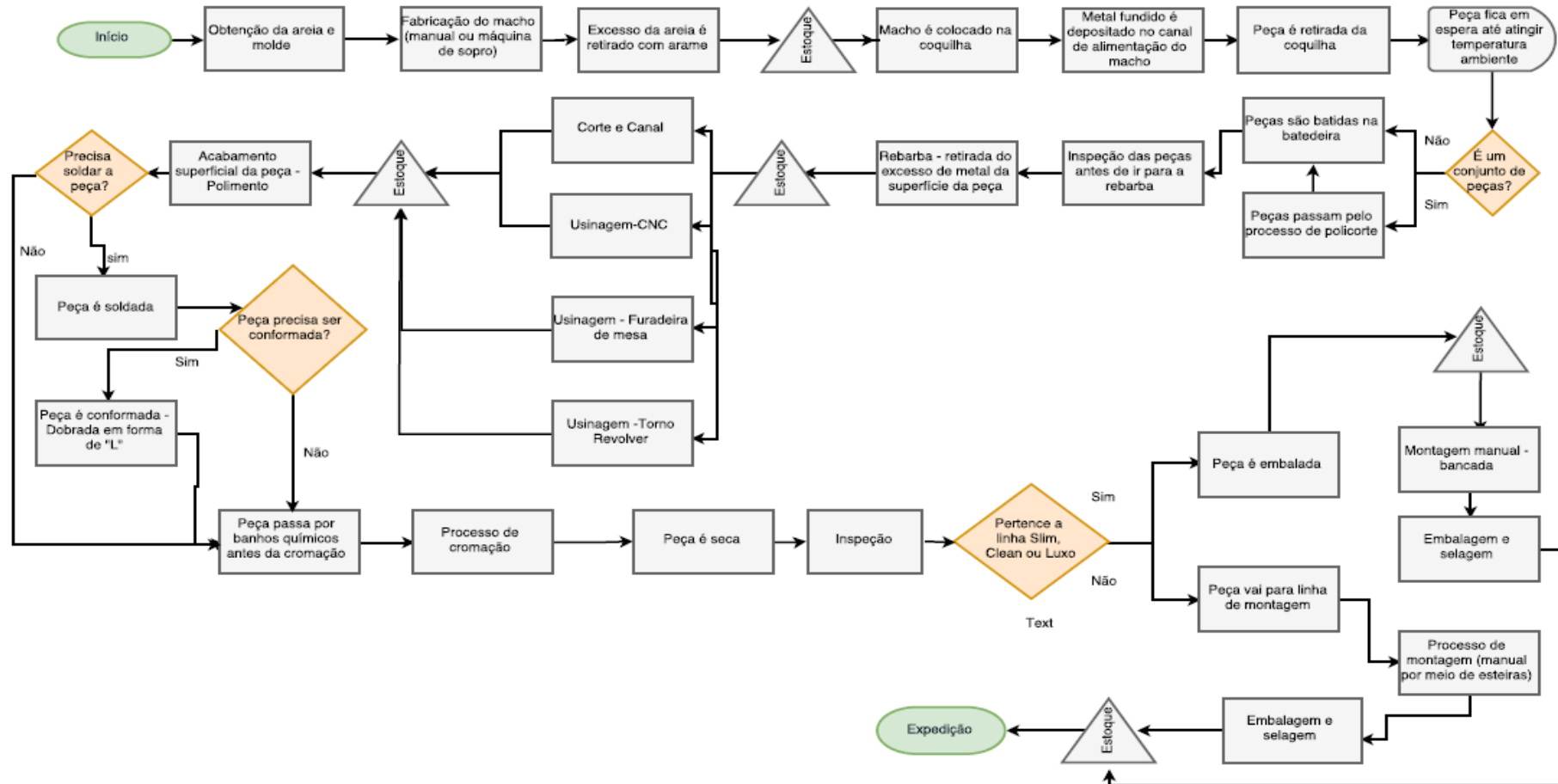
**Fonte: Elaborado pelo autor, 2017**

- ✓ Macharia: O processo de macharia consiste em produzir o macho de areia através da cura da areia verde no molde desejado, seja ele manual com maçarico fixo ou máquina de sopro.
- ✓ Fundição: o processo de fundição consiste em fundir o metal e posteriormente, já com o metal derretido, coloca-lo em um molde que contem o macho, através de uma cavidade designada como canal de alimentação, até preencher a cavidade desejada. Quando sólido o mesmo é retirado do molde.
- ✓ Rebarba: Nessa etapa é retirado o canal de alimentação; a areia verde de dentro da peça através de batedeiras e onde também acontece a separação das peças (já que são geralmente produzidas em conjunto ou pares); posteriormente é retirado o excesso de material da parte exterior do mesmo, ou seja dando um acabamento superficial melhor a peça; em seguida a peça segue para impregnação e granalha se necessário.
- ✓ Usinagem: Esta etapa visa dar forma a peça através de desgaste mecânico, submetendo a peça a ação de uma máquina ou ferramenta, podendo ser torno, CNC, furadeira, máquina de corte, etc
- ✓ Afinação: Esta etapa consiste em dar um acabamento superficial às peças, deixando as peças prontas para a cromação. É nesta etapa onde a peça também é polida.
- ✓ Galvanização: A Galvanização consiste na aplicação de uma camada protetora a peça, visando evitar a corrosão destas, podendo ser de cromo ou ligas de cromo. Nessa etapa a peça passa por vários banhos químicos antes que se possa dar em fim o banho de cromo.
- ✓ Montagem e expedição: esse processo consiste em unir as peças que compõem o produto final, na empresa ela ocorre por meio manual, onde o corpo da peça vai passando por uma esteira e cada operador acrescenta



um item ou vários a ela. Ao final da esteira o produto é embalado, selado e etiquetado (cada operador realiza uma função). Para linhas mais sofisticadas (linhas Slim, Clean/Stylo e Luxo) também acontece a montagem manual, porém não se utilizam esteiras para sua montagem, sendo esta feita em um balcão de forma minuciosa. Ao final o produto é estocado e posteriormente expedido. O fluxograma dos processos realizados pela empresa é demonstrado na figura 2 a seguir.

Figura 19. Fluxograma da produção da Metalúrgica



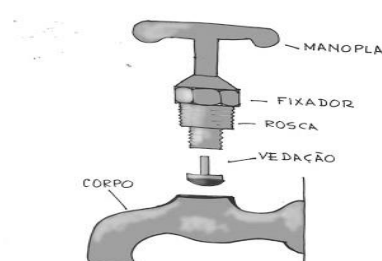
Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

O fluxograma apresentado acima apenas apresenta os macroprocessos e alguns subprocessos de produção da empresa, no entanto estes ainda possuem outras operações que os compõe, que permitem que o produto desejado seja obtido. Assim, para melhor análise e obtenção de melhores resultados será analisado os subprocessos bem como as operações que os integram, com o intuito de melhorar o processo de produção dos itens. Vale destacar que, em virtude de a empresa possuir um alto mix de produtos ocorrem algumas mudanças de uma peça para outra, podendo alterar assim a sequencia de operação, no entanto não há diferenciação na abordagem dos subprocessos. Para isso, elaborou-se gráficos do fluxo dos processos de cada setor, contendo as informações envolvidas na produção das peças de cada setor de produção.

#### 4.2. Diagnostico da situação Atual da empresa

Como já mencionado, a empresa oferece em seu catalogo inúmeros produtos, e conseqüentemente fabricando inúmeros itens que irão compor o produto final, sendo assim, para uma melhor representatividade do sistema, foi-se feito um levantamento dos produtos que possuíam maior representatividade na receita de vendas da empresa. Feito isso, foi analisado qual era o item fabricado que possui maior valor agregado no produto final. Como resultado, os modelos de torneiras 1193, 1130 e 1128 foram os que se destacaram no volume de vendas, e após uma análise mais criteriosa descobriu-se que essas peças possuem quatro itens em comum: corpo da torneira, manopla, fixador e rosca; onde esses seguem praticamente o mesmo fluxo de operação com apenas poucas variações entre eles.

**Figura 20. Componentes básicos de uma torneira**



Fonte: Rabix,2011

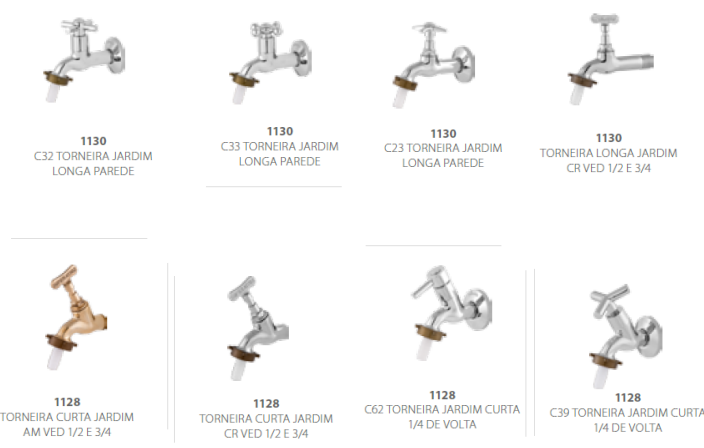
**Figura 21. Modelo de torneira 1193**



**Fonte: Catálogo de produtos da empresa estudada**

Como pode ser observado na figura 22 acima, o que distingue uma torneira da outra do modelo 1193 são os detalhes-acessórios acrescentados ao corpo da torneira. O mesmo pode ser observado para os demais modelos 1130 e 1128.

**Figura 22. Modelos de torneira 1130 e 1128**

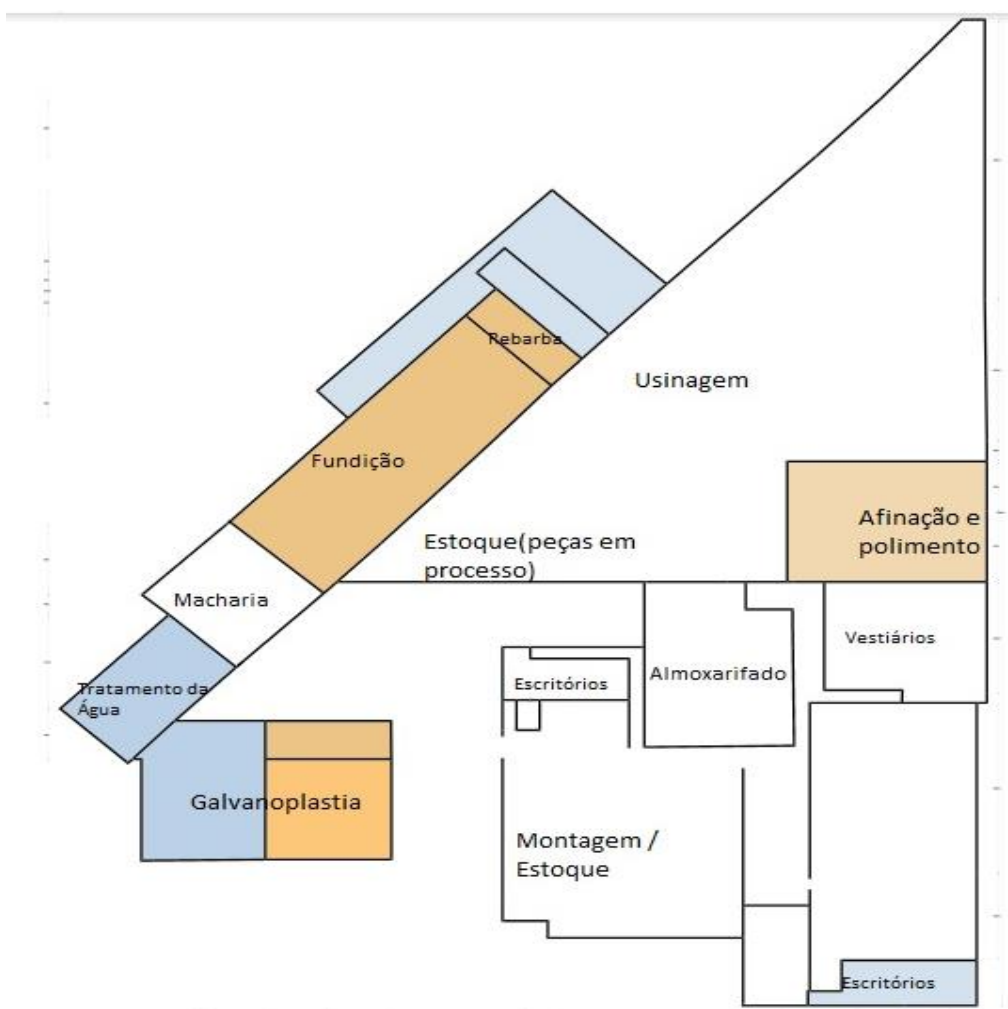


**Fonte: Catálogo de produtos da empresa estudada**

Com base nessas informações, construiu-se o gráfico de fluxo de processo para o corpo da torneira, rosca, manopla e fixador desses três modelos para cada setor de produção. Vale ressaltar que o processo de macharia e fundição obedece o mesmo fluxo para as quatro peças, as mudanças começaram a partir do setor de rebarba.

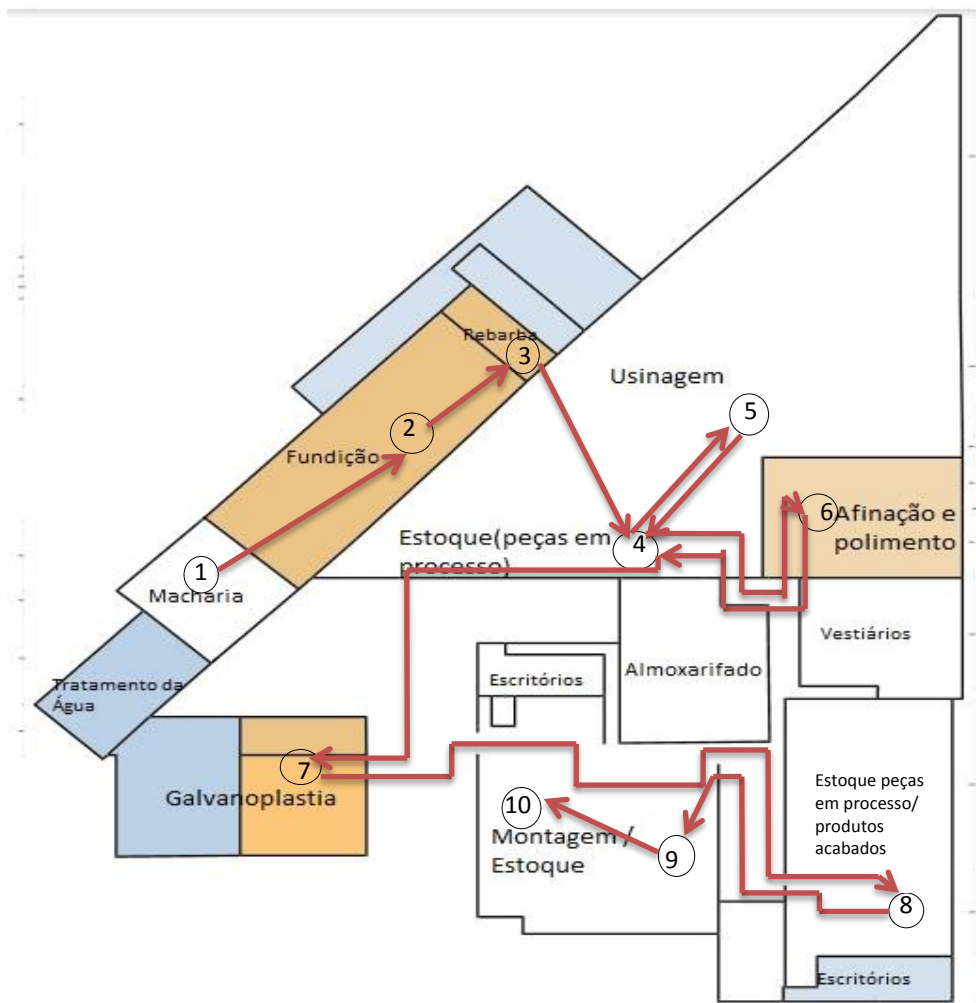
Com o fluxo do processo devidamente detalhado, foram feitas as medições das máquinas, espaço físico, equipamentos, bem como das distâncias entre eles. Essas informações foram inseridas em um *software* online específico para o desenho de plantas baixo, *Floorplanner*, sendo assim possível visualizar e compreender o caminho percorrido pela peça desejada, dando assim mais clareza de como é a disposição e organização do fluxo de materiais e do sistema produtivo da empresa. A figura 34 a seguir apresenta o *layout* atual da empresa.

**Figura 23. Layout atual**



**Fonte: Elaborado pelo autor, 2017**

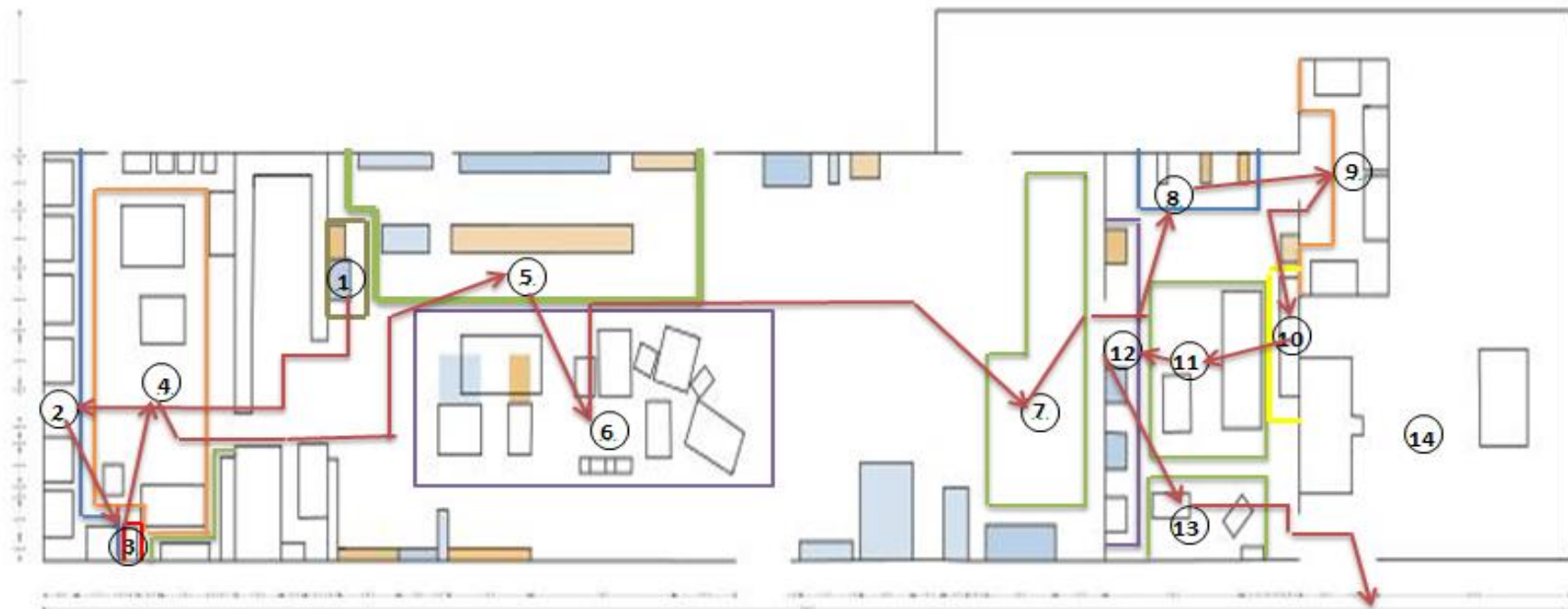
**Figura 24. Mapofluxograma *layout* atual**



**Fonte: Elaborado pelo autor**

Para facilitar a visualização da disposição das máquinas, equipamentos e matérias prima de cada setor, bem como o fluxo do processo detalhado, optou-se por dividir a planta da empresa em quatro partes, pois devido tamanho da empresa, mais de 9.000 mil metros quadrados, seria impossível detalhar o processo visualmente apenas em uma folha de papel. Assim, podemos observar nas figuras a seguir como se comporta o fluxo do processo das peças estudadas dentro de cada setor da fábrica.

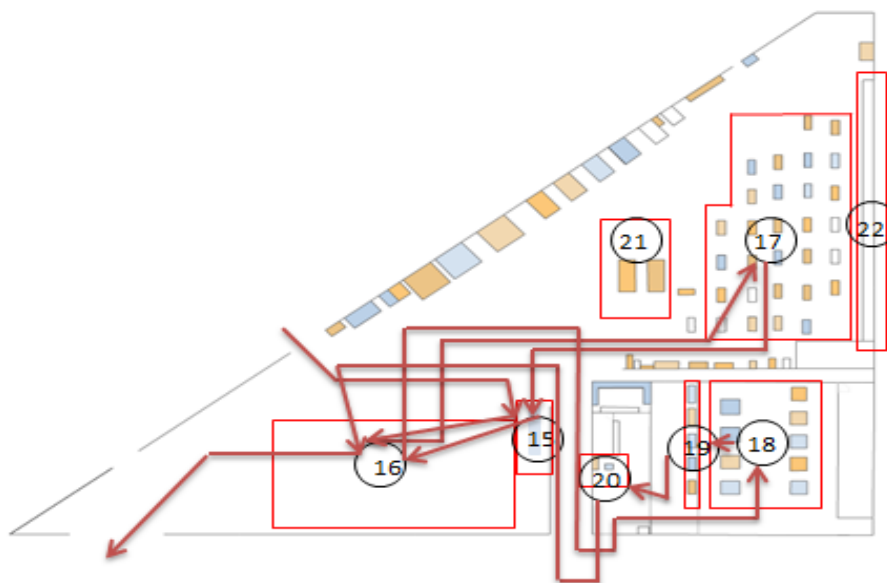
**Figura 25. Mapofluxograma Macharia, Fundição e Rebarba**



- |  |  |   |
|--|--|---|
| 1- Estoque de areia virgem                                     | 6- Área de fundição, onde metal fundido é colocado no macho                  | 11- Estoque de produtos em processo                           |
| 2- Setor de fabricação dos machos através de máquinas de sopro | 7- Área destinada para espera das peças até que atinjam temperatura ambiente | 12- Área de operação de rebarba                               |
| 3- Balança de precisão   | 8- Área com máquinas de Policorte  | 13- Área para retirada da areia restante da peça              |
| 4- Setor de limpeza dos machos e estoque de caixas             | 9- Setor contendo as bateadeiras   | 14- Área com máquinas para operação de granalha e impregnação |
| 5- Estoque de machos, prateleiras                              | 10- Área de inspeção das peças   |   |

**Fonte: Elaborado pelo autor, 2017**

**Figura 26. Mapofluxograma Usinagem e Afinação para corpo da torneira e manopla**



**LEGENDA**

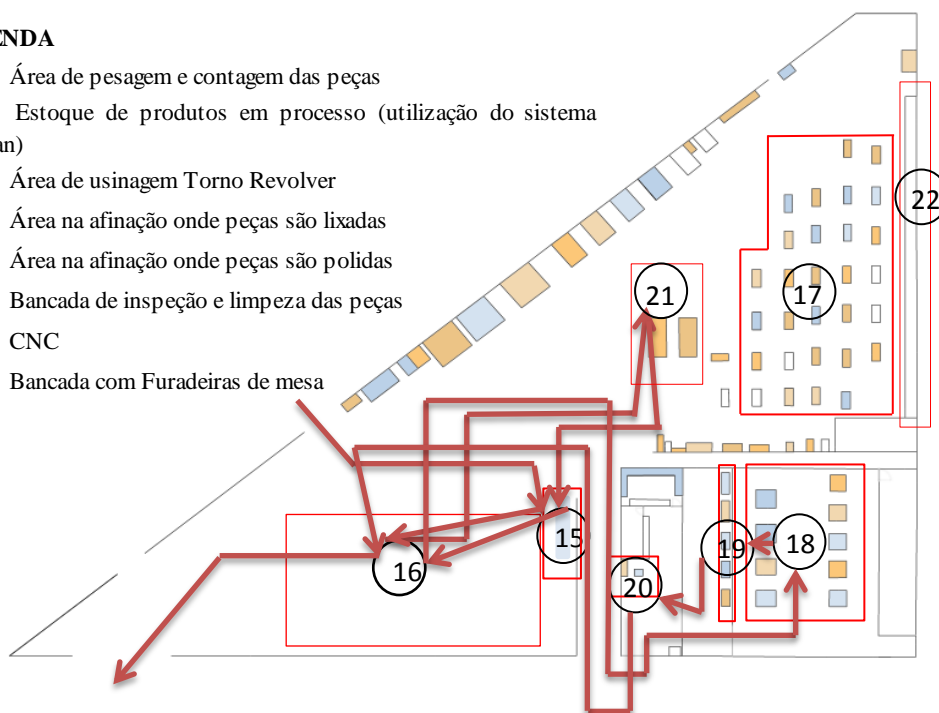
- |  |   |
|--|---|
| 15- Área de pesagem e contagem das peças                           | 19- Área na afinação onde peças são polidas |
| 16- Estoque de produtos em processo (utilização do sistema Kanban) | 20- Bancada de inspeção e limpeza das peças |
| 17- Área de usinagem Torno Revolver                                | 21- CNC                                     |
| 18- Área na afinação onde peças são lixadas                        | 22- Bancada com Furadeiras de mesa          |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

**Figura 27. Mapofluxograma Usinagem e Afinação para fixador**

**LEGENDA**

- |  |
|--|
| 15- Área de pesagem e contagem das peças                           |
| 16- Estoque de produtos em processo (utilização do sistema Kanban) |
| 17- Área de usinagem Torno Revolver                                |
| 18- Área na afinação onde peças são lixadas                        |
| 19- Área na afinação onde peças são polidas                        |
| 20- Bancada de inspeção e limpeza das peças                        |
| 21- CNC  |
| 22- Bancada com Furadeiras de mesa                                 |

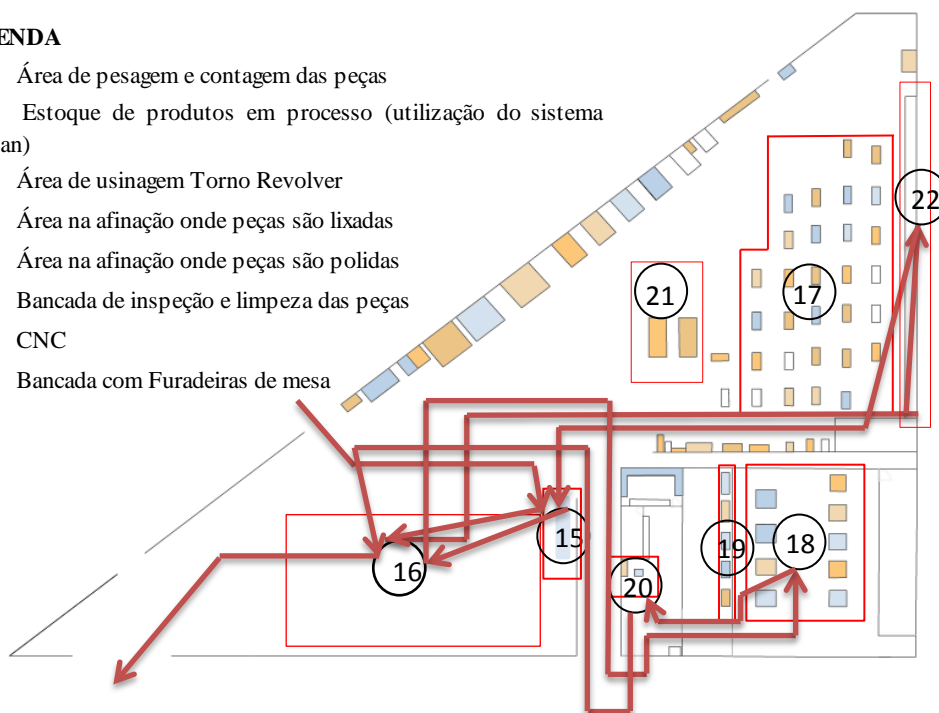


Fonte: Elaborado pelo autor, 2017



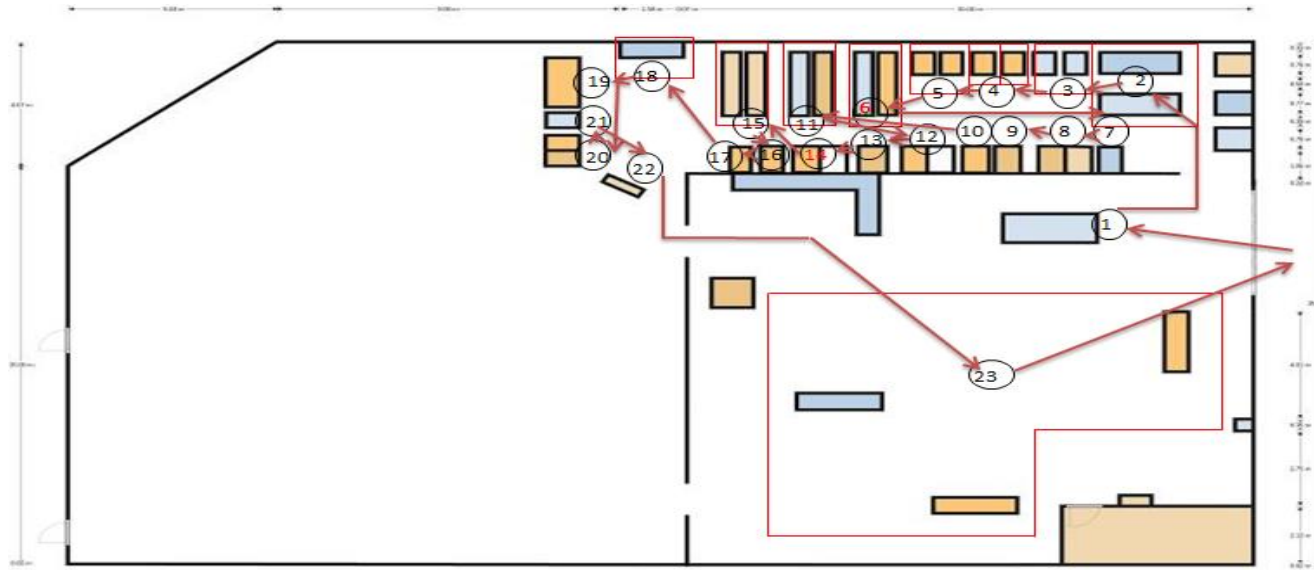
**Figura 28. Mapofluxograma Usinagem e Afinação para rosca****LEGENDA**

- 15- Área de pesagem e contagem das peças
- 16- Estoque de produtos em processo (utilização do sistema Kanban)
- 17- Área de usinagem Torno Revolver
- 18- Área na afinação onde peças são lixadas
- 19- Área na afinação onde peças são polidas
- 20- Bancada de inspeção e limpeza das peças
- 21- CNC
- 22- Bancada com Furadeiras de mesa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

**Figura 29. Mapofluxograma Galvanoplastia**

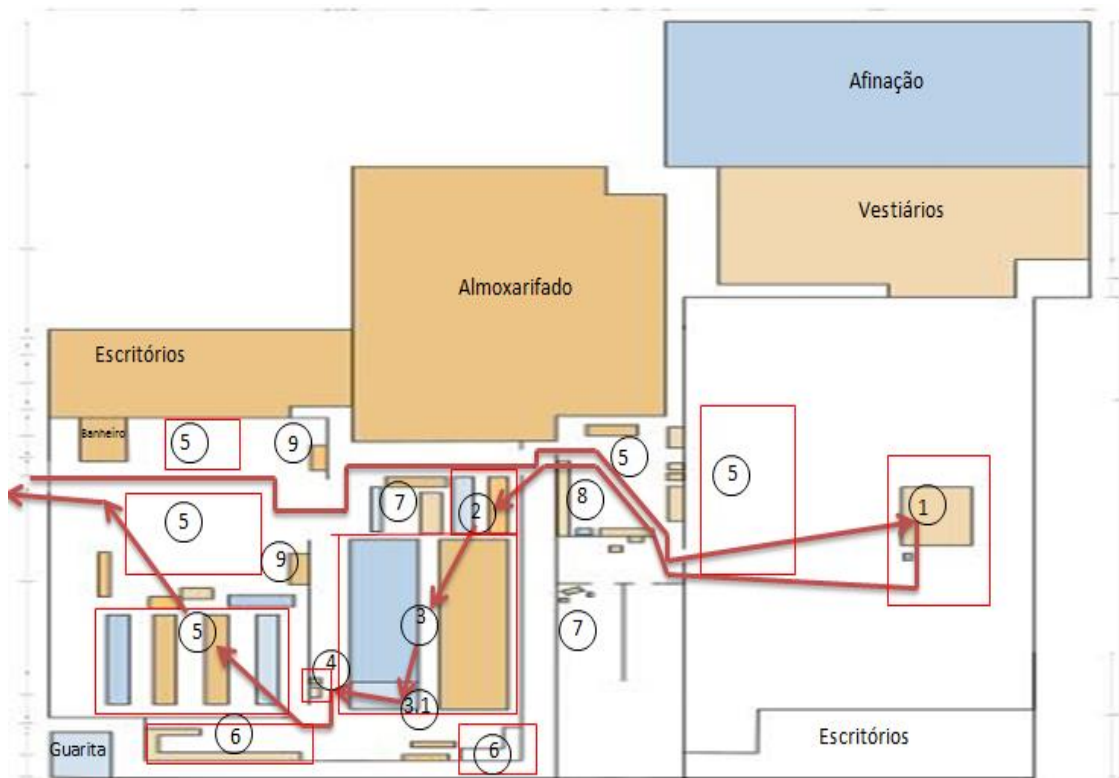


**LEGENDA**

- |   |  |   |
|---|--|---|
| 1- Bancada onde funcionários colocam peças na gancheria | 9- Tanque de agua para lavagem dupla                 | 17- Solução para lavagem simples  |
| 2- Solução para o desengranchamento químico             | 10- Solução para ativação com 10% de acido sulfúrico | 18- Solução para ativação do cromo  |
| 3- Solução para o desengranchamento eletrolítico        | 11- Solução para lavagem simples                     | 19- Cromação  |
| 4- Solução para lavagem simples                         | 12- Solução cobre aço                                | 20- Solução pra lavagem simples   |
| 5- Solução para a ativação do bifloreto                 | 13- Tanque de agua para lavagem dupla                | 21- Tanque de agua para lavagem dupla   |
| 6- Tanque de agua para lavagem dupla                    | 14- Solução para ativação                            | 22- Gancheria onde peças são colocadas  |
| 7- Solução de cobre alcalino                            | 15- Tanque de agua para lavagem dupla                | 23- Área onde peças são secas, limpas, inspecionadas e embaladas quando necessário. |
| 8- Solução para lavagem simples                         | 16- Solução de níquel                                |   |

**Fonte: Elaborado pelo autor, 2017**

**Figura 30. Mapofluxograma Montagem e Expedição**



**LEGENDA**

- |   |   |
|---|---|
| 1- Estoque de peças acabadas  | 5- Estoque de produtos acabados aguardando expedição                  |
| 2- Área de espera de peças que irão para montagem                               | 6- Área de montagem linhas Slim, Clean/Stylo e Luxo                   |
| 3- Área com esteira onde é realizada a montagem, teste, etiquetagem e embalagem | 7- Área de montagem de subcomponentes para o produto final            |
| 3.1- Bancada onde produto final é codificado e encaixado                        | 8- Área de usinagem e teste   |
| 4- Área com computadores onde é registrado cada caixa que entrará no estoque    | 9- Área com computadores para controle dos itens que serão expedidos. |

**Fonte: Elaborado pelo autor, 2017**

Assim, de acordo com as informações apresentadas acima no gráfico de processos e mapofluxograma construiu-se uma Carta De-Para e Carta de Processos, onde através das mesma é possível visualizar o fluxo de materiais de cada peça. Para a construção da carta De-Para foi utilizado a média da demanda de cada produto dos últimos três meses e multiplicado por quatro, já que são quatro componentes estudados, após isso, esse valor foi dividido de acordo com o setor de onde tinha origem e para qual se destinava, conforme pode ser observado na figura 31.

Figura 31. Carta De-Para

PARA		DE													
	Fabricação do macho	Preenchimento do macho com metal Líquido	Policorte	Batedeiras	Inspeção	Rebarba	Usinagem-CNC	Usinagem-Torno Revolver	Usinagem- Corte e conformação	Usinagem-Rosca (furadeira de mesa)	Soldagem	Afinação	Polimento	Galvanoplastia	Montagem/Inspeção/Expedição
Fabricação do macho	60984														
Preenchimento do macho com metal Líquido		60984													
Policorte			15246	45738											
Batedeiras				15246											
Inspeção					60984										
Rebarba						15246	30492		15246						
Usinagem-CNC												15246			
Usinagem-Torno Revolver												30492			
Usinagem- Corte e conformação															
Usinagem-Rosca (furadeira de mesa)												15346			
Soldagem															
Afinação													30492	30492	
Polimento														30492	
Galvanoplastia															60984
Montagem/Inspeção/Expedição															

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

Posteriormente, para analisar se existe cruzamentos, desvios e retornos construiu-se a carta de processos, e através dela pode-se perceber que há desvio em algumas operações como no caso da manopla, fixador e rosca, onde ambos não passam pelo processo da bateadeiras e a rosca que não passa pelo polimento, conforme pode ser observado na figura 32 a seguir.

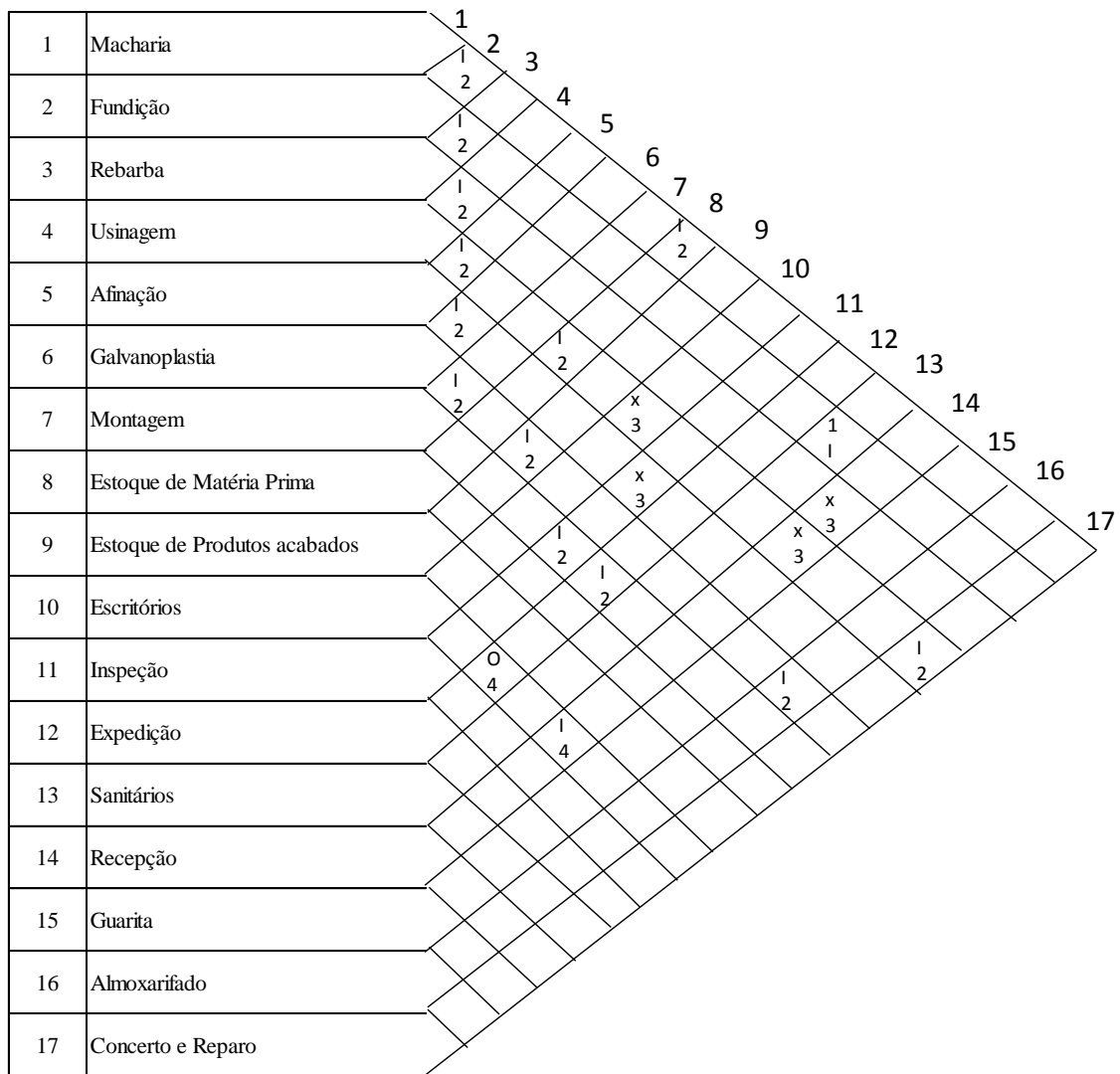
**Figura 32. Carta Processos**

Peça / Operação	Corpo	Manopla	Fixador	Rosca
Fabricação do macho	●	●	●	●
Preenchimento do macho com metal Líquido	●	●	●	●
Policorte	●	●	●	●
Batedeiras	●			
Inspeção	●	●	●	●
Rebarba	●	●	●	●
Usinagem-CNC			●	
Usinagem-Torno Revolver	●	●		
Usinagem- Corte e conformação				
Usinagem-Rosca (furadeira de mesa)				●
Soldagem				
Afinação	●	●	●	●
Polimento	●	●	●	
Galvanoplastia	●	●	●	●
Montagem/Inspeção/Expedição	●	●	●	●

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

De posse dessas informações e análise e observação de todo o fluxo dentro da instalação fabril determinou as inter-relação entre os setores da empresa, para isso utilizou-se a carta de afinidades, onde foi atribuída a afinidade de cada setor utilizando para isso a escala AEIOUX. Essa ferramenta serviu para determinar quais setores devem ficar próximos ou separados um do outro de acordo com a afinidade que apresenta, possibilitando assim melhorar o fluxo geral dentro da empresa, o diagrama de afinidade pode ser observado na figura 33. Com essas informações, localizou-se cada setor dentro do espaço geográfico da planta industrial e através de linhas significativas foi demonstrado assim a afinidade que cada setor representa um para o outro, conforme pode ser visto na figura 34.

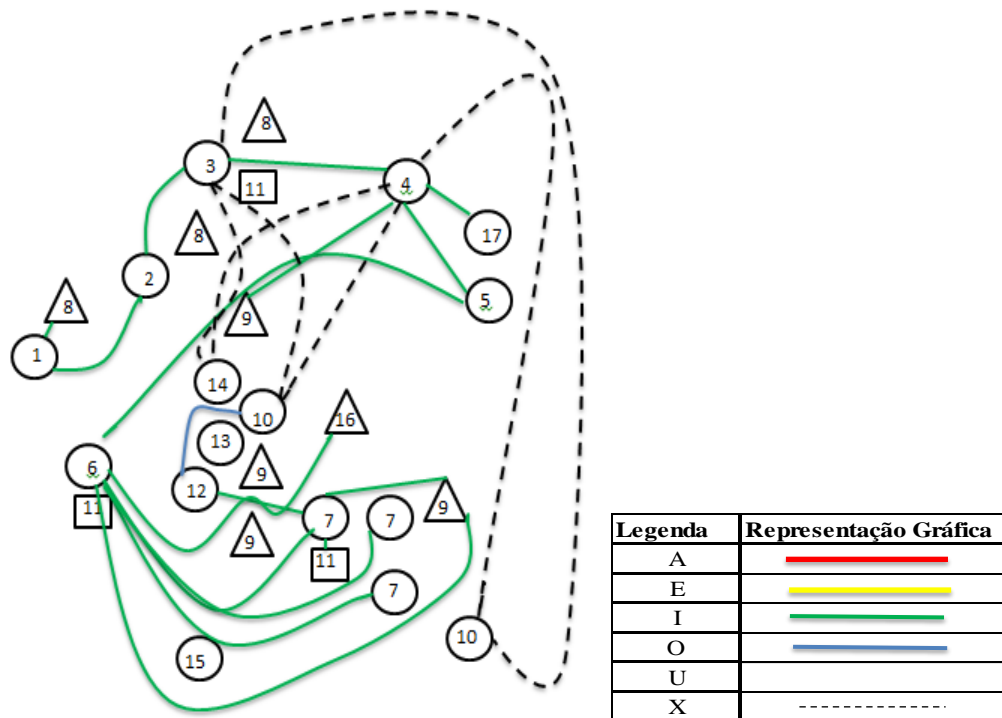
Figura 33. Carta de afinidade



Código	Razão	Código	Proximidades
1	Conveniência	A	Absolutamente Importante
2	Fluxo de materiais, pessoas e produto	E	Especialmente Importante
3	Barulho/Perturbação	I	Importante
4	Fluxo de Informação	O	Pouco Importante
		U	Sem Importância
		X	Não desejável

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

**Figura 34. Diagrama de inter-relação**



Fonte: Elaborado pelo autor

### 4.3. Propostas de melhorias

Contatou-se por meio das ferramentas aplicadas que a empresa possui bastante espaço em sua instalação fabril, no entanto mal aproveitado, tornando o fluxo de materiais e processo um tanto confuso, principalmente no setor de montagem.

Para a otimização do fluxo no setor de macharia propõe-se a mudança do estoque de área, que se localiza na fundição, para a sala ao lado do setor. No entanto, para isso é necessário o acréscimo de algumas prateleiras no estoque da fundição, já que o mesmo vive constantemente saturado impedindo que mais caixas sejam dispostas nessa área, pois quando há essa falta de espaço nas prateleiras as caixas com machos são deixadas no chão na sala ao lado. Outro fato observado é que o funcionário, as vezes mais que um, leva caixa por caixa da macharia até o estoque da fundição, sendo obrigado a paralisar sua atividade, sugere-se assim a utilização de carrinho de mão para cargas para auxiliar nessa operação, possibilitando que sejam levadas varias caixas de uma só vez, além de impedir que o funcionário paralise sua função por muito tempo e obtenha menos desconforto ocasionado pelo peso das caixas carregadas.

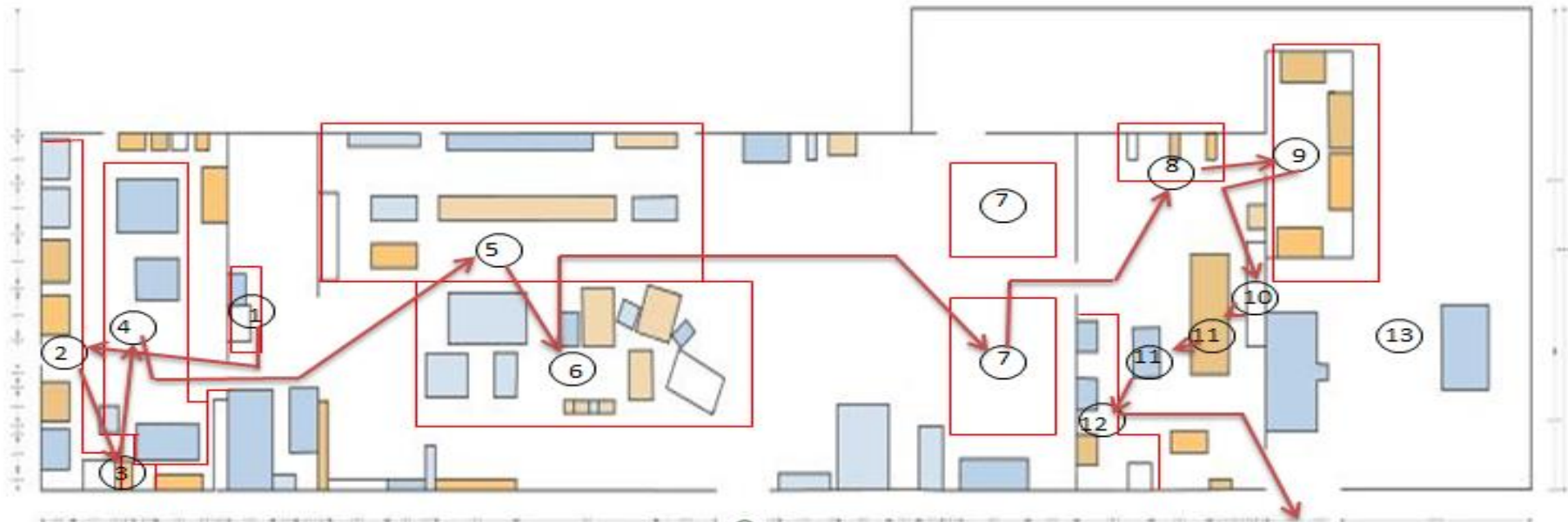
O setor de fundição apresenta um fluxo coerente, sendo a única alteração proposta a já mencionada acima, acréscimo de mais prateleiras na área do estoque. O mesmo pode-se se dizer do setor de afinação e galvanoplastia, nenhuma alteração no fluxo a ser sugerida. No setor de rebarba apenas um equipamento utilizado para fazer a rebarba foi mudado de posição.

O setor de usinagem por sua vez, apresenta uma pequena área de montagem de subcomponentes, que devido a falta de espaço do setor de montagem foi realocada para a usinagem, no entanto devido as propostas de alterações que serão feitas no setor de montagem será possível que essa área de montagem de subcomponentes volte para o seu setor que deveria pertencer.

O setor mais problemático como pôde ser observado é o da montagem, devido ao mal aproveitamento do espaço utilizado. As peças que saem da galvanoplastia tem que percorrer uma longa distância até o estoque para depois voltar ao setor de montagem. Outro fato observado, é que devido a falta de espaço desse setor o mesmo encontra-se abarrotado de caixas com produtos acabados e que irão para montagem por todo lugar, onde todo espaço que não é utilizado para circulação ou tem alguma máquina ou equipamento é ocupado por caixas e mais caixas. Sugere-se assim a realocação do estoque de produtos acabados que aguardam expedição para hoje onde é o estoque de peças que aguardam montagem e do estoque de peças acabadas para o setor de montagem, mudando assim a rota dos produtos que serão expedidos. Além disso, algumas alterações das posições de máquinas e equipamentos serão necessárias. O *layout* proposto para a empresa estudada pode ser observados nas figuras a seguir.



**Figura 35. Layout proposto para Macharia, Fundição e Rebarba**



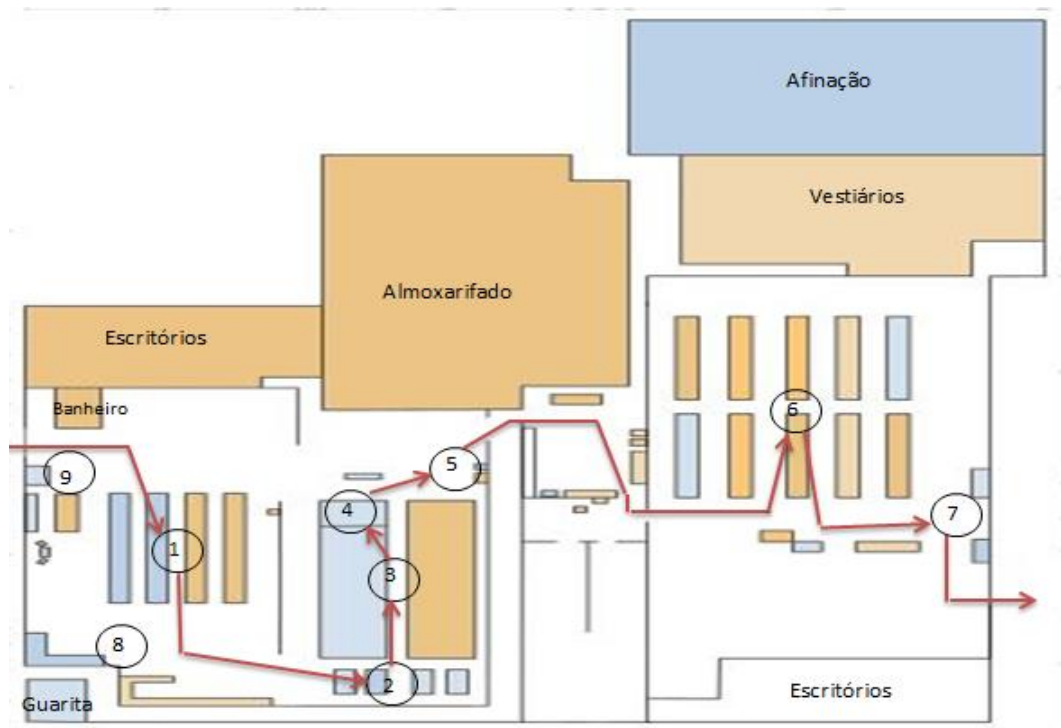
**LEGENDA**

- |  |  |   |
|--|--|---|
| 1- Estoque de areia virgem                                     | 6- Área de fundição, onde metal fundido é colocado no macho                  | 11- Estoque de produtos em processo                           |
| 2- Setor de fabricação dos machos através de máquinas de sopro | 7- Área destinada para espera das peças até que atinjam temperatura ambiente | 12- Área de operação de rebarba                               |
| 3- Balança de precisão   | 8- Área com máquinas de Policorte  | 13- Área com máquinas para operação de granalha e impregnação |
| 4- Setor de limpeza dos machos e estoque de caixas             | 9- Setor contendo as bateadeiras   |   |
| 5- Estoque de machos, prateleiras                              | 10- Área de inspeção das peças   |   |

**Fonte: Elaborado pelo autor, 2017**

Com a nova alteração, a distância entre as operações nos três setores detalhados acima (macharia, fundição e rebarba) iria diminuir o percurso percorrido pelas peças de 128,77 metros para 119,79, ou seja cerca de 6,97% a menos. A seguir, podemos observar como ficou o *layout* da montagem após as mudanças propostas.

**Figura 36. Layout proposto para Montagem e Expedição**



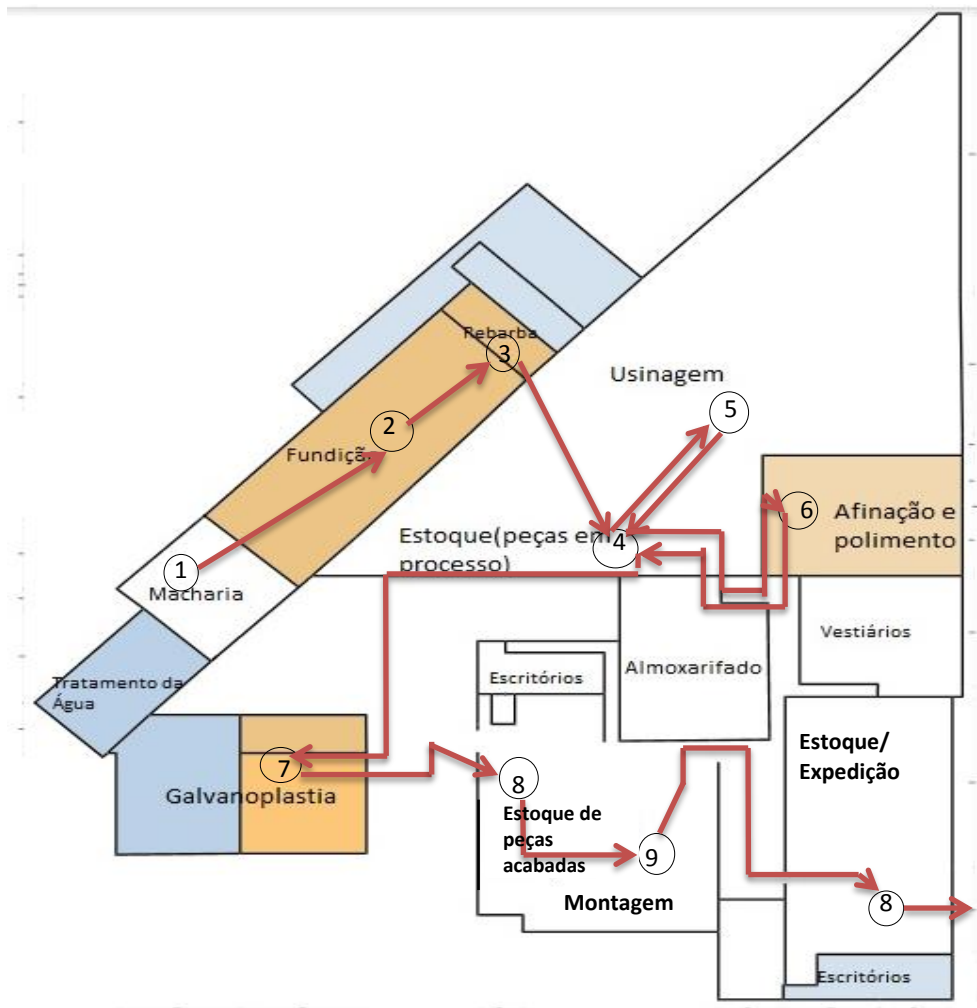
#### LEGENDA

- |   |   |
|---|---|
| 1- Estoque de peças acabadas  | 6- Estoque de produtos acabados aguardando expedição                    |
| 2- Área de espera de peças que irão para montagem                               | 7- Área com computadores onde é registrado cada caixa que será expedida |
| 3- Área com esteira onde é realizada a montagem, teste, etiquetagem e embalagem | 8- Área de montagem linhas Slim, Clean/Stylo e Luxo                     |
| 4- Bancada onde produto final é codificado e encaixado                          | 9- Área de montagem de subcomponentes para o produto final              |
| 5- Área com computadores onde é registrado cada caixa que entrará no estoque    |   |

**Fonte: Elaborado pelo autor, 2017**

Com as alterações propostas no setor de montagem foi possível diminuir a distância gastas entre as operações, onde constatou-se que houve uma redução de 192,65 para 133,10 , ou seja 31,91 % a menos, de metros percorridos só neste setor. Nos demais, setores como não houve proposta de melhoria, não foi realizada as medições de suas distancias para comparar a atual com a proposta. Assim, o *layout* geral proposto da empresa ficaria conforme pode ser observado na figura a seguir.

**Figura 37. Mapofluxograma *layout* geral proposto**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como já mencionado, a alta competitividade entre as empresas exigem das organizações o aprimoramento de seus processos produtivos, para assim obter produtos com maior qualidade, com tempo de produção reduzido, que cheguem rápido ao mercado atendendo todas as expectativas dos clientes. Um *layout* adequado é considerado o ponto chave para alcançar os objetivos mencionados acima. O setor de metais sanitários não fica atrás nessa disputa por mercado, as empresas do setor estão sempre buscando inovar e melhorar seus processos de produção, sendo essa a meta da empresa a qual foi realizado o estudo.

O presente trabalho teve como objetivo melhorar o fluxo de materiais dentro da instalação fabril da empresa estudada, já que o mesmo encontrava-se confuso e com longas distancias entre as operações. O setor de montagem e expedição foi o que apresentou maiores modificações, pois essa área não possuía espaço suficiente para a realização de todas as suas operações, sendo algumas partes desse setor realocadas para outras áreas.

A metodologia SLP proposta por Muther (1973) mostrou-se eficiente para o caso estudado, ajudando a identificar todos os processos que integravam a produção das peças estudadas e a afinidade entre os setores pelos quais elas passavam. Como resultado, foi possível elaborar a proposta de um *layout* capaz de satisfazer as necessidades da empresa e que ao mesmo tempo proporcionasse um melhor aproveitamento do espaço físico disponível da empresa, com fluxo lógico e sequência de atividades mais eficiente.

Como estudos futuros sugere-se a implementação do *layout* proposto, para assim verificar na prática se a melhoria proposta se mostrou realmente eficiente na linha dos produtos que foram estudadas, verificando se houve a diminuição do *lead time* entre operações e distância percorrida pelas peças e quanto essas mudanças irá impactar em termos monetários para a empresa.

## 6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

APPLE, J.M. **Plant Layout and Material Handling**. 3.ed. New York: The Ronald Press Company, 1977.

ARAÚJO, L. C. G. **Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional**: arquitetura organizacional, benchmarking, empowerment, gestão pela qualidade total e reengenharia. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CARLO, F. D.; ARLEO, M. A.; BORGIA, O.; TUCCI, M. Layout design for a low capacity manufacturing line: a case study. **International Journal of Engineering Business Management Special Issue on Innovations in Fashion Industry**, v.5, n. 35, p. 1-10, 2013.

CHIAVENATO, I. **Administração de materiais: uma abordagem introdutória**. São Paulo: Campus, 2005.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução a teoria geral da administração**. 2 ed. Rio de Janeiro: Campus. 2000.

DRIRA, A.; PIERREVAL, H.; HAJRI-GABOUJ, S. Facility layout problems: A survey. **Annual Reviews in Control**, v. 31, n. 2, p. 255–267, 2007. Elsevier, 2015.

FERREIRA, J.C.E; REAES, P.A. **Performance comparison of the virtual cell layout with cellular and job shop configurations using simulation and design of experiments**. In: 9th IEEE International Conference on Automation Science and Engineering. **IEE CASE**, Madison, Wisconsin, EUA: IEEE Robotics and Automation Society, p.795-800, 2013.

GARCIA JUNIOR, GUILER OLIVEIRA. **Proposta de melhoria de layout produtivo utilizando simulação computacional: estudo de caso em uma indústria do setor moveleiro**. Belém, 2012.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Hamburgo: Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, 2013. 55 p  
KRAJEWSKI, L., RITZMAN, L., MALHOTRA, M. **Administração de Produção e Operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. 5. reimp. São Paulo: Atlas, 2007.

LEE, Q. **Projeto de Instalações e do Local de Trabalho**. São Paulo: Iman, 1998.

M.A.; TREVINO, J. **Facilities planning**. 2ª ed., John Wiley. New York, 1996.

METALURGIA E SIDERURGIA: A Transformação de Minérios em Metais. Disponível em <http://metalurgiaesiderurgia.wordpress.com/>. Acesso: 10 março de 2017

- MEYERS, F.E. **Plant layout and material handling**. New Jersey: Prentice-Hall, 1993.
- MEYERS, F.E.; STEPHENS, M.P. **Manufacturing facilities design & material handling**. 5.ed. Purdue University Press, 2013.
- MOORE, J.M. **Plant Layout and Design**. New York: The Macmillan Company, 1962.
- MUTHER, R. **Planejamento do Layout: Sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1978.
- NEUMANN, C.; SCALICE, R.K. **Projeto de Fábrica e Layout**. 1.ed. Rio de Janeiro: OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, organização e métodos: uma abordagem regencial**. 20. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- OMPKINS, J.A.; WHITE, J.A. **Facilities Planning**. New York, John Willey & Sons, 1984.
- PACHE, RAYSSA DE ANDRADE. **Re-Layout Aplicado Em Uma Microempresa De Confecção**. Dourados, 2016.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção : operações industriais e de serviços**. Curitiba : UNICENP, 2007.
- PRADO FILHO, **Hayrton Rodrigues**. A qualidade dos metais sanitários no Brasil. Disponível em <https://qualidadeonline.wordpress.com/2010/03/22/a-qualidade-dos-metais-sanitarios-no-brasil/>. Acesso: 10 de março de 2017
- RUDEL, R. **Plant Layout: factors, principles and techniques**. Homewood, Illinois, Richard D. Irwin, 1961.
- SÃO FRANCISCO. **Dia do metalúrgico**. Disponível em < <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/dia-do-metalurgico/dia-do-metalurgico-2.php>> . Acesso em 11 março de 2017.
- SEBRAE/MULTIVISÃO. **Cenários alternativos de Pernambuco**. Recife, 2007.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SOUZA, S. N. M; SORDI, A.; OLIVA, C. A. Potencial de energia Primária de Resíduos Vegetais no Paraná. **4º Encontro de Energia no Meio Rural**. 2002.
- TOMPKINS, J.A.; REED, R. **An Applied Model for the Facilities Design Model**. International Journal of Production Research. Vol. 14, nº 5, p. 583-595, 1976.
- TUBINO, D.F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

## APÊNDICE A – Gráficos de Processo

**Figura 38. Gráfico de Fluxo de Processo do Setor de Fabricação de Machos para corpo da torneira, rosca, fixador e manopla.**

Processo Atual (x)		Gráfico de Fluxo de Processo						Folha nº 1
Processo Proposto ( )								
Processo : Confecção de machos								Período: Jan/2017
Setor/Depto.: Macharia (automático)								Responsável: Produção
Passo	Distância (m)	Tempo (s)	Operação	Transporte	Inspeção	Espera	Estoque	Descrição
1			○	→	□	D	▲	Molde é obtido pelo operador na sala ao lado da macharia
2	11,29		○	→	□	D	△	O molde é então transportado até a máquina de sopro
3			●	→	□	D	△	Molde é colocado pelo operador na máquina de sopro
4			●	→	□	D	△	Após fechado o molde na máquina, o mesmo é alimentado com areia
5			●	→	□	D	△	Após o aquecimento do molde máquina e endurecimento da areia o molde é aberto
6			●	→	□	D	△	Pequenas batidas são dadas na máquina para facilitar a remoção dos machos
7			●	→	□	D	△	O macho é retirado pelo operador do molde
8			●	→	□	D	△	Macho é colocado em uma caixa ao lado do operador
9	8,60		○	→	□	D	△	Operado transporta a caixa cheia de machos até a balança
10			●	→	□	D	△	Caixa é então pesada
11	6,56		○	→	□	D	△	Após pesagem a caixa é transportada pelo operador até a bancada onde há operadores para realizar a limpeza do macho
12			●	→	□	D	△	Operador realiza a rebarba das peças
13			●	→	□	D	△	Machos são colocados na caixa
14	24,64		○	→	□	D	△	Transporte dos machos até estoque setor de fundição

**Fonte: Elaborado pelo autor, 2017**

Dessa forma, para realização de cada operação é utilizado algum tipo de maquinário ajustado de acordo com as funcionalidades exigidas para as mesmas. O setor de macharia conta assim com 7 máquinas de sopro (uma aguardando reparo), dois maçaricos fixos e uma balança de precisão, além dos moldes utilizados para fabricação dos machos. Como pode ser observado a distancia total percorrida é de 50,09 metros, entanto, ressalva-se que o operador quando acaba a areia verde que esta usando para a confecção do molde é necessário que o mesmo a busque no estoque que esta disponível no setor de fundição, aumentando assim a distancia percorrida pelo funcionário de 50,09 para 71,87 metros.

**Figura 39. Gráfico de Fluxo de Processo do setor de fundição para corpo da torneira, rosca, fixador e manopla.**

Processo Atual (x)		Gráfico de Fluxo de Processo						Folha nº 1
Processo Proposto ( )								
Processo : Fabricação de Peças							Período: Jan/2017	
Setor/Depto.: Fundição							Responsável: Produção	
Passo	Distância (m)	Tempo (s)	Operação	Transporte	Inspeção	Espera	Estoque	Descrição
1			○	⇒	□	D	▲	Sucata e lingotes são pegos depósito através de uma empilhadeira elétrica
2	87,27		○	⇒	□	D	△	Sucatas e lingotes são transportados até setor fundição
3			●	⇒	□	D	△	Operador alimenta o forno com 10% de sucata e restante em lingotes
4			○	⇒	□	D	▲	Machos são pegos pelo operador no estoque
5	15,98		○	⇒	□	D	△	Operador transporta caixa com machos até a área de fundição
6			●	⇒	□	D	△	Já na área de fundição o macho é colocado na máquina e posteriormente alimentado com metal líquido
7			●	⇒	□	D	△	Macho retirado máquina
8			●	⇒	□	D	△	Peça pronta colocada tambor
9	18,79		○	⇒	□	D	△	Peças transportadas até final setor de fundição
10			●	⇒	□	D	△	Peças são dispostas no chão
11			○	⇒	□	●	△	Espera até estarem frias
12	11,18		○	⇒	□	D	△	Transporte Rebarba

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

O setor de fundição por sua vez, conta com algumas máquinas e ferramentas que auxiliam em suas operações, sendo elas: uma coquilhadeira, dois fornos para o derretimento do metal, quatro máquinas coquilhadeiras, uma máquina de poilicorte, além das coquilhas. Ressalva-se que a distância percorrida nesse setor é de 133,22 metros.



**Figura 40. Gráfico de Fluxo de Processo para o setor de Rebarba para corpo da torneira**

Processo Atual (x)		Gráfico de Fluxo de Processo						Folha nº 1
Processo Proposto ( )								
Processo : Rebarba das peças								Período: Jan/2017
Setor/Depto.: Rebarba								Responsável: Produção
Passo	Distância (m)	Tempo (s)	Operação	Transporte	Inspeção	Espera	Estoque	Descrição
1	1,37		○	➡	□	D	△	Peças são transportadas da fundição pelo operador
2	9,81		○	➡	□	D	△	Peças vão para a máquina de policorte
3			●	➡	□	D	△	Operador separa e retira o excesso de metal e canal de alimentação
4			●	➡	□	D	△	Operador coloca as peças em uma carruola ao seu lado
5	7,90		○	➡	□	D	△	Após carruola estiver cheia a mesma é transportada até a sala das bateadeiras
6			●	➡	□	D	△	Peças são colocadas bateadeiras
7			○	➡	□	●	△	Peças são batidas por um determinado intervalo de tempo
8			●	➡	□	D	△	Peças são tiradas bateadeira da bateadeira pelo operador e colocadas em uma carruola
9	10,06		○	➡	□	D	△	Peças são transportadas até a bancada de inspeção
10			○	➡	■	D	△	Peças são inspecionadas por um operador, que separa as defeituosas das em bom estado
11			●	➡	□	D	△	Peças em perfeito estado são colocadas em uma caixa
12	3,55		○	➡	□	D	△	Após cheia a caixa é transportada até área de espera
13			○	➡	□	●	△	Peças ficam em espera
14	4,54		○	➡	□	D	△	Peças são transportadas por um operador para rebarba
15			●	➡	□	D	△	Operador realiza a rebarba das peças
16			●	➡	□	D	△	Após rebarba as peças são colocadas em uma caixa
17	26,29		○	➡	□	D	△	Agora cheia, a caixa é transportada até estoque no setor de usinagem

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

Observa-se através do gráfico de processos que a distância percorrida é de 63,52 metros para o corpo da torneira e os demais componentes de 50,87 metros, conforme pode ser observado na figura do gráfico de fluxo de processo abaixo.

**Figura 41. Gráfico de Fluxo de Processo para o setor de Rebarba para rosca, manopla e fixador**

Processo Atual (x)		Gráfico de Fluxo de Processo							Folha nº 1
Processo Proposto ( )									
Processo : Rebarba das peças							Período: Jan/2017		
Setor/Depto.: Rebarba							Responsável: Produção		
Passo	Distância (m)	Tempo (s)	Operação	Transporte	Inspecção	Espera	Estoque	Descrição	
1	1,37		○	➡	□	D	△	Peças são transportadas da fundição pelo operador	
2	9,81		○	➡	□	D	△	Peças vão para a maquina de policorte	
3			●	➡	□	D	△	Operador separa retira o excesso de metal e canal de alimentação	
4			●	➡	□	D	△	Operador coloca as peças em uma carriola ao seu lado	
5	5,31		○	➡	□	D	△	Peças são trasportadas até a bancada de inspeção	
6			○	➡	■	D	△	Peças são inspecionadas por um operador, que separa as defeituosas das em bom estado	
7			●	➡	□	D	△	Peças em perfeito estado são colocadas em uma caixa	
8	3,55		○	➡	□	D	△	Após cheia a caixa é transportada até area de espera	
9			○	➡	□	●	△	Peças ficam em espera	
10	4,54		○	➡	□	D	△	Peças são transportadas por um operador para rebarba	
11			●	➡	□	D	△	Operador realiza a rebarba das peças	
12			●	➡	□	D	△	Após rebarba as peças são colocadas em uma caixa	
13	26,29		○	➡	□	D	△	Agora cheia, a caixa é transportada até estoque no setor de usinagem	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

Já o setor de rebarba possui quatro máquinas para realizar a rebarba, três policortes, quatro bateadeiras, uma máquina de impregnação e uma de granalha.

**Figura 42. Gráfico de Fluxo de Processo do setor usinagem corpo da torneira e manopla**

Processo Atual (x)		Gráfico de Fluxo de Processo						Folha nº 1
Processo Proposto ( )								
Processo : Usinagem - Torno								Período: Jan/2017
Setor/Depto.: Usinagem								Responsável: Produção
Passo	Distância (m)	Tempo (s)	Operação	Transporte	Inspeção	Espera	Estoque	Descrição
1			○	⇒	□	D	▲	Peça em estoque
2			○	⇒	□	D	△	Peça Transportada por um operador até o torno
3			●	⇒	□	D	△	Peça colocada Torno 1 para rosquear parte interna
4			●	⇒	□	D	△	Peça em operação
5			●	⇒	□	D	△	Peça retirada pelo operado e cpolocada em uma caixa ao seu lado
6			○	⇒	□	D	△	Peça Transportada até um segundo Torno
7			●	⇒	□	D	△	Peça colocada Torno para rosquear parte externa
8			●	⇒	□	D	△	Peça em operação
9			●	⇒	□	D	△	Peça retirada
10			○	⇒	□	D	△	Peça transportada até estoque
11			○	⇒	□	D	▲	Peça em estoque

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

O setor de usinagem apresenta seis *Dawer*, uma fresa, vinte e sete furadeiras de bancada, trinta e quatro tornos revolver, uma fresa, três estrias, dois CNCs e três maçaricos; distribuídos de forma a atender diversos tipos de acabamentos.

**Figura 43. Gráfico de Fluxo de Processo do setor usinagem para fixador**

		Gráfico de Fluxo de Processo					Folha nº 1	
Processo : Usinagem CNC							Período: Jan/2017	
Setor/Depto.: Usinagem							Responsável: Produção	
Passo	Distância (m)	Tempo (s)	Operação	Transporte	Inspecção	Espera	Estoque	Descrição
1			○	→	□	D	▲	Peça em estoque
2			○	→	□	D	△	Peça transportada até máquina CNC
3			●	→	□	D	△	Peça colocada CNC
4			●	→	□	D	△	Peça passa por operação
5			●	→	□	D	△	Peça retirada CNC
6			●	→	□	D	△	Peça colocada em caixa
7			○	→	□	D	△	Peça segue para Estoque
8			○	→	□	D	▲	Peça é estocada

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

**Figura 44. Gráfico de Fluxo de Processo do setor usinagem para rosca**

Processo Atual (x)		Gráfico de Fluxo de Processo						Folha nº 1
Processo Proposto ( )								
Processo : Usinagem - (furadeira de mesa)						Período: Jan/2017		
Setor/Depto.: Usinagem						Responsável: Produção		
Passo	Distância (m)	Tempo (s)	Operação	Transporte	Inspeção	Espera	Estoque	Descrição
1			○	⇒	□	D	▲	Peça em estoque
2			○	⇒	□	D	△	Peça Transportada por um operador até o torno
3			●	⇒	□	D	△	Peça colocada Torno 1 para rosquear parte interna
4			●	⇒	□	D	△	Peça em operação
5			●	⇒	□	D	△	Peça retirada pelo operado e cpolocada em uma caixa ao seu lado
6			○	⇒	□	D	△	Peça Transportada até um segundo Torno
7			●	⇒	□	D	△	Peça colocada Torno para rosquear parte externa
8			●	⇒	□	D	△	Peça em operação
9			●	⇒	□	D	△	Peça retirada
10			○	⇒	□	D	△	Peça transportada até estoque
11			○	⇒	□	D	▲	Peça em estoque

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

**Figura 45. Gráfico de Fluxo de Processo do setor de Afinação para corpo da torneira, fixador, manopla e rosca**

Processo Atual (x)		Gráfico de Fluxo de Processo						Folha nº 1
Processo Proposto ( )								
Processo : Acabamento superficial das peças								Período: Jan/2017
Setor/Depto.: Afinação								Responsável: Produção
Passo	Distância (m)	Tempo (s)	Operação	Transporte	Inspeção	Espera	Estoque	Descrição
1			○	→	□	D	▲	Peça em estoque
2			○	→	□	D	△	Peça transportada até afinação
3			●	→	□	D	△	Peça é passada pela primeira afinação
4			○	→	□	D	△	Peça transportada até segunda afinação se necessário
5			●	→	□	D	△	Peça passa por afinação
6			○	→	□	D	△	Peça é transportada até inspeção
7			●	→	□	D	△	Peça é limpa
8			●	→	□	D	△	Peça é inspecionada
9			○	→	□	D	△	Peça é transportada até estoque
10			○	→	□	●	△	Peça em espera para galvanoplastia

**Fonte: Elaborado pelo autor, 2017**

O processo de Afinação é igual para todas as peças, com exceção da rosca que não passara pela operação de polimento, o restante dos processos continuam os mesmo. Esse setor possui quatorze maquinas de afinação e sete de polimento.

**Figura 46. Gráfico de Fluxo de Processo do setor de Galvanoplastia para corpo da torneira, fixador, manopla e rosca**

Processo Atual (x)		Gráfico de Fluxo de Processo						Folha nº 1
Processo Proposto ( )								
Processo : Acabamento superficial das peças - Cromação							Período: Jan/2017	
Setor/Depto.: Galvanoplastia							Responsável: Produção	
Passo	Distância (m)	Tempo (s)	Operação	Transporte	Inspeção	Espera	Estoque	Descrição
1			○	→	□	D	▲	Peça em estoque
2			○	→	□	D	△	Peças transportadas até Galvanoplastia
3			●	→	□	D	△	Peças são colocadas em ganchos
4			○	→	□	D	△	Peças são transportadas até para cromação
5			●	→	□	D	△	Peça passa por uma banho em uma solução para desenranchamento químico
6			○	→	□	D	△	Peça transportada
7			●	→	□	D	△	Solução para desengranchamento eletrólito
8			○	→	□	D	△	Transporte da gancheira
9			●	→	□	D	△	Lavagem dupla
10			○	→	□	D	△	Transporte da gancheira
11			●	→	□	D	△	Solução de ativação de bifloreto
12			○	→	□	D	△	Transporte da gancheira
13			●	→	□	D	△	Lavagem dupla
14			○	→	□	D	△	Transporte da gancheira
15			●	→	□	D	△	Solução cobre Alumínio
16			○	→	□	D	△	Transporte da gancheira
17			●	→	□	D	△	Lavagem simples
18			○	→	□	D	△	Transporte da gancheira
19			●	→	□	D	△	Lavagem dupla
20			○	→	□	D	△	Transporte da gancheira
21			●	→	□	D	△	Solução para ativação de 10% ácido sulfúrico
22			○	→	□	D	△	Transporte da gancheira
23			●	→	□	D	△	Lavagem simples
24			○	→	□	D	△	Transporte da gancheira
25			●	→	□	D	△	Solução cobre aço

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

**Figura 47. Gráfico de Fluxo de Processo para a Galvanoplastia, continuação**

26			○	➡	□	D	△	Transporte da gancheira
27			●	➡	□	D	△	Lavagem dupla
28			○	➡	□	D	△	Transporte da gancheira
29			●	➡	□	D	△	Solução para ativação
30			○	➡	□	D	△	Transporte da gancheira
31			●	➡	□	D	△	Lavagem dupla
32			○	➡	□	D	△	Transporte da gancheira
33			●	➡	□	D	△	Solução de Níquel
34			○	➡	□	D	△	Transporte da gancheira
35			●	➡	□	D	△	Lavagem dupla
36			○	➡	□	D	△	Transporte da gancheira
37			●	➡	□	D	△	Solução para ativação do cromo
38			○	➡	□	D	△	Transporte da gancheira
39			●	➡	□	D	△	Solução de cromação
40			○	➡	□	D	△	Transporte da gancheira
41			●	➡	□	D	△	Lavagem dupla
42			○	➡	□	D	△	Transporte da gancheira
43			●	➡	□	D	△	Lavagem simples
44			○	➡	□	D	△	Transporte da gancheira
45			○	➡	□	●	△	Espera secagem
46			●	➡	□	D	△	Limpeza
47			○	➡	■	D	△	Inspeção
48			○	➡	□	D	△	Transporte estoque
49			○	➡	□	●	△	Espera montagem

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

No setor da galvanoplastia há gancheiras e tanques onde as peças serão submergidas, que atuam diretamente na operação de cromação.



**Figura 48. Gráfico de Fluxo de Processo para setor de Montagem para corpo da torneira adicionando os itens na mesma**

Processo Atual (x)		Gráfico de Fluxo de Processo						Folha nº 1
Processo Proposto ( )								
Processo : Montagem, Embalagem e expedição							Período: Jan/2017	
Setor/Depto.: Montagem							Responsável: Produção	
Passo	Distância (m)	Tempo (s)	Operação	Transporte	Inspeção	Espera	Estoque	Descrição
1			○	→	□	D	▲	Peça em estoque
2	50,84		○	→	□	D	△	Peça transportadaa até montagem
3			○	→	□	●	△	Peça fica em espera aguardando montagem
4	3,51		○	→	□	D	△	Peça Transportada até esteira
5			●	→	□	D	△	Peça colocada na esteira
6			●	→	□	D	△	Itém adicionado à peça
7	1,50		○	→	□	D	△	Peça anda pela esteira
8			●	→	□	D	△	Itém adicionado à peça
9	1,50		○	→	□	D	△	Peça anda pela esteira
10			○	→	■	D	△	Peça é testada por um operador
11	1,50		○	→	□	D	△	Peça anda pela esteira
12			●	→	□	D	△	Itém adicionado à peça
13	2,00		○	→	□	D	△	Peça anda pela esteira
14			●	→	□	D	△	Itém adicionado à peça
15	0,73		○	→	□	D	△	Peça transportada pela esteira
16			●	→	□	D	△	Peça passa pelo processo de limpeza
17	1,50		○	→	□	D	△	Peça anda pela esteira
18			●	→	□	D	△	Operador embala o produto final - Embalagem primária
19			●	→	□	D	△	Operador sela a embalagem do produto
20	1,50		○	→	□	D	△	Peça transportada pela esteira
21			●	→	□	D	△	Operador etiqueta o produto
22	2,45		○	→	□	D	△	Peça transportada até área onde será disposta em uma caixa
23			●	→	□	D	△	Operador coloca o produto em uma caixa de papelão
24	7,04		○	→	□	D	△	Caixa é transportada até computador para registrar entrada no estoque
25			●	→	□	D	△	Operador registra caixa no sistema
26	7,04		○	→	□	D	△	Caixa transportada até estoque final de produtos acabados
27			○	→	□	●	△	Caixa aguarda expedição
28	11,37		○	→	□	D	△	Caixa é transportada para expedição

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017