

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Samantha Coutinho Alvarenga

Júlia Ribeiro Valladão de Mello

**Redução de gargalos em processos de fabricação
envolvendo peças automotivas**

Taubaté - SP

2019

Samantha Coutinho Alvarenga
Júlia Ribeiro Valladão de Mello

**Redução de gargalos em processos de fabricação
envolvendo peças automotivas**

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Certificado de Graduação do
curso de Engenharia de Produção
Mecânica do Departamento de
Engenharia Mecânica da Universidade de
Taubaté.

Orientador(a): Prof. Me. Fabio Henrique
Fonseca Santejani

Taubaté – SP
2019

SIBi - Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

M527r Mello, Julia Ribeiro Valladão de
Redução de gargalos em processos de fabricação envolvendo peças
automotivas / Julia Ribeiro Valladão de Mello, Samantha Coutinho
Alvarenga. – 2019.
45f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento
de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2019.

Orientação: Prof. Me. Fabio Henrique Fonseca Santejani,
Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Layout. 2. Lead time. 3. Produtividade. I. Alvarenga, Samantha
Coutinho. II. Graduação em Engenharia de Produção Mecânica. III.
Titulo.

CDD 658.5

Samantha Coutinho Alvarenga
Júlia Ribeiro Valladão de Mello

**Redução de gargalos em processos de fabricação envolvendo peças
automotivas**

Trabalho de Graduação apresentado
para obtenção do Certificado de Graduação
do curso de Engenharia de Produção
Mecânica do Departamento de Engenharia
Mecânica da Universidade de Taubaté.

DATA: 21/11/19

RESULTADO: APROVADO

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me. Ivair Alves dos Santos

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: 

Prof. Me. Fabio Henrique Fonseca Santejani

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: 

Dedicamos este trabalho aos nossos pais, familiares,
professores do Curso de Engenharia e a todos que direta ou
indiretamente fizeram parte da nossa formação.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecemos a Deus, fonte da vida e da graça que nos concede todos os dias a dádiva da vida e inteligência.

Aos nossos pais José Claudir Alvarenga, Sandra Regina Coutinho Sales, Manoel Valladão de Mello Júnior e Elisângela Ribeiro Valladão de Mello pelo amor, incentivo, paciência, apoio incondicional e inspiração.

As nossas irmãs e familiares que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre nos incentivaram a entregar nosso melhor.

Ao nosso orientador, *Prof. Me. Fabio Henrique Fonseca Santejani* e amigo *Prof. Me. Ivair Alves dos Santos* por todo apoio e paciência durante a elaboração deste trabalho e que sempre nos incentivaram durante os anos da graduação.

Às funcionárias da Secretaria e a Instituição pela dedicação, presteza e principalmente pela vontade de ajudar.

Aos velhos e novos amigos que fizemos durante essa jornada, pois foram eles que nos ajudaram a acreditar em nosso potencial, nos incentivaram e inspiraram através de gestos e palavras a superar todas as dificuldades.

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota. ”

(THEODORE ROOSEVELT)

RESUMO

Organizações circundadas com importantes *layouts* estão sempre buscando otimizar seus processos para uma melhor competitividade atendendo devidamente as necessidades do mercado. Procedimentos fabris mais ágeis e com uma qualidade superior são metas planejadas a serem atingidas. Porém, nesta pesquisa, propõe-se que é fundamental fazer uma boa análise nos *layouts* das empresas para uma melhor eficiência em seus processos. Logo, prosseguindo com a pesquisa, o atual trabalho tem por finalidade desenvolver um estudo para a redução de gargalos em seu processo produtivo, através da aplicação de *layouts*, visando melhorias em seu processo, considerando os fatores de índice de produção, qualidade, manutenção corretiva e custos. A metodologia determinada para a efetuação deste trabalho foi a pesquisa experimental baseados em estudos e artigos de organizações que conseguiram atingir o objetivo. Após a realização da pesquisa de campo, foi possível visualizar vantagens que viabilizam este trabalho, auxiliando na redução de *lead time*, diminuição de gargalos e decrescimento de estoques.

Palavras-chave: *Layout. Lead Time. Produtividade.*

ABSTRACT

Organizations surrounded with important *layouts* are always seeking to optimize their processes for better competitiveness properly meeting the needs of the market. More agile manufacturing procedures with a higher quality are planned goals to be achieved. However, in this research, it is proposed that it is essential to make a good analysis in the *layouts* of companies for a better efficiency in their processes. Therefore, continuing with the research, the current work aims to develop a study to reduce bottlenecks in its production process, through the application of *layouts*, aiming at improvements in its process, considering the factors of production index, quality, corrective maintenance and costs. The methodology determined for the implementation of this work was the experimental research based on studies and articles of organizations that managed to achieve the objective. After performing field research, it was possible to visualize advantages that enable this work, assisting in reducing *lead time*, reducing bottlenecks and inventory growth.

KEYWORDS: *Layout. Lead Time. Productivity.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura Simples do Sistema Toyota de Produção	17
Figura 2 – Estrutura de <i>layout</i> funcional	21
Figura 3 – Estrutura de <i>layout</i> em linha	24
Figura 4 – Estrutura de <i>layout</i> celular	25
Figura 5 – Etapas da realização da pesquisa	35
Figura 6 – Modelo de estudo de <i>layout</i> em linha	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

JIT	<i>Just in Time</i>
M.O	<i>Mão de obra</i>
SLP	<i>Systematic Layout Planning</i>
STP	<i>Sistema Toyota de Produção</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
VSM	<i>Mapeamento do fluxo de valor</i>

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
1.1.	RELEVÂNCIA DO ESTUDO	12
1.2.	OBJETIVO DO TRABALHO	13
1.2.1.	OBJETIVO GERAL	13
1.2.2.	OBJETIVO ESPECÍFICO	13
1.2.3.	DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	13
1.2.4.	RELEVÂNCIA DO ESTUDO	14
1.2.5.	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	14
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1.	MANUFATURA ENXUTA	15
2.1.1.	FERRAMENTAS E PRÁTICAS DA MANUFATURA	16
2.2.	LAYOUTS	19
2.2.1.	LAYOUT FUNCIONAL	20
2.2.2.	LAYOUT EM LINHA OU POR PRODUTO	22
2.2.3.	LAYOUT DE POSIÇÃO FIXA	24
2.2.4.	LAYOUT CELULAR	24
2.3.	NOVA GERAÇÃO DE LAYOUTS	26
2.3.1.	LAYOUTS DISTRIBUÍDOS	26
2.3.2.	LAYOUT FRACTAL	27
2.3.3.	LAYOUT MODULAR	27
2.4.	SISTEMATIZAÇÃO DE PROJETOS DE LAYOUT (SPL)	28
2.4.1.	TIPOS DE PROJETOS DE LAYOUT	29
2.4.2.	LAYOUT E O FLUXO	29
2.4.3.	OS FLUXOS	30
2.4.4.	FLUXO DE MATERIAIS	30
2.4.5.	FLUXO DE INFORMAÇÕES	30
3.	METODOLOGIA	32
3.1.	CLASSIFICAÇÃO DOS MÉTODOS DE PESQUISA	32
3.1.1.	DE ACORDO COM A ABORDAGEM	32
3.1.2.	DE ACORDO COM O OBJETIVO	32
3.1.3.	DE ACORDO COM A ABORDAGEM	33
3.1.4.	DE ACORDO COM A PESQUISA	33

4.	DESENVOLVIMENTO	35
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
6.	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a atenção das indústrias está voltada para a gestão e qualidade de seus processos, garantindo um produto de excelência (SILVA & SPONTEADO, 2009), mas a globalização demanda o desenvolvimento de melhorias em suas operações (PONTES, 2006).

Devido à grande competitividade do mercado, as organizações estão em constante busca pela otimização de uma produção, avaliando diariamente o comportamento de cada etapa do processo produtivo, buscando identificar os pontos críticos em sua capacidade produtiva.

Para garantir sua competitividade e continuar em condições de manter as suas operações, as companhias necessitam avaliar constantemente o comportamento do seu processo, observando seus pontos críticos e identificando algum tipo de deficiência de capacidade produtiva. A deficiência passou a ser identificada como gargalo.

Gargalos são todos os pontos dentro de uma cadeia industrial que limitam a capacidade final de produção, gerando baixa produtividade e perda de performance. (MAROUELLI, 2008).

Em grande parte, o sucesso destas empresas resulta de sua mobilidade de reduzir a complexidade em cada processo produtivo, utilizando os indicadores corretos, que determinam um procedimento eficaz para as análises de falhas em qualquer área de sua empresa, em que a aplicação da metodologia se torne necessária. Neste trabalho a área foco foi um processo industrial voltado para a área de manutenção.

1.1 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

O tema abordado neste trabalho tem como princípio a aplicação da metodologia Seis Sigma (Método DMAIC) para análise e solução de problemas, visando à melhoria da produtividade e custos de usinagem pela racionalização do uso das ferramentas de corte. Tal metodologia foi baseada na aplicação dos conceitos de DMAIC. Com a aplicação destes conceitos foi possível identificar,

qualificar e quantificar os fenômenos ocorridos para quebras de ferramentas de usinagem.

Este trabalho delimita-se ao estudo e aplicação da metodologia DMAIC em uma empresa automotiva situada na cidade no Vale do Paraíba, visando aprimorar a qualidade do produto, aumentar a produtividade e reduzir os custos.

1.2 OBJETIVO DO TRABALHO

1.2.1 Objetivo

Após a identificação de falhas na etapa de usinagem, o objetivo da pesquisa é desenvolver um estudo de caso para reduzir o gargalo em seu processo produtivo, realizando a aplicabilidade de layouts, visando propor melhorias que impacte diretamente no processo, ocorrendo maior índice de produção, garantindo a qualidade de cada produto terminado, redução de manutenção corretiva e de custo de fabricação na usinagem de cabeçote.

1.2.2 Objetivo específico

O objetivo específico deste trabalho, consiste em aplicar tipos de Layout no processo de Usinagem de Cabeçote uma empresa, apresentando que o novo layout é viável e eficaz, possibilitando maior vantagem competitiva à organização.

1.2.3 Delimitação do estudo

A empresa onde foi desenvolvido o estudo de caso é localizada no Vale do Paraíba, sendo seu seguimento automobilístico. A planta de Taubaté é responsável pelos processos de usinagens há mais de 30 anos, tendo como seus principais processos fabris os blocos de motores, virabrequins e cabeçotes.

Após realizar a análise dos indicadores dos processos com todos os times envolvidos, principalmente qualidade, pode-se evidenciar a necessidade de aplicação de novo *layout* utilizando a ferramenta VSM (Mapeamento do fluxo de valor), influenciando diretamente na melhoria e garantia de qualidade nos processos de usinagem.

1.2.4 Relevância do estudo

O princípio do tema apresentado no estudo deve-se a aplicação da metodologia de *Lean Manufacturing* (Método VSM) na realização de análise e métodos para a solução dos problemas encontrados, objetivando à melhoria contínua dos índices de produtividade e custos de usinagem. A metodologia baseia-se na aplicação de novo *layout* a partir da ferramenta VSM. Devido a aplicação das ferramentas apresentadas, foi possível realizar a identificação dos gargalos no processo de usinagem.

Este estudo de caso apresenta a aplicação da ferramenta VSM em uma companhia automobilística alocada na cidade de Taubaté, com o objetivo de sofisticar a qualidade, elevar o índice de produtividade e reduzir os custos.

1.2.5 Organização do trabalho

O trabalho é estruturado em capítulos e subcapítulos.

No capítulo 1, são expostos a justificativa da pesquisa, o escopo do trabalho, os objetivos e a metodologia adotada.

O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura sobre *Lean Manufacturing* e *Layouts*.

O capítulo 3 define a metodologia utilizada na pesquisa, apresentando como foi realizada a coleta e o alcance de dados e como conduziu-se a pesquisa na companhia automotiva.

O capítulo 5 apresenta as considerações finais, conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

Por fim, são apresentadas as referências utilizadas neste trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo aborda a utilização da metodologia para aplicação de Layouts, descrevendo algumas de suas ferramentas utilizadas, envolvendo a necessidade de cada vez mais se adequar o processo para que seja feito cada vez mais com menos, sempre com o objetivo de melhoria na segurança, qualidade e produtividade.

2.1 MANUFATURA ENXUTA

Devido a publicação do livro “A máquina que mudou o mundo” de Daniel Roos, Daniel T. Jones e James P. Womack, em novembro de 1990 o termo *Lean Manufacturing* ou *produção enxuta*, tornou-se conhecido. O termo *Lean Manufacturing* refere-se a um agrupamento de inovações organizacionais desenvolvidos pela produtora de carros japonesa Toyota no decenário de 1940, diante de uma crise econômica (SANTOS; CLETO, 2002)

Segundo Santos e Cleto (2002) a fábrica da Toyota logo após a segunda guerra mundial deu-se a origem do processo fabril de automóveis de forma eficiente, se tornando possível e rentável. Observando ações que poderiam trazer para a companhia melhorias no seu processo fabril e satisfação dos seus clientes. Adotando-se a metodologia da manufatura enxuta é possível eliminar desperdício ocasionado na produção, obtendo redução de custo, alto índice de produtividade e produzir com zero defeito (SHAH; WARD, 2003).

As seguintes práticas devem ser aderidas para atingir a execução efetiva e operacional da melhoria contínua: TPM, *Kaizen*, *Just in Time* (JIT), *Kanban*, 5S, reduzir lotes pilotos e lotes de produção, desenvolver fornecedores e versatilidade dos funcionários (BIAZZO & PANIZZOLO, 2000; BHASIN & BURCHER, 2006; PETERSEN, 2009).

De acordo com Shingo (1996) e Womack (1998) os defeitos em produtos, espera, movimentações e inventários excessivos, processos impróprios, superprodução e transporte exorbitante são desperdícios considerados em uma organização.

O STP (Sistema Toyota de Produção) é definido por seus dois pilares, sendo eles *Just in Time* e autonomia. A metodologia do JIT defende que, nos processos produtivos, todas as matérias primas ou peças devem se encontrar acondicionadas

na linha de produção no tempo e na quantia imprescindível de utilização. Convencionado a padronização do fluxo do JIT, a empresa obterá nível zero em suas operações. A autonomação permite que o operador tome decisões operacionais no processo, inclusive detectar problemas e realizar uma parada de linha para resolução do problema (OHNO, 1988)

De acordo com Teresko (2001) o *Lean Manufacturing* é o sistema que obtém maior satisfação atualmente e pode se tornar o sistema mais aplicado no século XXI.

2.1.1 Ferramentas e práticas da manufatura

O desejo constante das empresas atuais de atingirem uma posição solidificada no mercado, gera o impulso para que partes das empresas realizem a implementação da metodologia de *Lean Manufacturing* ou Produção Enxuta para que seu processo esteja sempre em melhoria contínua (NAZARENO, 2002).

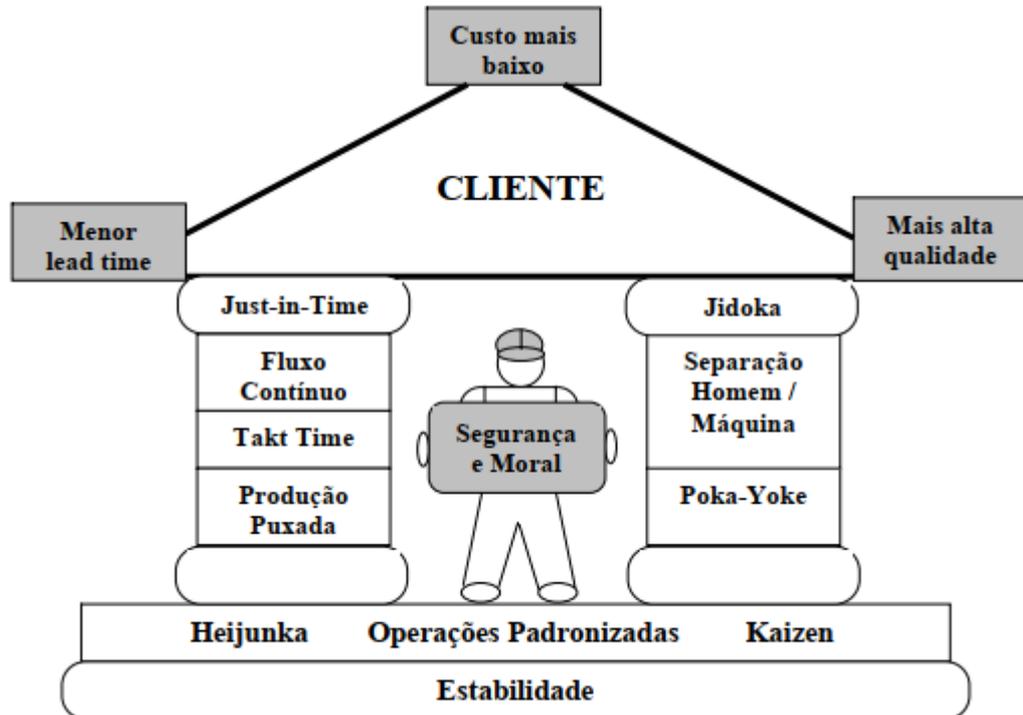
Devido a busca incansável das empresas de alcançarem a produção enxuta, ainda há inúmeros fracassos em sua implementação, pois existe uma certa dificuldade na verificação dos fatores que devem ser alinhados e priorizados, onde as transformações organizacionais sejam sustentáveis (NAZARENO; RENTES; SILVA, 2002).

Segundo Womack (2003) a organização e definição de metas, métricas e ferramentas são os principais meios de confirmação se a empresa está se tornando ou não enxuta nos processos fabris. A falta de alinhamento das metas, métricas e ferramentas, gera a incerteza dos gerentes.

Para que não ocorra apenas melhoria pontual no processo, é necessário implementar as ferramentas e adquirir as novas práticas no processo geral. Segundo Allen (2000), o sistema torna-se ineficiente, por meio da falta de algum elemento necessário da produção enxuta.

A Figura 1 apresenta a estrutura do sistema de produção enxuta. Na parte superior os propósitos do sistema são: baixo custo, *lead time* curto e maior qualidade para seu cliente. Os objetivos são sustentados pelos pilares *Jidoka* e *JIT(Just in Time)*.

Figura 1 – Estrutura Simples do STP



Fonte: Ghinato (2000)

Segundo Ghinato (2000), as principais metodologias do STP são:

- a) JIT: a metodologia da gestão, em que todas as matérias primas ou peças devem se encontrar na linha de produção no tempo e na quantidade imprescindível de utilização sem geração de estoque. A viabilidade é feita por meio do Kanban.
- b) Jidoka (automação): metodologia capaz de gerir a automação dos maquinários do processo tornando-as capazes de atuarem sem um colaborador. O colaborador deverá apenas tomar as decisões operacionais no processo, inclusive detectar as anormalidades e realizar uma parada de linha para resolução do problema.
- c) Fluxo contínuo: realização do rearranjo de layout onde o fluxo de matéria-prima siga da mesma maneira que o fluxo de um processo

fabril, a finalidade é a eliminação de perdas no processo devido a interrupções no fluxo de materiais, implementando um único fluxo de processo.

- d) Separação homem/máquina: ocorre a divisão de funções que devem ser realizadas pela máquina ou operados. A máquina torna-se autônoma para realizar a parada caso seja detectado alguma anormalidade, conseqüentemente contribuindo com a eficiência do operador, onde o mesmo pode operar mais máquinas em sua estação.
- e) Takt time: tempo usual para produção de algum componente e/ou produto, devido a necessidade do cliente e do mercado.
- f) Poka-Yoke: dispositivos criados para detectar anormalidades, prontamente bloqueando a execução da operação da máquina e realizando o impedimento na produção do componente e/ou produto irregular.
- g) Produção Puxada: deve ser produzido somente o que o próximo processo irá consumir. É refletido a solicitação dos clientes finais em toda a cadeia produtiva neste fluxo, iniciando no armazém de matérias primas e finalizando no cliente final.
- h) Heijunka: realiza-se o nivelamento da produção devido o volume e categoria de produtos, a programação tem a habilidade de atender demandas de inúmeros produtos em uma sequência de montagem.
- i) Kaizen: é voltado para a melhoria contínua das atividades para eliminar perdas, agregando valor com mínimo de investimento em um produto ou serviço prestado.
- j) Padronização das operações: metodologia que possibilita a estabilização do processo, identificação das perdas e planejamento das ações de melhoria.

2.2 LAYOUTS

O sistema SLP (*Systematic Layout Planning*) foi modelo pioneiro de layouts de planejamento apresentado por Muther, o modelo enfatizava a melhoria no fluxo dos materiais (SLACK, 2009).

O *layout* aponta uma importância indispensável na performance do sistema de Manufatura Enxuta, os principais desperdícios do processo são encontrados em seu transporte, na movimentação não necessária e alto estoque de semi-fabricado e produto terminado. O desempenho da organização é impactado diretamente pela distribuição dos seus processos industriais. O *layout* ou arranjo físico define a instalação dos setores, equipamentos, maquinários, pessoas e as demais instalações necessárias de cada planta (MUTHER, 1976).

De acordo com Gonçalves Filho (2005), a partir da combinação de quatro variáveis, sendo elas: otimização de *layout*, treinamento e motivação dos colaboradores (mão de obra), adequação dos gerentes, atualização de fabricação tecnológica, obtendo um absoluto sistema de manufatura enxuta.

O arranjo físico é destacado por ser eficiente no processo de manufatura contemporâneo. Segundo Rawabdeh e Tahboub (2005) este é o aspecto mais importante a ser destacado, pois o planejamento dos tipos de *layout* é um processo que é empreendido alto capital e requer um período longo de prazo. A modificação de *layouts* realizadas em processos que contenha equipamentos sem flexibilidade e adaptáveis a mudança, gera uma elevação considerável nos custos, de modo consequente, diretamente ou indiretamente gera em seu produto uma avaria no custo. O desempenho e produtividade da empresa é afetado devido a utilização efetiva de M.O (mão de obra), do espaço e consideravelmente a motivação dos colaboradores, refletindo ininterruptamente na satisfação do cliente.

As definições de *layouts* segundo Slack (2009) são importantes pelas seguintes razões:

- a) a organização do arranjo físico é uma operação complicada e de períodos longos pelo fato do dimensional físico dos recursos que serão movidos;

- b) a alteração do arranjo físico existente pode dificultar ou impedir o funcionamento diário da operação, gerando prejuízo por meio de perda na produção e infelicidade do cliente;
- c) identificado erro no arranjo físico, os fluxos se tornam longos e imprevisíveis, ocasionando operações com margens de erros, alto estoque, e a solicitação do cliente não sendo atendida na especificação, prazo e qualidade desejada.

O tempo dedicado previamente no planejamento do arranjo físico segundo Muther (1976) permite que não haja grandes proporções de perdas em seu sistema produtivo. Isto ocorre devido a integridade de um procedimento globalizado e inteligível, capaz de determinar uma sequência lógicas das mudanças e assim as facilitando.

O *layout* afeta o trabalho do escritório, não apenas a fabricação sofre em suas operações. As atividades das equipes e resultados dos setores administrativos e fabris são impactadas pelo arranjo físico (HAYNES, 2008).

Os *layouts* mais tradicionais e encontrados nas indústrias são:

- a) *layout* funcional ou por processo;
- b) *layout* em linha ou por produto;
- c) *layout* posicional; e
- d) *layout* celular.

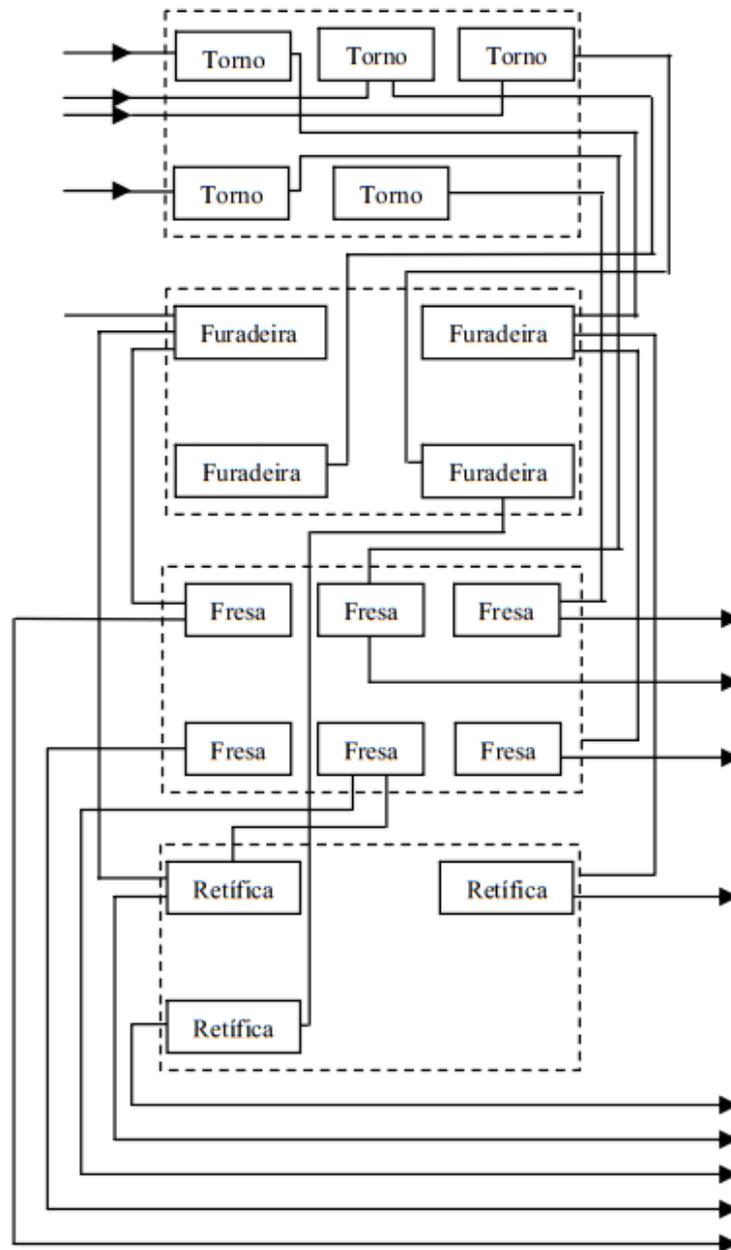
2.2.1 Layout funcional

O *layout* funcional conhecido também como *layout* por processo, é o modelo mais encontrado nas indústrias, pois foi o primeiro método de disposição física dos maquinários adotados no país mesmo havendo limitações.

Segundo Black (1998) o *layout* funcional é vantajoso devido sua capacidade para produzir grandes variedades de componentes e produtos.

O agrupamento das máquinas é realizado por seus tipos de operações (tornos, fresas, usinagem, retífica) e as peças são movimentadas em lotes de uma estação para estação seguinte (MONDEN; IMAM, 1984).

Figura 2 – Estrutura de *layout* funcional



Fonte: Black (1998)

A cada congregação de maquinário segundo Black (1998) há volume considerável estocado devido seu processo e um prolongado *lead time* de peças, gerando um nível considerável de dificuldade em administrar o *layout* funcional. No processo produtivo de uma companhia há inúmeras variedades de produtos sendo produzidos em um mesmo período, gerando desfavoravelmente o uso dos estoques

e dos espaços fabris. Devido a fabricação simultânea e particularidade de cada fabricação, as atividades do time de PCP se torna complexo (FATTOUCH, 1989, ALONÇO et al, 2000; BORGES, 2001).

Para Tompkins *et al* (1996), Krajewski e Ritzman (1996) e Gonçalves Filho (2005) as principais vantagens e desvantagens do arranjo físico funcional:

1. Vantagens:

- a) maior utilização das máquinas;
- b) máquinas menos suscetível a quebra;
- c) utilização dos equipamentos de caráter gerais; e
- d) menor vulnerabilidade na mudança de produção e demandas.

2. Desvantagens:

- a) materiais sendo movimentados em grande escala;
- b) produção com difícil controle;
- c) produção com taxas mais baixas; e
- d) a diversidade no processo produtivo e em sua rota torna maior a movimentação do material e dificulta reconhecimento dos gargalos no processo.

Nas últimas décadas a performance das empresas que implementaram o *layout* funcional estão decaindo, seus fluxos de materiais são de alta complexidade, as extensões de plantas estão cada vez mais frequentes e há inúmeras mudanças em seus processos, além dos fatores envolvidos em sua manufatura MARSH, MEREDIYH e MCCUTCHEON (1997).

2.2.2 Layout em linha ou por produto

O *layout* em linha, podendo ser conhecido como *layout* por produto é o modelo mais utilizado em indústrias responsáveis pela fabricação de automóveis, segundo Dhondt e Benders (1998) e Slack (2009) neste modelo encontramos a melhor compatibilidade da disposição dos maquinários com o componente e/ou produto que é produzido.

O processo de montagem criada por Henry Ford popularizou o modelo do *layout* em linha, os princípios que conduziram a construção do processo de

montagem na *Ford Motor Company* são utilizados atualmente nos desenvolvimentos de *layouts*.

No arranjo físico em linha segundo Gonçalves Filho (2005), os insumos são enviados para o próximo processo através de cada estação de trabalho em que ocorrem a fabricação ou montagem final, conseqüentemente criando um fluxo unidirecional. Há a necessidade de sempre localizar os recursos da produção conforme a melhor continuidade das operações do insumo que é transformado. Geralmente a movimentação dos produtos são realizadas através de dispositivos, sendo eles correias e esteiras que podem sofrer ajuste para operar na velocidade máxima. O investimento em maquinário e novas ferramentas para se obter um *layout* por produto é alto e assim como os riscos (BLACK, 1998).

Para Dhondt e Benders (1998) a qualificação dos operadores é reduzida, pois a separação das atividades se torna maior e cada operador precisa ser responsável por sua atividade na linha, com a necessidade desenvolver habilidades exclusivas do processo.

Para Tompkins (1996), Colmanetti (2001) e Dalmas (2004) as principais vantagens e desvantagens do arranjo em linha:

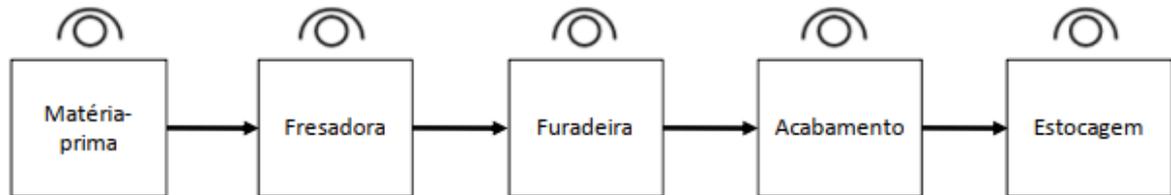
1. Vantagens:

- a) curto período na produção por unidade;
- b) produção de insumos semelhantes e em maior quantidade;
- c) utilização em sistema na produção contínua; e
- d) maior simplicidade no fluxo, tornando-o mais lógico.

2. Desvantagens:

- a) o processo produtivo é interrompido devido a parada de uma única estação;
- b) a linha torna-se obsoleta devido a modificações no projeto de produto;
- c) investimento grandioso para a aquisição de novos equipamentos; e
- d) baixa utilização de recursos na fabricação de produtos onde há menor volume.

Figura 3 – Exemplo de estrutura de *layout* em linha



Fonte: Black (1998)

O desenvolvimento do *layout* em linha necessita de plantas técnicas específicas para produzir um semi-fabricado ou produto terminado, pois há particularidades no processo. As precificações de cada equipamento são altas, os mesmos devem ser utilizados por um período longo, pois o investimento realizado deve ser amortizado nesse período.

2.2.3 *Layout* de posição fixa

É identificado como um modelo específico, comumente utilizado em fabricações de produtos de grande porte e dos produtos que necessitam ser fixados no local onde serão fabricados. O produto que será produzido e/ou montado permanece parados e os materiais devem ser deslocados até os postos de trabalho, diferindo dos demais conceitos de *layouts*. Este modelo geralmente deve-se ao tamanho dos produtos que serão produzidos, podendo ser eles aviões, navios, transformadores elétricos e turbinas. Pode-se utilizar também este *layout* em construções de balanças rodoferroviárias, rodovias, prédios e pontes (TOMPKINS, 1996; SLACK 1999 e BLACK, 1998).

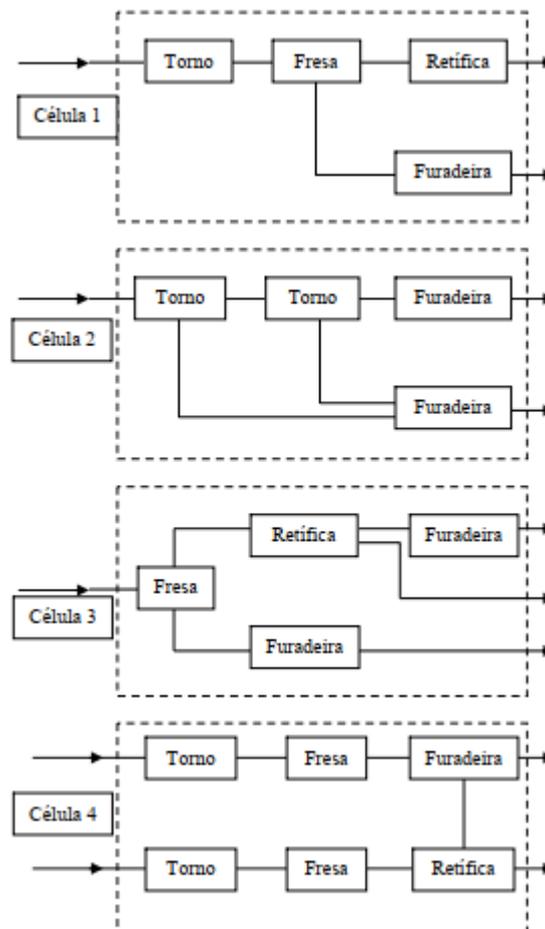
A sugestão de Martins e Laugeni (2006) é que este *layout* seja utilizado para produtos únicos, em menor quantidade ou até uma produção exclusiva, não tornando-se repetitivo.

2.2.4 *Layout* celular

Este modelo é difundido através da Manufatura Enxuta, neste modelo celular há o detalhamento de cada etapa produtiva da linha de produção, sendo possível organizar pessoas, máquinas e postos de trabalho em sua sequência (LIKER, 2005).

A organização do *layout* celular é semelhante ao *layout* em linha descrito conforme a citação acima. Para se obter maior mobilidade aos operadores da linha e gerando maior movimentação de uma máquina para a próxima, auxiliando no carregamento e descarregamento de insumos, segundo Black (1998) a configuração da célula deve ser projetada no formato de “U”, buscando atingir maior eficiência e flexibilidade no processo.

Figura 4 – Estrutura de *layout* celular



Fonte: Black (1998)

Para Gaither e Frazier (2001), Tompkins (1996) e Black (1998) as principais vantagens e desvantagens do arranjo celular:

1. Vantagens:

- a) redução do custo no manuseamento de materiais;
- b) agilidade no processo produtivo e embarcação de peças;
- c) *setup* reduzido nos recursos produtivos;

- d) há melhoria no controle, monitoramento, gestão do estoque e garantia de qualidade em produtos;
- e) melhoria no ambiente de trabalho devido a aplicação dos times funcionais;
- f) necessidade de reduzir a utilização em estoque de produto em cada processo; e
- g) facilidade de automatização devido a padronização dos processos produtivos.

2. Desvantagens

- a) dificuldade em produzir novos produtos, pois cada célula possui um padrão de processo produtivo;
- b) necessidade de times multifuncionais para cada célula obter sua maior eficiência; e
- c) treinamentos para os times multifuncionais gerando hora parada e custo;

Para ocorrer a aplicação deste conceito é necessário avaliar a quantia de componentes e materiais existentes na fábrica, duplicação de maquinário, sistema de gerenciamento de célula e de seu custeio (HYER; WEMMERLOV, 2002).

2.3 NOVA GERAÇÃO DE LAYOUTS

De acordo com Benjaafar, Heragu e Irani (2002) há vários tipos de *layout* que visam suprir as necessidades dentro de empresas para comunização de espaços. Existindo vários tipos de *layout* não convencionais como *layouts* dinâmicos. Entre eles estão os *layouts* distribuído ou holográfico, fractal e modular.

2.3.1 *Layouts* distribuídos

O *layout* distribuído tem como característica em deixar em diversos pontos da fábrica equipamentos para aproximar diferentes tipos de máquinas. Este *layout* tem como objetivo aproximar diferentes postos de trabalho de qualquer processo para que direcionamentos mais eficientes possam ser criados pelo sistema de

planejamento e controle da manufatura (MONTREUIL, VENKATADRI E LEFRANÇOIS, 1991).

2.3.2 Layout fractal

O *layout* fractal é definido como uma extensão do *layout* celular, pois a produção da fábrica é dividida em pequenos grupos denominados células fractais ou simplesmente fractais, com o objetivo de obter uma manufatura ágil através da criação de mini fábricas com multi funções dentro da empresa (VENKATADRI, RARDIN E MONTREUIL, 1997).

A célula fractal, um modo básico de formação do *layout*, é um agrupamento de máquinas colocadas adjunto umas das outras na área da produção da fábrica e capazes de processar a maioria, senão todos os produtos que entram no sistema de produção. Cada tipo de máquina na célula fractal é aproximadamente igual à proporção daquele tipo de máquina na fábrica.

É hipotético que as células fractais não sejam capazes de processar completamente um conjunto de peças, sendo assim dependente de uma ou mais células fractais para estar completa. Com isso, determinados equipamentos e máquinas serão utilizados por mais de uma célula fractal. Isto deve ocorrer, principalmente, quando máquinas de custo elevado, em número reduzido são utilizadas por muitas peças (GONÇALVES FILHO, 2005).

2.3.3 Layout modular

Segundo Irani & Huang (2000) o *layout* modular é composto por uma rede de subsistemas de manufatura, conectados entre si, mas cada um com padrão de fluxo característico. Os módulos são classificados em: *flowline* (linha), *branched flowline* (em linha ramificado), *functional* (funcional), *cell* (célula), *patterned flow* (fluxo padronizado) e *machining center* (centro de usinagem).

O conceito *layout* modular surgiu através de observações de que roteiros de produção de diferentes produtos possuem subsequências de operações comuns, que poderiam ser agregadas em módulos. Seu objetivo é maximizar o número de operações consecutivas de um grupo de roteiros de produção feitos no mesmo módulo.

2.4 SISTEMATIZAÇÃO DE PROJETOS DE LAYOUT (SPL)

De acordo com Muther (1978) o sistema SLP (*Systematic Layout Planning*) é uma sistematização de projetos de *layout*. Ele é composto por fases estruturadas, utilizando um procedimento como modelo e de uma série de convenções para avaliação, identificação e visualização dos elementos e das áreas envolvidas no planejamento. Ele consiste em:

- a) uma estruturação de fases;
- b) um modelo de procedimentos;
- c) de uma série de convenções para identificação, avaliação e visualização dos elementos e das áreas envolvidas no planejamento.

Conforme Muther (1978) o SLP (*Systematic Layout Planning*) apresenta quatro fases claramente diferenciadas.

- a) primeira fase: elabora o planejamento das instalações e determinar a localização da área do projeto;
- b) segunda fase: estabelece a posição relativa entre as diversas áreas, sendo um layout geral;
- c) terceira fase: é um layout detalhado, mostrando a localização de cada equipamento e de cada máquina;
- d) quarta fase: ocorre a implementação, nela diligencia-se que a instalação seja conforme o planejamento

Para o desenvolvimento de *layout* os parâmetros são categorizados conforme sua inicialização: construção ou melhoria (TOMPKINS, 1996). A construção consiste na elaboração de um *layout* apoiado de um esboço ou idealização. A melhoria visa melhorar o fluxo do produto e a disposição das máquinas, trabalhando com um *layout* já existente.

O projeto do *layout* é um estágio significativo do planejamento do sistema produtivo. De acordo com Muther (1978), o tempo utilizado no planejamento do *layout* antes da sua fundação, possibilita quaisquer alterações se integrem conforme um programa global e coerente, que proporciona a formação de uma sequência

lógica para as mudanças, além de simplificá-las e impede que os danos se manifestem em grandes proporções.

2.4.1 Tipos de projetos de *layout*

Conforme cita Luzzi (2004), abaixo estão descritos cada tipo de projeto de *layouts*:

- a) baseado na experiência: Criação de times com especialistas de áreas distintas que compartilham informações para elaboração de ideias com base em suas vivências e engenhosidades. As soluções propostas pelo time são analisadas conforme os parâmetros pré-definidos e em conformidade com os participantes é eleita a melhor.
- b) com algoritmos computacionais: encontram-se dois tipos básicos, o método de melhoramentos, que tem início a partir de um *layout* já existente e as decisões analisadas em harmonia com as decorrências nas localizações dos postos de trabalho, e o método de construção, que se inicia a partir de uma delineação e cada posto de trabalho é destinado fornecendo somente uma decisão que está, muitas vezes, distante do objetivo.
- c) sistemático: Este sistema é distribuído em 4 fases, podendo agregar dados quantitativos e qualitativos, que são realizados sequencialmente.
- d) integral: São considerados dois fatores: o bem-estar no trabalho e a competência organizacional. Suas principais funções é a geração de estrutura de fluxo, instauração de equipes de trabalho e projeto de estruturas de controle descentralizadas.

2.4.2 *Layout* e o fluxo

O fluxo é definido como um deslocamento crescente de um produto mediante dos recursos de produção, a começar do recebimento de materiais até a expedição do produto acabado, sem paradas em razão à paragem de máquinas ou outros retardos da produção. O *layout* é fundamental no desenvolvimento do fluxo do

produto, sendo que de acordo com a configuração utilizada, para o mesmo ajuntamento de máquinas, o fluxo muda totalmente (SUZAKI, 1987; TOMPKINS, 1996).

2.4.3 Os fluxos

Há uma contundente associação entre o *layout* do chão de fábrica e o fluxo de materiais, indivíduos e dados que percorre na produção, como pode ser observado nos *layouts* por produto, no qual encontra-se uma consistente relação entre sequência de processos e a locação das máquinas que os exercem (MUTHER, 1978).

2.4.4 Fluxo de materiais

De acordo com Muther (1978), a análise do fluxo de materiais consiste em determinar, através das etapas do processo de fabricação, qual a sequência de movimentação ou o caminho percorrido pelo produto, e também magnitude e intensidade. Durante o decorrer do fluxo é importante evitar que ocorram retornos, cruzamentos ou desvios.

Em harmonia com Lorenzatto e Ribeiro (2007) os fluxos de materiais tem intervenção direta na indicação de um *layout*. É neste fluxo que as melhorias iniciais são focalizadas quando um layout inédito é planejado. O fluxo de materiais atinge de modo direto nas dimensões qualidade, custo, flexibilidade e atendimento. E se cumprir todas as metas e objetivos planejados com qualidade e êxito alcança as modificações de demanda e os períodos de entrega. Na opinião de Silva (2002), o motivo fundamental para o desenvolvimento do *layout* na área produtiva é a importância na redução de custos de deslocação e auxilia a gestão do processo, buscando reduzir o tamanho do fluxo de materiais.

2.4.5 Fluxo de informações

O fluxo de informações, assim como o fluxo de materiais, desempenha uma função importante para a indicação ao fluxo. Dentro do *layout*, os dados têm que fluir de modo que o produto deve encontrar-se a todo momento no local correto, na hora correta e na quantidade certa.

Conforme Choo (2003), a informação é um elemento vital nas organizações e estratégico, encarregado pelo entendimento de processos organizacionais, pela compreensão e ações como captação, análise e difusão de dados que ocorrem nas organizações. Sem ela, as organizações não serão aptas de identificar a o valor de suas fontes e tecnologias de informação.

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS MÉTODOS DE PESQUISA

Segundo Gil (1991), o procedimento de uma pesquisa é determinado como plausível e metódico, onde a finalidade é possibilitar a argumentação dos problemas expostos. Uma pesquisa científica se inicia quando não há informações absolutas e há a necessidade de tomar conhecimento absoluto para solucionar o problema. Há casos onde as informações são existentes, portanto, necessitam ser ordenadas antes da análise ser realizada.

A pesquisa é realizada por meio de um desenvolvimento com inúmeras etapas, a partir da definição do tema a ser estudado até a etapa de conclusão e apresentação dos resultados obtidos (SILVA; MENEZES, 2005).

3.1.1 De acordo com a abordagem

A partir da definição do problema a ser estudado, a seguinte etapa consiste na definição do modelo da pesquisa que irá conduzir as próximas ações. A classificação da abordagem do problema, pode ser definido de duas formas, sendo elas qualitativas ou quantitativas (GIL,1991).

É considerado como pesquisa quantitativa, quando há a possibilidade de mensurar os problemas, buscando dados das análises e resultados, mediante dos métodos de estatística e procedimentos de qualidade (SILVA; MENEZES, 2005).

3.1.2 De acordo com o objetivo

De acordo com Gil (1991), a classificação das pesquisas conforme os objetivos podem ser:

- a) Pesquisa Exploratória, tem como propósito impulsionar maior conhecimento do problema e fazer com o mesmo seja conceptível, tendo em vista que pode ser criado de acordo com as hipóteses ou intuições englobando o levantamento bibliográfico, as referências que auxiliam no entendimento do assunto e depoimentos de pessoas que obtiveram o conhecimento do problema na prática. A aplicação das

pesquisas bibliográficas ocorre em pesquisas exploratórias, pois estas empregam a intuição do líder da pesquisa;

- b) Pesquisa Descritiva, o embasamento é a descrição precisa do objeto a ser estudado (podendo ser eles: fenômenos, populações ou problemas), realizando a coleta e análise dos dados qualitativos, sendo os quantitativos de maior relevância;
- c) Pesquisa Explicativa, tem como objetivo a identificação e explicação do fundamento do problema que será estudado, apresentando a autenticidade da razão de cada coisa. Geralmente esta pesquisa apresenta a continuidade de pesquisas descritivas e pesquisas exploratórias, onde apresenta um cenário preciso do assunto e tema estudado.

3.1.3 De acordo com a abordagem

De acordo com Gil (1991), pode-se definir os procedimentos técnicos como:

- a) Pesquisa Bibliográfica, a qual o desenvolvimento baseia-se em materiais existentes que foram elaborados através de artigos científicos e livros;
- b) Pesquisa Documental, há a similaridade com a bibliográfica, entretanto baseia-se nos materiais cujos não sofreram avaliações críticas;
- c) Pesquisa Experimental, é embasada no estabelecimento de métodos de controle e de análise da conclusão que se origina a variável.

3.1.4 De acordo com a pesquisa

A pesquisa apresentada é determinada como pesquisa de campo, é fundamentada na realização da análise do processo de uma empresa, de modo específico em suas linhas de produção. No último decênio, a definição do layout torna-se de grande importância, pois há o crescimento considerável de concorrentes no setor industrial, adquirindo ferramentas da gestão de processos de negócios que não foi utilizada anteriormente nas indústrias, mas hoje contribui para o sucesso das companhias.

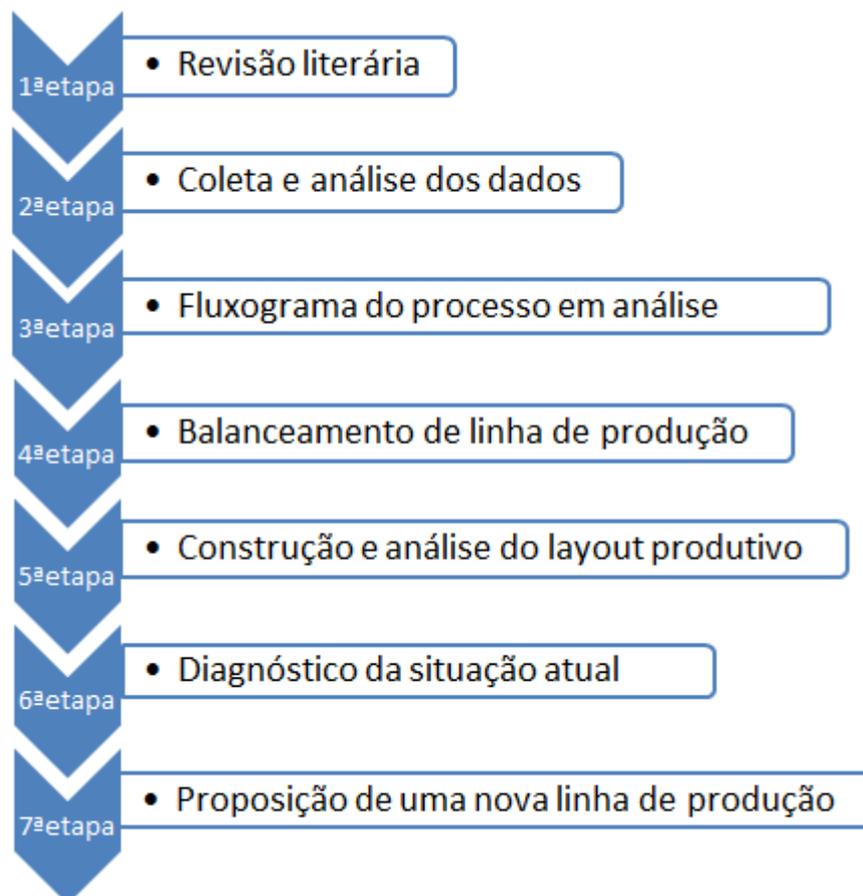
A gestão de layout, conseqüentemente, não é apenas a atuação no nível de operação e sim uma atuação no nível estratégico, visto que os propósitos estão ligados aos propósitos gerais da companhia.

4 DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento do trabalho apresentado, tornou-se necessária a pesquisa das fases conforme Figura 5 para realizar a estruturação do estudo de *layout*, como:

- a) revisão da literatura; conhecimentos dos fatos;
- b) diagrama de fluxo do processo de produção;
- c) equilíbrio da linha de produção;
- d) elaboração e análise do layout;
- e) identificação da situação atual;
- f) proposição de novo projeto do arranjo, de acordo com a figura apresentada abaixo;

Figura 5 – Etapas da realização da pesquisa



Fonte: próprio autor

A princípio, ambicionando orientar e basear a presente pesquisa, foi realizada a revisão da literatura, composta por autores referenciados e de artigos científicos. O

fundamento teórico da pesquisa centralizou na tese pertinente ao STP, tal como o estudo da manufatura enxuta e na decorrente análise de avaria no processo produtivo. O segundo ciclo da pesquisa foi executado através de entrevistas não estruturadas, englobando supervisores de produção à colaboradores da empresa. A obtenção das informações possibilitou o mapeamento do processo de produção, apresentando todas as fases do desenvolvimento. Em seguida, a coleta de dados pertencente a quantia diária de produção, a imprescindibilidade da movimentação no ambiente fabril, tal como o período de fabricação de produtos semi-fabricado e produtos terminados e de transferência entre atividades foram possibilitadas.

O início deste trabalho iniciou-se através da realização de uma pesquisa bibliográfica, com poder exploratório, de acordo com a descrição de Gil (2002), a pesquisa pode ser desenvolvida mediante a materiais já publicados, formados sobretudo por livros e artigos. A pesquisa bibliográfica explorou publicações nos campos da engenharia de produção, aplicações do CEP em inúmeros segmentos, principalmente nas indústrias fabris, onde encontra-se abundantes publicações sobre o tema. Neste momento, nos foi proporcionado uma visão geral do assunto escolhido, no qual houve a possibilidade de compreender toda a parte conceitual e por meio dele escolhemos quais cartas são mais utilizadas nos processos produtivos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

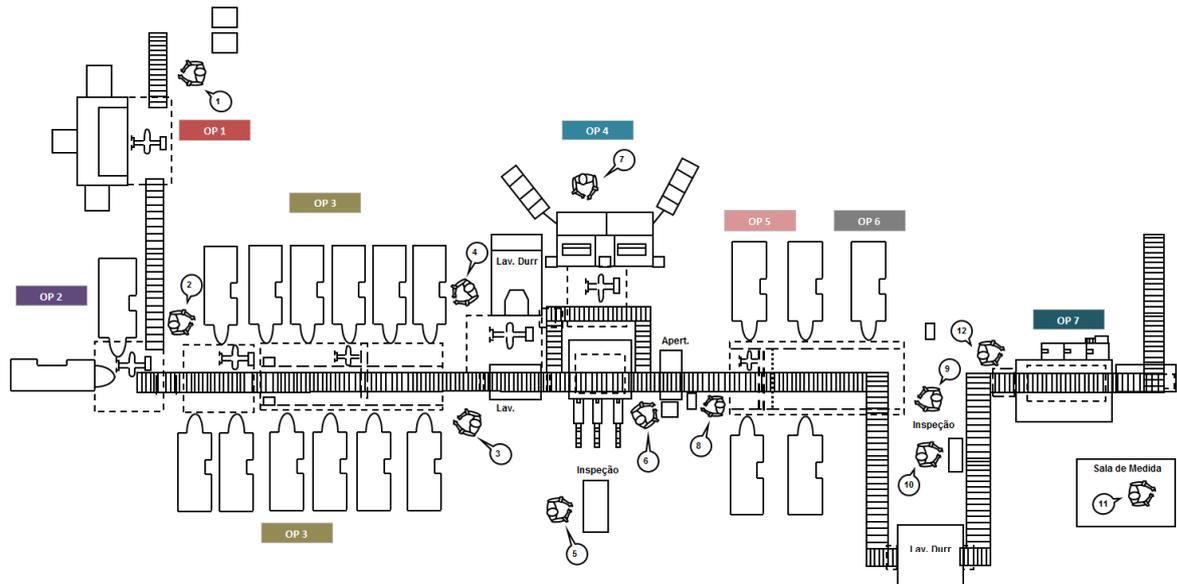
A pesquisa realizada mostrou a importância da aplicação das ferramentas da qualidade, com foco na ferramenta que visa a redução de gargalos em processos de fabricação, envolvendo as principais ferramentas como:

- a) transporte: devido a *layout* inadequado, ocorre movimentações desnecessárias, tornando o sistema de transporte ineficiente;
- b) estoque: estoques excessivos de matérias primas, semi-fabricado e produto terminado ocasionando em longo período de movimentação, danificando os produtos, elevando os custos de armazenamento e maior ocupação do espaço físico;
- c) defeitos: processos fabris inadequados devido a defeitos na matéria-prima e falta de treinamento de colaborador, gerando problemas de qualidade;
- d) processamento: execução de etapas que não são necessárias para o processo produtivo, consequência da falta de padronização, ferramentas e dispositivos inadequados, material inadequado, ocasionando erros ao longo do processo devido à má qualidade das ferramentas e más condições da máquina.
- e) movimento: o *layout* inadequado ocasiona desorganização da área produtiva gerando movimentações desnecessárias, tais como, acondicionamento inadequado de peças, ferramentas, matérias-primas, materiais de consumo e ferramentas resultando em baixa performance dos aspectos ergonômicos;
- f) espera: longos períodos de ociosidade de pessoas e peças, decorrentes de máquinas paradas em manutenção ou setup, pessoas aguardando informações, peças, desenhos e especificações técnicas.
- g) retrabalho: processos fabris inadequados necessitam da criação de uma estação com mão de obra para avaliar e retrabalhar produtos processados com baixa qualidade.

Conforme podemos ver na Figura 6, um formato de layout em linha, é possível identificar gargalos e atrasos nos processos fabris, gerando oportunidade de melhorias nas etapas de produção e visualizando as etapas que não agregam valor no produto. Após a definição do layout pela engenharia, a equipe pode evidenciar a

melhor construção do processo fabril, mas sempre havendo a necessidade da aplicação do VSM em intervalos de 6 a 12 meses, redesenhando o processo e verificando constantemente se houve alguma alteração no layout inicial e caso necessário realizar o novo desenho do processo, sempre trabalhando com a equipe que está sendo afetada nesta disposição.

Figura 6 – Exemplo de estudo do layout em linha



Fonte: Próprio autor

Após a realização do layout ideal a equipe consegue identificar pontos de gargalos que começam a surgir no processo, sendo eles negativos e positivos, em uma linha de processo fabril. Podendo identificar ociosidades no processo, enquanto outras etapas são sobrecarregadas.

A importância de conhecer os processos e mapeá-los, auxilia na identificação dos gargalos e a atuação de melhoria eficácia destes gargalos descarta a necessidade de novos investimentos.

6 CONCLUSÃO

O estudo de dados resultantes da pesquisa ocasionou a ação de balancear a linha de produção, o desenvolvimento de novo *layout* através do layout atual do processo, bem como viabilizou a identificação dos problemas dominantes abrangendo a avaria por meio do transporte. Diante deste cenário, o novo projeto de linha de produção foi desenvolvido e apresentado, onde foi fundamentado com os conceitos da manufatura enxuta, concentrando-se na contenção de perdas devido ao transporte.

Com a introdução do *layout* apresentado, vantagens abrangentes são capazes de serem alcançadas de acordo com a manufatura enxuta, reduzindo o *lead time*, suprimindo ou minorando algumas avarias, atenuação de estoques intermediários, balanceamento da produção, maior disposição dos postos de trabalho, entre outras coisas.

A partir da construção do processo fabril e aplicação do VSM a cada 6 ou 12 meses, o ciclo torna-se eficaz e prático, obtendo os resultados esperados e possibilita maior conhecimento do conceito de melhoria contínua nos processos fabris, assim facilitando a identificação no modo de falhas existentes e logo ocorre a atuação de melhoria no processo garantindo a qualidade nos processos de usinagem e no produto final entregue ao consumidor.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, J. H., **“Make Lean Manufacturing Work for You”**. Lexington: Total System Development Inc.,2000.
- ALONÇO, A. S., VALENÇA M., PEREIRA J., PEREIRA C., CARARA C., **“Layout Departamental x Layout Celular: um Estudo de Caso Através da Utilização do Software Arena”**. Disciplina Engenharia Ergonômica do Trabalho. Florianópolis: Universidade Federal de Catarina - UFSC, 2000.
- BHASIN, S., & BURCHER, P. (2006). **Lean viewed as a philosophy. Journal of Manufacturing Technology Management**, 17(1), 56-72.doi: 10.1108/17410380610639506
- BIAZZO, S., & PANIZZOLO, R. (2000). **The assessment of work organization in lean production: the relevance of the worker’s perspective**. Integrated Manufacturing Systems, 11(1), 6-15.doi: 10.1108/09576060010303622
- BENJAAFAR, S.; HERAGU, S.S. & IRANI, S.A. **Next generation factory layout: research challenges and recent progress**. Interfaces. Vol. 32, n.6, p.58-76, 2002.
- BLACK, J.T. (1998), **“O projeto da fábrica com futuro”**, Ed. Bookman.
- BORGES, F. Q., **Layout**. Belén: Revista Latu & Sensu, 2001.
- CHOO, Chun Wei. **A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões**. São Paulo: Senac, 2003.
- COLMANETTI, M.S. **Modelagem de sistemas de manufatura orientada pelo custeio das atividades e processos**. São Carlos, 2001. 94p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços – uma abordagem estratégica**. Editora Atlas, 2004
- DALMAS, V., **“Avaliação de Um Layout Celular Implementado: Um Estudo de Caso em Uma Indústria de Autopeças”**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante

em Engenharia de Produção), Programa de PósGraduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

DHONDT, S.; BENDERS J., **Production Structures and Quality of Working Life in the Clothing Industry**. International Journal of Operations & Production Management, vol. 18, 1998.

FATTOUCH, N. G., “**Metodologia para Alteração do Arranjo Físico do Setor Produtivo de Pequenas e Médias Empresas**”. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 1989

GAITHER, N.; FRAZIER, G. (2001), “**Administração da Produção e Operações**”, Ed. Pioneira.

GHINATO, P. Publicado como 2o. cap. do Livro **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Edit. da UFPE, Recife, 2000.

GIL, A. C., **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ª edição, São Paulo. Editora Atlas, 1991.

GONÇALVES FILHO, E. V. “**Sistemas de Manufatura: Projeto do arranjo físico**”, 2005.

HAYNES, B. P. (2008), “**The impact of office layout on productivity**”, Journal of Facilities Management, Vol 6 No. 3, pp. 189-201

HYER, N., WEMMERLOV, U. (2002), “**Reorganizing the factory: competing through cellular manufacturing**”, Ed. Productivity.

IRANI, S.A. & HUANG, H. **Custom design of facility layouts for multiproduct facilities using layout modules**. IEEE Transactions on Robotics Automation. Vol.16, n.3, p.259-267, 2000.

KRAJEWSKI, Lee J. e RITZMAN, Larry P. (1996) - **Operations management: strategy and analysis**. 4th ed. New York: Addison-Wesley Publishing Company.

LIKER, J. K., “**O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**”. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LORENZATTO, J., RIBEIRO, J., “**Projeto de Layout Alinhado às Práticas de Produção Enxuta em Uma Empresa Siderúrgica de Grande Porte**”. XXVII ENEGEP. Foz do Iguaçu: 2007.

LUZZI, A. A., “**Uma Abordagem para Projetos de Layout Industrial em Sistemas de Produção Enxuta: Um Estudo de Caso**”. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Produção), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

MARQUELLI, W.A WLC Silva, HR da SILVA - **Embrapa Hortaliças**-Livro técnico (INFOTECA-E), 2008

MARSH, Robert F; MEREDITH,Jack; MCCUTCHEON,David M, **The life cycle of manufacturing cells**, International Journal of Operations and Production Management; Volume 17 No.12; 1997.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P., **Administração da Produção**, 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MONTREUIL, B.; Venkatadri, U.; Lefrançois, P. (1991). **Holographic layout of manufacturing systems**. Document de travail (Technical Report) 91-76, Faculty of Management, Université Laval, Montreal, Québec, Canada, Oct.

MONDEN, Y., IMAM, **Produção sem Estoques uma Abordagem Prática ao Sistema de Produção da Toyota**, 1984.

MUTHER, R. **Planejamento do Layout: Sistema SLP**. Tradução Elizabeth de Moura Vieira; Jorge Aiub Hijjar; Miguel de Simoni. São Paulo: Edgard Blücher; 1976

NAZARENO, R. R.; RENTES, A. F.; SILVA, A. L. da. **Implantando técnicas e conceitos da produção enxuta integrada à dimensão de análise de custos**. Disponível em <http://www.numa.org.br/gmo/itens/ferramprodenxuta.htm>. Acesso em 19 dez. 2002, 2002.

NAZARENO, R. R. **Proposta de um método para a concepção, desenvolvimento, implementação e monitoramento de um sistema de produção enxuta**. 167 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

OHNO, T. **Toyota production system: beyond large scale production**. Cambridge: Productivity Press, 1988.

PETTERSEN, J. (2009). **Defining lean production: some conceptual and practical issues**. The TQM Journal, 21(2), 127-142. doi: 10.1108/17542730910938137

PONTES, H. L. J.; YAMADA, M. C.; CARMO, B.B.T. & PORTO, A. J. V. **Identificação e análise do gargalo em uma linha de montagem de componentes automotivos utilizando simulação**. Artigo publicado no III SEGet – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2006.

RAWABDEH, I.; TAHBOUB, K. **A new heuristic approach for a computer-aided facility layout**. Journal of Manufacturing Technology Management, v. 17, n. 7, p. 962986, 2005. <http://dx.doi.org/10.1108/17410380610688269>

SANTOS, C. A. dos; CLETO, M. G. **Produção enxuta: um estudo de caso de aplicação numa multinacional instalada no Brasil**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 22. Curitiba. Anais... Porto Alegre: ABEPRO, 2002. TR 120039. 1 CD- ROM, 2002.

SHAH, R., & WARD, P. T. (2003). **Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance**. Journal of Operations Management, 21(2), 129-149. doi: 10.1016/S0272-6963(02)00108-0

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Tradução de Eduardo Schaan. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, A. L., BUOSI, T., SILVA, V. C. O. **“Melhorando o Layout Físico Através da Aplicação do Conceito de Célula de Produção e Redução da Movimentação: Um Estudo de Caso”**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 2002

SILVA, E. D. & SPONTEADO, C. R. “**MES e Eficiência de linhas de produção**”. Aquarius Software. Ed 2. São Paulo, 2009.

SILVA E. L., MENEZES E. M., **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4ª edição revisada e atualizada, Florianópolis. UFSC, 2005.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. Editora Atlas, 2009.

SUZAKI, Kiyoshi. (1987). **The New Manufacturing Challenge**. London: Collier Macmillian Publishers.

TERESKO, J., “**Toyotas New Challenge**”, Cleveland: Industry Week, 2001.

TOMPKINS, J.A., WHITE, J.A., BOZER, Y.A., TANCHOCO, J.M.A., TREVINO, J., “**Facilities planning**”, New York: John Wiley, 1996

VENKATADRI, U; RARDIN, R. L. & MONTREUIL, B. **A design methodology for the fractal layout organization**, IEE Transactions, v.29, n.10, p.911-924, 1997.

WOMACK, J. **An LEI new year’s resolution: no wallpaper!**. Disponível em <http://www.lean.org/Lean/Community/Registered/ShowEmail.cfm?JimsEmailId=10>. Acesso em 19 de outubro de 2003, 2003.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riquezas**. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e Priscilla Martins Celeste, 6 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.