

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA  
COM ÊNFASE EM TRANSPORTES**

**ESTUDO DO LAYOUT E FLUXO DE MATERIAIS EM UM SETOR DE  
LIGAS LEVES NA INDÚSTRIA AERONAUTICA**

**MARCOS FÉLIX VERNICE**

**BOTUCATU – SP  
DEZEMBRO – 2005**

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA  
COM ÊNFASE EM TRANSPORTES**

**ESTUDO DO LAYOUT E FLUXO DE MATERIAIS EM UM SETOR DE  
LIGAS LEVES NA INDÚSTRIA AERONÁUTICA**

**MARCOS FÉLIX VERNICE**

**ORIENTADORA: Prof. Ms. ERICO DANIEL RICARDI GUERREIRO  
CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. LUÍS FERNANDO NICOLOSI BRAVIN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
FATEC - Faculdade de Tecnologia de Botucatu, para  
obtenção do título de Tecnólogo em Logística com  
ênfase em Transportes.

**BOTUCATU – SP  
DEZEMBRO – 2005**

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA: ÊNFASE EM  
TRANSPORTES**

**ESTUDO DO LAYOUT E FLUXO DE MATERIAIS EM UM SETOR DE  
LIGAS LEVES NA INDÚSTRIA AERONÁUTICA**

**MARCOS FÉLIX VERNICE**

Botucatu – SP  
Dezembro 2005

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA: ÊNFASE EM  
TRANSPORTES**

**ESTUDO DO LAYOUT E FLUXO DE MATERIAIS EM UM SETOR DE  
LIGAS LEVES NA INDÚSTRIA AERONÁUTICA**

**MARCOS FÉLIX VERNICE**

**Orientador: Prof. Ms. Érico Daniel Ricardi Guerreiro**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
FATEC - Faculdade de Tecnologia de Botucatu,  
para obtenção do título de Tecnólogo em Curso  
de Logística: ênfase em transportes.

Botucatu - SP  
Dezembro 2005  
**AGRADECIMENTOS**

A Deus por me dar a oportunidade de estudar nesta Faculdade e pela saúde que sempre me deu para vencer os obstáculos da vida

Aos meus pais que sempre me incentivaram e me deram apoio nos bons e maus momentos de minha vida com seu amor incondicional e por acreditarem em mim

Ao meu irmão que sempre acreditou em minha capacidade e que me ajudou a vida inteira

Ao meu Orientador Prof. Ms. Érico Daniel Ricardi Guerreiro pelo incentivo, informações, amizade e apoio profissional.

Em especial a minha namorada Andréia Cristina dos Santos que sempre esteve ao meu lado me apoiando e me ajudando em tudo com seu Amor e paciência, por me motivar quando eu desanimava com as dificuldades e acreditar que eu chegaria ao fim.

Aos amigos de classe Giuliano, André, Jader, Tassi, Quevedo, Fábio, Michele, Cybele, e todos os outros que passaram bons e divertidos momentos na faculdade, pelas festas churrascos e viagens, pelo conhecimento e lição de vida que passaram a mim.

Aos Professores que direta ou indiretamente me ajudaram neste trabalho.

A todos que não lembrei que direta ou indiretamente me ajudaram com boa vontade.

Esses são meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	7
I. INTRODUÇÃO .....	8
1.1. Objetivos .....	8
1.2. Justificativa .....	8
II. REVISÃO DE LITERATURA .....	10
2.1. Layout Geral.....	10
2.2. Método de Layout .....	11
2.3. Mix de produção e tecnologia .....	12
2.4. Dimensionamento dos Fatores de Produção .....	12
2.5. Templates dos Centros de Produção .....	12
2.6. Simulação, Construção do Layout e Estratégia de Produção.....	13
2.7. Layout detalhado .....	14
2.8. Considerações Finais.....	14
2.9. Princípios do Layout .....	15
2.10. Recomendações ao estudo do Layout .....	15

2.11. Dados Necessários .....	16
2.12. Noções gerais de fluxos .....	18
2.13. Representações de fluxo do processo.....	21
2.14. Dimensionamento dos principais fatores de produção.....	29
2.15. Dimensionamento de pessoal e equipamentos .....	29
2.16. Tempo de Manufatura ( TM ) .....	30
2.17. Dimensionamento dos Materiais.....	30
III. ESTUDO DE CASO .....	32
3.1. ANEXO 1.....	37
IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

## **Resumo**

Este trabalho tem como objetivo o estudo do layout de um setor de ligas leves de uma indústria aeronáutica. Esse estudo justifica-se pela minimização dos fluxos de transporte e conseqüente aumento da competitividade, com base na redução dos custos, aumento de produtividade e qualidade. A análise foi feita com base numa família específica de peças, utilizou-se a técnica do Método de Wimmert - Seqüência de demanda não direcional para a determinação dos fluxos ideais. O resultado foi o arranjo que satisfaz as condições da movimentação. Observou-se também que a análise do layout deve ser sistematicamente refeita para garantir a otimização do sistema de produção, pois quaisquer mudanças na demanda, família e processo modificam o arranjo ótimo.

## **I. INTRODUÇÃO**

O trabalho foi desenvolvido em uma empresa do setor aeronáutico, mais especificamente no setor de ligas leves. Esse setor é responsável pela fabricação de uma série de famílias de peças. Primeiramente, pretendia-se realizar um estudo de todo o setor, porém, algumas informações não puderam ser obtidas da empresa, dada a limitação encontrada com o trabalho já em andamento optou-se por analisar uma família específica de peças e construir a orientação para o layout para essa condição.

O trabalho foi dividido em três partes principais. A primeira é a revisão bibliográfica sobre layout, foi necessária para buscar o entendimento indispensável para realizar análises fundamentadas, no estudo prático.

A fase seguinte é esse estudo prático, no qual são definidas as peças que farão partes do estudo, também são levantados dados que caracterizam a demanda, processo e produção, para, em seguida, determinar o fluxo ideal através da aplicação de técnicas matemáticas.

A terceira parte são as considerações finais, nas quais todos os fatores importantes encontrados no estudo são discutidos.

### **1.1. Objetivos**

O objetivo deste estudo é avaliar o fluxo de materiais em um setor de peças primárias, verificar a adequação do layout através da movimentação. A movimentação de materiais de um setor deve ser minimizada, pois não agrega valor ao produto, quanto menor as movimentações menores serão os gastos envolvidos. Para tal é necessário avaliar as diferentes peças fabricadas nesse setor, suas quantidades, operações, etc.

### **1.2. Justificativa**

Com esta análise saber-se-á se a empresa possui layout adequado para este tipo de trabalho, e se a empresa necessita de ajustes para reduzir seu tempo de fabricação das peças e assim diminuir seu custo. Quando se consegue reduzir sua movimentação, o custo cai e a produção conseqüentemente aumenta, pois sobra mais tempo para fabricar outras peças. Isso interfere no nível de estoque, pois se o processo se torna mais rápido não



se necessita de muitas peças guardadas, e com isso se reduz o “dinheiro parado”. Também se pode dar mais atenção para outras peças que estão em urgência, por exemplo. A qualidade também é um fator indispensável, pois está relacionado com a movimentação das peças e reduzindo sua movimentação elas sofrerão poucos danos e também acontecerão menores números de acidentes com os empregados.

## II. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Layout Geral

(SLACK et al, 1997) diz que, o Layout de uma operação produtiva preocupa-se com o posicionamento físico dos recursos de transformação. Definir o Layout é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção, pois é ele que em uma operação produtiva determina sua “forma” e aparência. A organização do espaço determina a maneira como os recursos transformados (materiais, informações e clientes) fluem pela operação.

Layout é definido, segundo alguns autores como sendo:

“Layout é definido como sendo a disposição de máquinas, equipamentos e serviços de suporte em uma determinada área com o objetivo de minimizar o volume de transporte de materiais no fluxo produtivo de uma fábrica” (FRANCISHINI & FEGYVERES, 1997) in Marcelo Silveira.

“Layout se refere ao planejamento do espaço físico a ser ocupado e representa a disposição de máquinas e equipamentos necessários à produção dos produtos/serviços de uma empresa” (CHIAVENATO, 1991) in Marcelo Silveira.

Portanto, considera-se Layout a distribuição espacial que deve ser feito com a melhor localização de máquinas, equipamentos e pessoas a fim de reduzir a movimentação de materiais e pessoas para se ter um ganho de produtividade, redução nos custos e aumento da qualidade do produto.

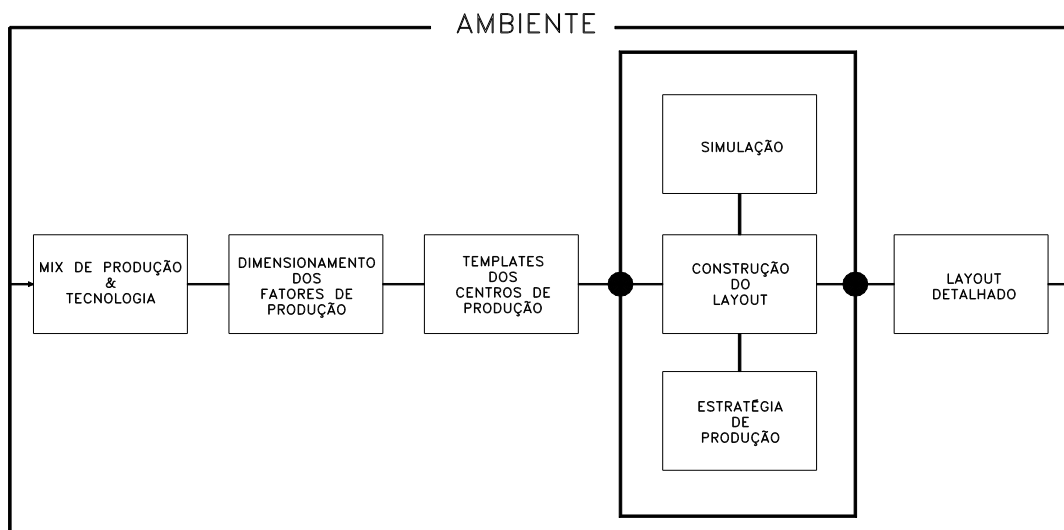
(SLACK et al, 1997) também diz que, Layout é a manifestação física de um tipo de processo, é a característica de volume-variedade que dita o tipo de processo e há algumas razões práticas pelas quais as decisões de Layout são importantes na maioria dos tipos de produção:

- Mudança de Layout é freqüentemente uma atividade difícil e de longa duração por causa das dimensões físicas dos recursos de transformação movidos;
- O rearranjo físico de uma operação existente pode interromper seus funcionamentos suaves, levando à insatisfação do cliente ou a perdas na produção;
- Se o Layout está errado, pode levar a padrões de fluxo longos ou confusos, estoque de materiais, filas de clientes formando-se ao longo da operação, inconveniências para os clientes, tempos de processamento longos, operações inflexíveis, fluxos imprevisíveis e altos custos. A mudança do Layout pode ser de execução difícil e cara e os projetistas não podem errar em sua decisão, pois terá efeitos de longo prazo consideráveis na operação.

O Projeto do Layout de uma operação produtiva deve iniciar-se com os objetivos estratégicos da produção. Deve ser visto como uma das modalidades do projeto de engenharia, que segue as mesmas características do projeto do produto. O desenvolvimento de um projeto deve ser tratado como um produto dinâmico, que parte das necessidades dos futuros usuários, considera as restrições do projeto e do negócio e estabelece um novo conceito para o sistema produtivo.

## 2.2. Método de Layout

Para se construir um Layout é necessário um método de projeto que deve ser utilizado, segundo a figura 1.

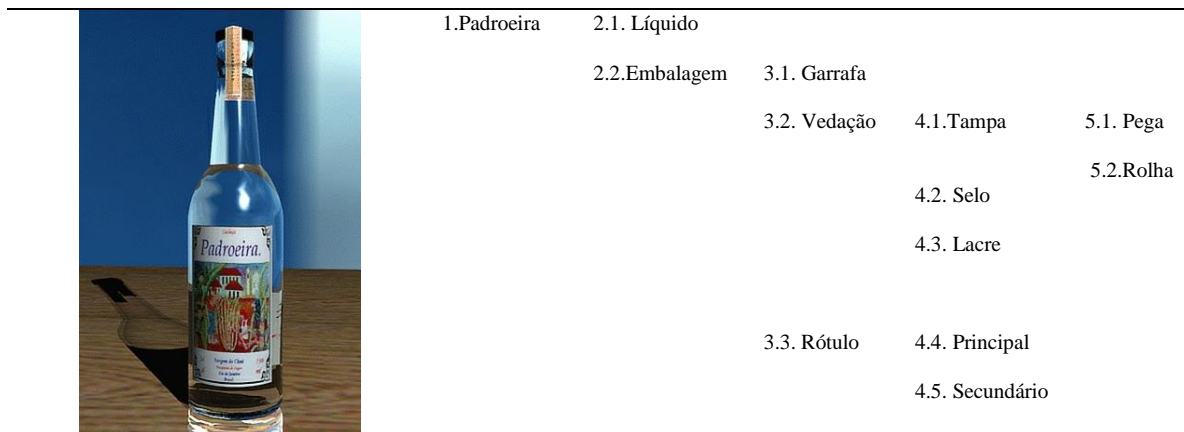


**Figura 1. Processo de Projeto do Layout Industrial**  
**Fonte: Camarotto e Menegon (1998)**

O método é dividido em várias fases que serão desenvolvidas a seguir. O retângulo representa o ambiente.

### 2.3. Mix de produção e tecnologia

É a primeira etapa e trata-se aqui de compreender exatamente quais são os produtos e serviços a serem produzidos e os seus processos de obtenção. É preciso saber o que e como produzir. Deve-se saber com precisão cada detalhe do produto, suas partes e componentes bem como seus processos de produção associados. A formalização do mix de produção deve adotar uma estrutura sistêmica, onde o todo é dividido em partes sucessivamente até a obtenção dos elementos individuais que compõem o produto. Uma representação sistêmica para o produto *Cachaça Padroeira* é apresentada na figura 2. Para o produto em questão podem-se visualizar cinco níveis distintos. Ao fazer o caminho de volta encontra-se para o produto o conjunto de seus componentes: Rótulo principal e secundário, lacre, selo, rolha, pega, garrafa e líquido.



**Figura 2: Formalização do produto.**  
**Fonte: Camarotto e Menegon (1998)**

Para cada um dos elementos constituintes do produto necessita-se explicitar o seu processo de fabricação. As formas clássicas de representação, em engenharia de produção, são os fluxogramas de processo. Eles representam os processos em termos de fluxos de operação, inspeção, esperas, transporte e armazenagem.

### 2.4. Dimensionamento dos Fatores de Produção

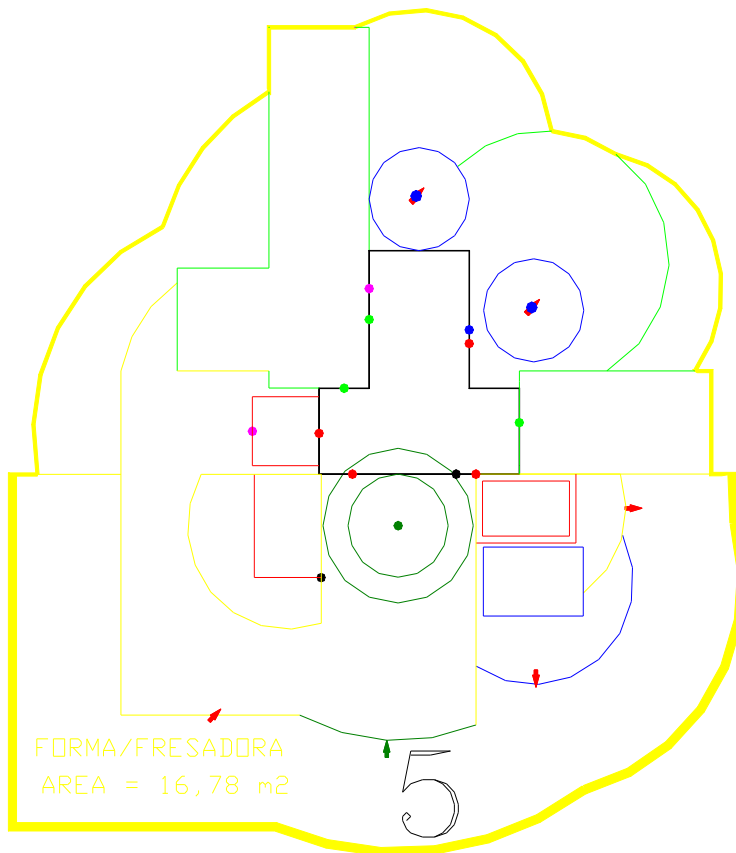
Após a conclusão da etapa anterior, devem-se quantificar os recursos necessários para o processo produtivo. A esta etapa designa-se de pré-dimensionamento dos fatores de produção. Trata-se de quantificar os fatores diretos e indiretos de produção agrupados em: homens, materiais e equipamentos. Nesta etapa a quantificação ainda não pressupõe um arranjo específico dos fatores de produção. Na realidade volta-se ao dimensionamento na fase de construção do layout. As quantificações aqui realizadas possibilitarão numa etapa posterior, discutir-se qual é a melhor forma de organizá-los.

### 2.5. Templates dos Centros de Produção

Tendo-se quantificado os fatores de produção, passa-se à etapa seguinte denominada de construção dos *templates* dos centros de produção. Trata-se de obter representações das demandas espaciais bi ou tridimensionais, quando requeridas. Esta é uma etapa fundamental no processo de projeto do layout, pois dela depende a qualidade final do projeto em termos de ocupação dos espaços, bem como das condições de trabalho e de gestão das interações que irão ocorrer.

Além dos centros produtivos, deve-se considerar nesta fase todas as demais demandas espaciais decorrentes das instalações de serviços, de utilidades e de gestão que irão cooperar para que as atividades produtivas ocorram,

como mostra na figura 3. Ao final desta etapa tem-se reunido toda a informação necessária para entrar no processo de construção do layout propriamente dita.



**Figura 3: Exemplo de um Centro de Produção**  
**Fonte: Camarotto e Menegon (1998)**



## 2.6. Simulação, Construção do Layout e Estratégia de Produção

Para introduzir-se a fase de construção do layout faz-se necessário voltar a considerar a figura 1. Nela as fases de **definição da estratégia de produção, construção do layout e de simulação** são representadas de modo paralelo a fim de enfatizar o processo de geração de alternativas avaliação e escolha. Nesta fase, devem-se considerar mais detalhadamente as diferentes possibilidades de arranjo para os fatores de produção articulados em torno de uma dada estratégia. Neste processo, agrupam-se áreas produtivas e não produtivas, estabelecem-se os relacionamentos e buscam-se soluções possíveis de serem implementadas. As diversas soluções geradas deverão ser comparadas frente a critérios objetivos e subjetivos. Este é um processo altamente interativo. As melhores soluções irão surgir após a consideração de uma ampla gama de possibilidades.

O processo de validação se dá a partir da consideração de uma

estratégia de produção, da construção do layout decorrente (integração dos vários centros de produção) e da simulação desta implementação. O resultado obtido deve ser claro o suficiente para responder as questões mais gerais impostas pelo ambiente, contra as quais a solução é avaliada. É importante reforçar que a simulação aparece como elemento chave do processo de validação, buscando evidenciar os efeitos de opções estratégicas sobre a produtividade da unidade, bem como de suas conseqüências sobre as atividades dos trabalhadores. Tal aspecto é ressaltado para mostrar a necessidade de considerar, em todo momento, o efeito de uma dada estratégia de manufatura sobre o trabalho humano. É isto, no final, que irá propiciar a produtividade e a flexibilidade de qualquer sistema produtivo. A saída deste processo é um conceito para a unidade industrial, que integra a estratégia de produção adotada e fornece a entrada para o detalhamento do layout.

## 2.7. Layout detalhado

A etapa de **detalhamento do layout** envolve a especificação de todos os elementos que irão contribuir para o funcionamento da unidade industrial. Constitui-se na elaboração de um documento detalhado que irá orientar os diferentes profissionais que participarão da implantação e posta em marcha da unidade.

## 2.8. Considerações Finais

A metodologia apresentada tem sido testada em diversos projetos de layout e re-layout. Os resultados obtidos nos trabalhos de planejamento e implantação de sistemas de produção, integrando ferramentas computacionais de simulação animada e de CAD mostram uma grande consistência na análise dos layout produzidos. A comunicação entre usuário e modelista tem sido facilitada, devido aos recursos gráficos animados utilizados, criando um maior interesse no usuário em aumentar a sua participação no projeto. Esse fato tem aproximado usuário e projetista, facilitando a comunicação entre eles e aumentando a cumplicidade do usuário em relação ao projeto.

Do ponto de vista teórico, a metodologia busca responder às questões levantadas na discussão acerca do processo de projeto, enfatizando:

- O desenvolvimento do *layout* detalhado, pois os *templates* gerados representam realisticamente a atividade produtiva;
- O uso das capacidades gráficas e interativas computacionais;
- A possibilidade de adoção e simulação de diferentes estratégias de produção;
- A flexibilidade do layout industrial absorvendo mudanças futuras advindas do ambiente.

Este trabalho tem por objetivo tratar somente da análise do fluxo, sem considerar avaliação das áreas utilizadas. Não é o estudo do Layout em si, mas utiliza-se das técnicas e métodos envolvidos nessa problemática e serve como análise prévia para avaliar seu desempenho e justificar um posterior Re-Layout.

## 2.9. Princípios do Layout

Objetiva a obtenção de um arranjo espacial que tenha o melhor desempenho em conjunto com o custo, flexibilidade, condições de trabalho, condições de controle e qualidade para o processo produtivo. Para alcançar estes objetivos, a construção do layout se utiliza dos seguintes princípios gerais, que devem ser obedecidos para todos os estudos:

- a) **Princípio da integração:** Os diversos elementos devem estar harmoniosamente integrados, pois a falha em qualquer um deles resultará numa ineficiência global.
- b) **Princípio da mínima distância:** O transporte nada acrescenta ao produto. Desse modo as distâncias devem ser reduzidas ao mínimo para evitar esforços inúteis, confusões e custos maiores.
- c) **Princípio de obediência ao fluxo das operações:** Materiais, equipamentos, pessoas, devem se dispor e movimentar-se em fluxo contínuo e de acordo com a seqüência do processo de manufatura. Devem ser evitados cruzamentos, retornos e interrupções. A imagem ideal a ser conseguida, neste caso, é a de um rio com seus afluentes.
- d) **Princípio do uso das 3 dimensões:** As três dimensões podem ser utilizadas, o que se traduzirá numa menor utilização total do espaço. Deve-se ter sempre em mente que os itens a serem arranjados na realidade ocupam um certo volume, e não uma determinada área. A retribuição de se pensar em área somente se traduzirá numa maior utilização do espaço. Deve-se pensar na utilização de porões, subsolos, transportes por monovias, etc.
- e) **Princípio da satisfação e segurança:** Quanto mais satisfação e segurança um layout proporcionar aos seus usuários, tanto melhor ele será. Existem especialistas que consideram este como o princípio principal no layout, pois, se satisfação e segurança são atendidos, o estudo é aceito e, portanto, o layout é triunfante. Deve proporcionar boas condições de trabalho e máxima redução de risco. Não se deve esquecer a influência que fatores psicológicos como cores, impressão de ordem e impressão de limpeza, possuem para melhorar a moral do trabalho.
- f) **Princípio da flexibilidade:** Este é um princípio que notadamente, na atual condição de avanço tecnológico, deve ser considerado pelo projetista de layout. São freqüentes e rápidas as necessidades de mudança do projeto do produto, mudança de métodos e sistema de trabalho. A falta de atenção a essas alterações pode levar uma fábrica à obsolescência. Neste princípio, deve-se considerar que as condições vão mudar e que arranjo físico deve servir às condições atuais e futuras.

Em todo planejamento de arranjo físico, irá existir sempre uma preocupação básica: Tornar mais fácil e suave o movimento do trabalho através do sistema, quer esse movimento se refira ao fluxo de pessoas ou materiais.

Há três motivos que tornam importantes as decisões sobre arranjo físico:

- 1) Elas afetam a capacidade de instalação e a produtividade das operações: Uma mudança adequada no arranjo físico pode muitas vezes aumentar a produção que se processa dentro da instalação, usando os mesmos recursos que antes, exatamente pela racionalização no fluxo de pessoas e/ou materiais;
- 2) Mudanças no arranjo físico podem implicar no dispêndio de consideráveis somas de dinheiro, dependendo da área afetada e das alterações físicas necessárias nas instalações, entre outros fatores;
- 3) As mudanças podem representar elevados custos e/ou dificuldades técnicas para futuras reversões; podem ainda causar interrupções indesejáveis no trabalho. (MOREIRA,2002)

## 2.10. Recomendações ao estudo do Layout

a) **Planeje o todo e depois detalhe:** É aconselhável um estudo global e depois detalhado. Estuda-se a fábrica como um todo pensando em seus aspectos mais amplos. Não se deve esquecer do princípio da integração, pois se o arranjo for desenvolvido sem um planejamento do todo será difícil obter um conjunto ordenado e lógico de elementos dotado de absoluta unidade de propósitos.

b) **Planeje o ideal e depois o prático:** Não se deve reconhecer as limitações ao estudo logo de início. Deve-se planejar com liberdade, pois as dificuldades inicialmente existentes poderão, inclusive, ser removidas, se no estudo ideal se mostrar vantajoso. Consideradas de início, o projetista nunca saberá a solução ideal para o problema. Após possuir o plano ideal dever-se-á, então, adaptá-lo à prática e introduzir as limitações, sem alterar a sua essência. Outro aspecto importante é que, assim procedendo, o projetista terá uma idéia da eficiência da

solução prática em relação à ideal. E poderá alterar a sua adaptação até que esta se apresente com eficiência desejada.

**c) Planeje para o futuro.** A fábrica deve ser projetada também para o futuro. Dessa forma, deve-se prever as variações de demanda, extrapolar todos os dados para o futuro. Deve-se dotar a fábrica de condições de expansão, e já projetá-la vendo essas ampliações. O projeto deve buscar uma fábrica flexível e tornar o edifício facilmente expansível. Deve-se ter presente que as condições estão sempre mudando, e que a fábrica deverá se adequar a essas modificações.

**d) Procure a idéia de todos.** O layout possui relações com todos os departamentos da fábrica e todos devem propor idéias que aperfeiçoem as soluções encontradas. Também não é privilégio do homem de layout ter boas idéias: cabe a ele recolher as sugestões, analisá-las, colocando-as em concordância com o plano geral. Outro aspecto importante é que a coleta dessas sugestões, e a discussão da idéia de todos, cria partidários do plano que serão úteis à hora da aprovação e introdução da solução.

**e) Utilize os melhores elementos de visualização.** Utilizar gráficos, tabelas, fluxogramas, plantas, modelos bi e tri dimensionais, enfim, todos os recursos para facilitar a compreensão do plano e que ajudam a comunicação.

**f) Prepare para “vender” a idéia.** Nada existe, em sentido industrial, se não houve venda. Isto também é válido para o *plant layout*: o melhor plano simplesmente não existirá se não for aprovado. Deve-se utilizar, então, de todos os recursos para a venda da idéia: apresentação, contato, boas relações humanas, psicologia de vendas, tudo aquilo que no final possa ser útil para a aprovação do layout.

## 2.11. Dados Necessários

O projeto de Layout propriamente detalhado tomará como dados as informações sobre o processo, materiais e equipamentos que deve ter sido coletadas em uma etapa anterior.

No mínimo estas informações devem conter:

### a) Informações Gerais sobre a empresa

- Tamanho, produto;
- Nível de produção atual e futuro;
- Terrenos e capital disponível;
- Tipos de Matéria Prima e condições gerais do processo.

### b) Informações sobre o produto

- Características físicas e geométricas;
- Manipulação e armazenamento;
- Condições de qualidade;
- Partes componentes.

### c) Informações sobre o processo

- Diagrama de operações e montagem;
- Roteiros de produção (work sheets) e tempos de operação;



- Estoques e transportes;
  - Outras informações.
- d) Informações sobre pessoas e serviços auxiliares**
- Pessoas necessárias;
  - Serviços administrativos e auxiliares.
- e) Informações sobre o equipamento**
- Lista completa de equipamentos e “Templates”;
  - Características de operação;
  - Custo dos equipamentos.
- f) Informações gerais financeiros**
- Preço final do produto;
  - Estrutura de custos;
  - Preço do terreno e custo de urbanização e construção.

A Tabela 1 resume dados essenciais que deverão ser coletados quando for realizado o estudo de Layout:

**Tabela 1: Dados necessários para o estudo do Layout**

<b>INFORMAÇÃO NECESSÁRIA</b>	<b>INFORMAÇÃO DETALHADA</b>	<b>FONTES DA EMPRESA</b>
Projeto do produto e especificações	Projeto do produto Especificações exatas e claras Qualidade adequada	Engenharia do produto; vendas ou consumidor Idem Idem e mais departamento de controle de qualidade
Características físicas e químicas	Tamanho Peso Forma Condição Características especiais	Engenharia do produto, controle de qualidade
Quantidade e variedade e produtos e materiais	Número de itens diferentes Quantidade de cada item Variação na demanda	Engenharia do produto ou de processo, planejamento da produção ou controle de estoques e vendas ou consumidor Idem e mais pesquisas de mercado Planejamento da produção, pesquisa do mercado
Componentes e montagem	Seqüência das operações de montagem Seqüência das operações do processo de manufatura Itens padronizados ou intercambiáveis	Engenharia de métodos, planejamento da produção Idem Engenharia de produto ou da produção
Tempos envolvidos	Tempo das operações de fabricação e montagem	Engenharia de métodos Análise de tempos

**Fonte: Camarotto e Menegon (1998)**

## 2.12. Noções gerais de fluxos

A movimentação interna é um ponto crucial para que uma linha produtiva se estruture de modo a atender com os requisitos mínimos seus clientes, seja ele interno ou externo. Para isso vale-se de equipamentos que foram desenvolvidos e aperfeiçoados ao longo do tempo com a finalidade de facilitar todo o processo produtivo e agregar valor aos produtos produzidos. Quanto mais eficiente for a movimentação interna maior será a economia com o processo produtivo e maior poderá ser a margem de lucro da organização. (OLIVEIRA,2005)

Uma primeira questão de fundamental importância na construção do *layout* industrial é a determinação de qual será a orientação geral para os fluxos dentro da unidade produtiva. Independente da estratégia de produção e do tipo de arranjo adotado deve-se buscar estabelecer um fluxo geral que atenda os princípios anteriormente estabelecidos.

Nas figuras abaixo são representados tipos básicos de fluxo para unidades produtivas em geral, linhas de montagem e equipamentos.

Para edificações ou setores da unidade industrial, basicamente, pode-se adotar o fluxo em linha, fluxo em U ou combinações deste, formando layout em S ou Quebrado.(Figura 4.1). No primeiro caso os materiais percorrem os processos no sentido: entrada, processamento, saída sem retornos. O fluxo em U foi amplamente difundido com as técnicas de produção japonesas, sob argumento de que a proximidade entre entrada/saída implica em menores deslocamentos e possibilita compartilhar áreas de estocagem matérias primas e expedição de produtos acabados.

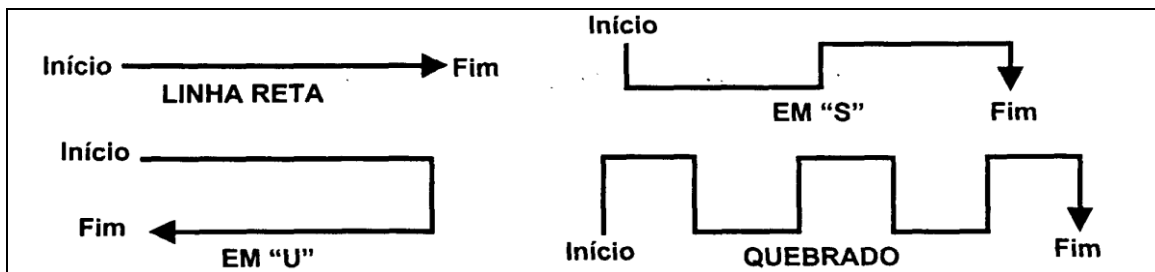


Figura 4.1. Tipos de fluxos para unidades produtivas.

Para linhas de montagem, destacam-se os fluxos em crista, dentrítico e em níveis. Os modelos em crista são utilizados em situações onde uma plataforma básica irá receber ao longo do processo componentes que passo a passo completam o produto, como é o caso de algumas indústrias automobilísticas clássicas.

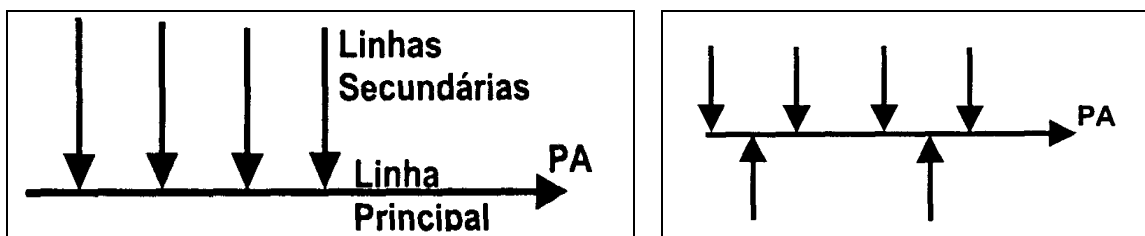
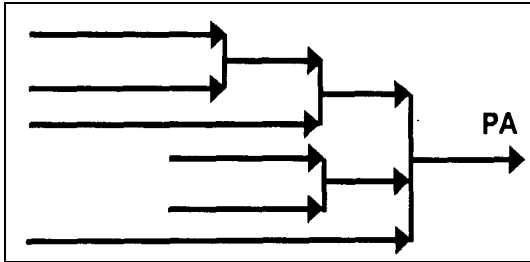


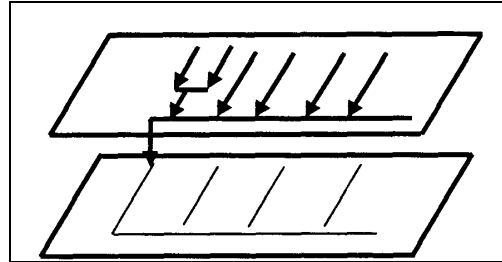
Figura 4.2: Fluxos em Crista

Modelos de fluxo dentrítico são usuais, para produto cuja montagem final é resultado de sub montagens (Figura 4.3.). Neste caso, as linhas de montagem dos componentes convergem para uma linha de montagem final. O modelo em nível (Figura 4.4.)

é recomendado para situações onde é possível aproveitar a força da gravidade no transporte de produtos em processo, seja por facilidades associadas com o terreno onde a unidade será implantada, seja por facilidade de transporte de matérias primas a granel.

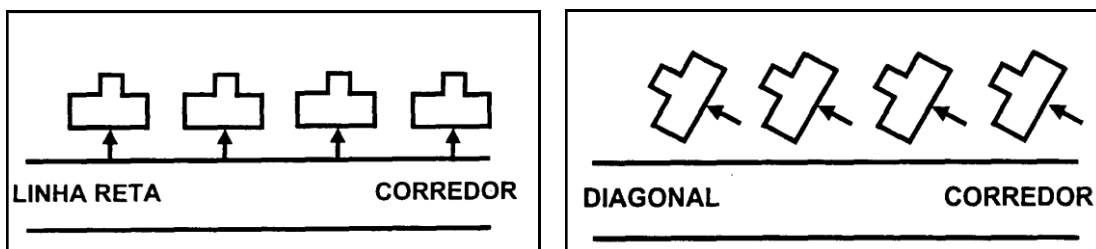


**Figura 4.3: Fluxo Dentrítico**



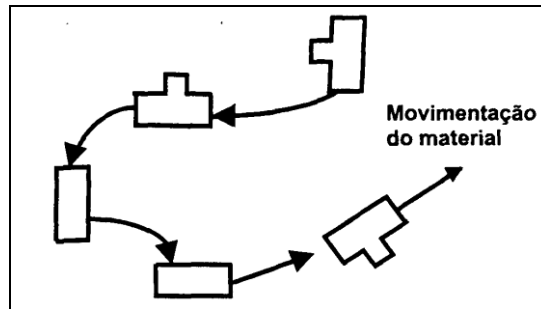
**Figura 4.4: Fluxo em Níveis**

No que tanger aos equipamentos em se tratando de layout funcional, onde equipamentos similares são reunidos por setor, prevalecem os modelos em linha reta e diagonal, tangenciando corredores conforme Figura 4.5.



**Figura 4.5. Arranjo em linha reta e diagonal.**

Com a crescente substituição do layout funcional por célula de manufatura ganham destaque os arranjos em ângulos peculiares, que buscam uma aproximação com o layout em U (Figura 4.6.). Nestes casos, os equipamentos são arranjados segundo a seqüência de fabricação de um produto genérico que percorre toda as operações. Outros produtos, menos complexos, os quais, passando por um menor número de operações, têm o seu percurso reduzido neste tipo de arranjo.



**Figura 4.6. Arranjo em ângulos peculiares.**

Tais modelos básicos para a construção do layout constituem apenas orientações genéricas para a construção do layout. O fundamental é estabelecer os fluxos de acordo com considerações no campo da estratégia de produção.

### **2.13. Representações de fluxo do processo**

O fluxograma do processo tem o objetivo de representar esquematicamente o processo de produção através das seqüências de atividades de transformação, exame, manipulação, movimentação e estocagem porque passam os fluxos de itens de produção. O modelo registra exclusivamente seqüências fixas e determinísticas de atividades. As atividades distintas são representadas no modelo por símbolos gráficos e o fluxo de itens entre as atividades sucessivas, por segmentos que unem os símbolos correspondentes.





A informação visual básica dada pelo diagrama pode ser acrescida de outras informações que possibilitem o claro entendimento do processo, como local de execução, tempos de duração das atividades, distâncias movidas, custo da atividade, unidade produtiva. As concepções construtivas e simbologias diferentes de fluxograma dependem da especificidade do processo em estudo, do tipo de objeto e do conjunto de informações requeridas.

Os tipos básicos de fluxograma são:

- Fluxograma singular;
- Fluxograma de montagem;
- Fluxograma de fabricação e montagem;
- Fluxograma de procedimento complexo;
- Fluxograma cronológico.

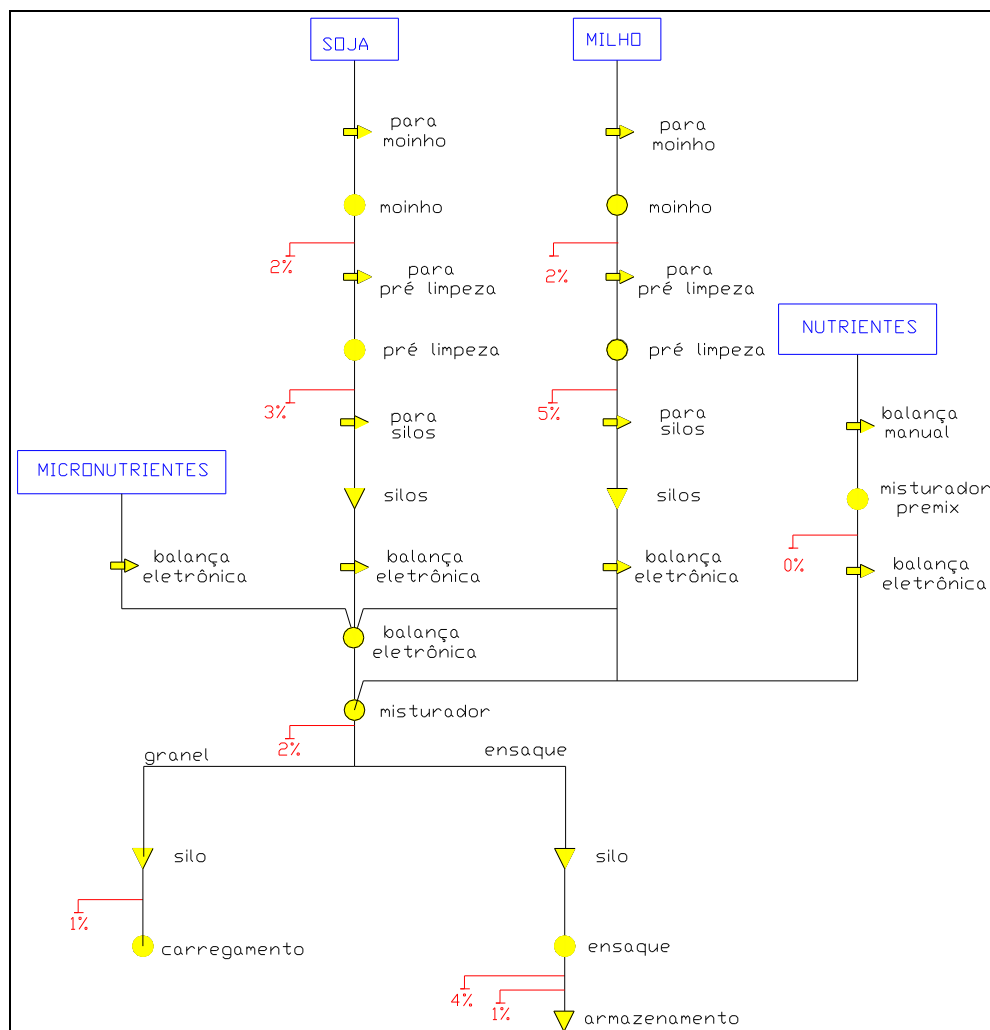
A simbologia utilizada nos fluxogramas de processo é padronizada pela ASME (American Society of Mechanical Engineers) e representada pela Tabela 2:

**Tabela 2: Simbologia dos fluxogramas**

<b>SÍMBOLO</b>	<b>ATIVIDADE</b>	<b>DEFINIÇÃO DA ATIVIDADE</b>
	Operação	Significa uma mudança intencional de estado, forma, ou condição sobre o material ou informação, como: montagem, desmontagem, transcrição, fabricação, embalagem, processamento, etc.
	Inspeção	Identificação ou comparação de alguma característica de um objeto ou de um conjunto de informações com um padrão de qualidade ou de quantidade
	Transporte	Movimento de um objeto ou de um registro de informação de um local para outro, exceto os movimentos inerentes à operação ou inspeção.
<b>D</b>	Demora ou Espera	Quando há um lapso de tempo entre duas atividades do processo gerando estoque intermediário no local de trabalho e que para ser removido não necessita de controle formal
	Armazenamento	Retenção de um objeto ou de um registro de informação em determinado local exclusivamente dedicado a este fim e que para ser removido necessita de controle formal

**Fonte: Camarotto e Menegon (1998)**

A figura 5 mostra um exemplo de fluxograma:



**Figura 5: Representação do fluxograma de uma indústria de ração.**  
 Fonte: Camarotto e Menegon (1998)

### Fluxograma Singular

Item singular é definido durante o período de observação do processo de produção, não sofre integrações ou desintegrações de componentes.

### Fluxograma de Montagem

Representa o processo de montagem ou desmontagem de um item composto, através de indicação esquemática da seqüência na qual seus componentes e submontagens são integrados ou desintegrados. No diagrama, estas integrações/ desintegrações das partes se fazem sobre um corpo principal.

As informações visuais básicas deste esquema são:

- As seqüências de montagem do corpo e das submontagens componentes;
- Quais componentes constituem cada submontagem;
- O estado de entrada dos componentes no processo de montagem;
- Os pontos de entrada de cada componente e submontagem, na montagem principal.

## Fluxograma de fabricação e montagem - FFM

O FFM fornece a visualização esquemática do processamento de itens compostos, que envolve processos de fabricação, manufatura, manipulação e montagem das partes componentes. Mostra a maneira pela quais diversos componentes são processados e reunidos para formar um produto completo, sua seqüência de processamento das partes, formação de subconjuntos e submontagens, pontos de introdução de partes compradas ou se o processamento é considerado externo ao processo em registro, nos subconjuntos e no conjunto principal.

O **conjunto principal** pode ser, dependendo do tipo de fluxo registrado:

- 1) **Materiais ou produtos** – recebem todas as outras peças ou subconjuntos de modo a constituir o produto final.
- 2) **Formulários ou informações** – Via ou cópia mais importante.
- 3) **Elemento humano** – Só se aplica quando se tem uma equipe trabalhando sobre um mesmo fluxo de materiais, produtos ou papéis.
- 4) **Equipamentos de manufatura e transporte** – idem para o elemento humano.

Existem dois tipos de FFM distintos pelo grau de explicitação das atividades:

- a) **FFM para atividades produtivas** – representadas as atividades que alteram o valor dos materiais ou constituem-se na principal finalidade da organização.
- b) **FFM completo** – registra todas as atividades sejam produtivas ou não.

Para se iniciar a construção do diagrama é preciso determinar ou escolher o conjunto principal, e pode ser feita segundo três critérios básicos:

- 1) Identificar o componente básico do produto, que recebe as demais partes ou subconjuntos componentes;
- 2) Identificar o componente sobre o qual ocorre o maior número de atividades de processamento;
- 3) No caso de estudo de arranjo físico de linha de montagem progressiva, identificar o componente de maior volume ou maior peso, que recebe os demais componentes menores ou mais leves.

## Fluxograma de Setores

Tem o objetivo de representar esquematicamente o fluxo de material, homem ou equipamento através de uma seqüência de atividades de produção, explicitando a alocação de cada atividade ao setor responsável pela sua execução. Mostra onde é executada cada fase ou mesmo cada atividade do processamento.

## Fluxograma Cronológico

Objetiva fornecer a visualização das relações temporais e de ordem cronológica entre as atividades produtivas sobre um fluxo de itens em processamento. Neste formato de fluxograma de processo, o esquema gráfico relaciona a evolução do fluxo de itens em processamento através das atividades seqüenciadas de um processo produtivo com os instantes e períodos de tempo decorridos na execução dessas atividades. Na Tabela 3 temos a representação desse processo cronológico:

**Tabela 3: Processo cronológico**

ATIVIDADE	ESCALA DE TEMPO
	----- 1 ----- 2 ----- 3 ----- 4 ----- 5 ----- 6 -----
ativ. 1	
ativ. 2	
ativ. 3	
ativ. 4	
ativ. 5	



**Fonte: Camarotto e Menegon (1998)**

### **Mapofluxograma**

Representa a movimentação física de um item através dos centros de processamento disposto no arranjo físico de uma instalação produtiva, seguindo uma seqüência ou rotina fixa. A trajetória ou rota física do item, que pode ser produto, material, formulário ou pessoa, é desenhado, por meio de linhas gráficas com indicação de sentido de movimento sobre a planta baixa em escala da instalação envolvida.

O mapofluxograma permite estudar em conjunto, as condições de movimentação física que segue um determinado processo produtivo, os espaços disponíveis ou necessários e as localizações relativas dos centros de trabalho.

O modelo fornece uma visão global do processo, e é apresentado em duas maneiras básicas, em função da natureza da informação e dos fatores estudados. Ele serve para mostrar os diferentes tipos de atividades ao longo da planta, identificando os locais onde cada tipo é executado. O mapofluxograma de percurso se presta para registrar a seqüência das atividades na planta, quando não há necessidade de diferenciar estas atividades. O uso corrente do mapofluxograma presta-se ao aperfeiçoamento do arranjo físico ou "layout".

### **Diagrama de Atividade Simultânea**

Representa o trabalho coordenado de um conjunto de unidades produtivas, por meio de um esquema gráfico que registra a seqüência de atividades de cada unidade e a relação de simultaneidade entre as atividades ou eventos de unidades que se interagem.

O modelo é mais apropriado ao trabalho coordenado, cíclico ou repetitivo e composto por atividades intermitentes. Admite duas concepções principais diferentes: Diagrama Homem-Máquina e Diagrama de Equipe.

#### **a) Diagrama Homem - Máquina**

Representa o trabalho de um ou mais homens empregados na operação de uma ou mais máquinas. Este modelo consiste num esquema de atividades simultâneas acompanhadas de um cálculo matemático, que possibilita determinar o número ótimo viável, técnica e economicamente, de máquinas e homens.

Este método deverá considerar que num TPOp (Tempo Padrão de Operação) irá existir um Tempo Homem (TH) e um Tempo Máquina (TM). Graficamente ele é representado pela figura 6.



**Figura 6.1 Tempo Homem-Máquina**  
**Fonte: Camarotto e Menegon (1998)**

$$T_{pop} = TH + TM$$

Onde:

TH= Tempo Homem

TM= Tempo Máquina

Tpop= Tempo padrão de operação

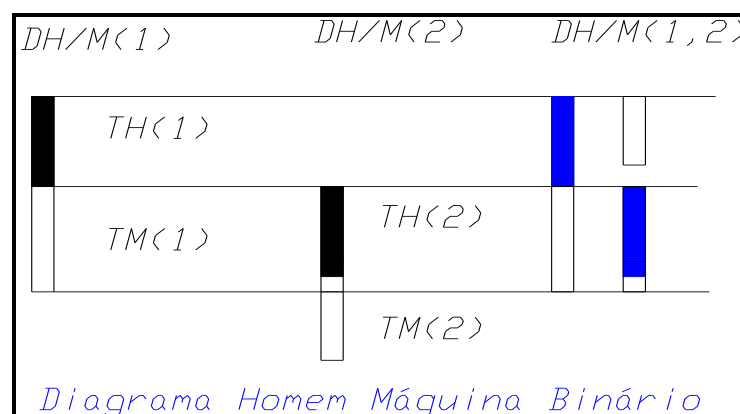
O diagrama Homem/Máquina pressupõe que na realização de uma operação uma parte da mesma não pode ser executada sem a presença do homem e que, outra parte, pode ser realizada pelo equipamento de maneira automática.

Sem dúvida, existem inúmeras operações em que isto ocorre. Considere, por exemplo, uma atividade de embalagem. Num primeiro momento, faz-se necessário que o homem posicione a embalagem e acione o equipamento. Posteriormente, o equipamento pode conduzir o processo sozinho, preenchendo o invólucro e executando a operação de fechamento.

Portanto, em tais situações pode-se obter uma maior produtividade se combinar diversas operações de modo que um mesmo operador as realize de modo seqüencial. É claro que existem limites para isto. Uma delas é a necessidade de proximidade física das operações e outra é a necessária similaridade entre elas, a fim de possibilitar que um mesmo trabalhador possa executá-las.

Em tese, não existiria limite para a combinação de diagramas. Considera-se, entretanto, no máximo a combinação de três operações seqüenciais. Para tanto se define o Tempo da Unidade do Diagrama –TUD (Olivério,1985, pag.105) como sendo o tempo gasto para executar de uma só vez as operações de um mesmo diagrama.

Para um diagrama binário teríamos a seguinte situação: Existem dois diagramas unitários que serão agrupados em DH/M(1,2), como mostra a figura 6.2 :



**Figura 6.2 Diagrama Homem-Máquina Binário**  
 Fonte: Camarotto e Menegon (1998)

Onde:

TUD= Tempo da unidade do diagrama

DH/M= Diagrama Homem/Máquina

Para determinação do TUD (1,2) devem-se considerar dois casos:

a) se  $TM(1) \leq TH(1)$  e  $TM(2) \leq TH(2)$  então,

$$TUD(1,2) = T(H1) + TH(2).$$

b) se  $TH(1) \leq (TM(2)$  e/ou  $TH(2) \leq TM(1)$ .

Nestes casos tem-se:

$[TH(2) + TM(2)] - [TH(1) + TM(1)] \geq < 0$ , então,

$TUD(1,2) = TH(2) + TM(2)$  para  $\Sigma > 0$ ;

$TUD(1,2) = TH(1) + TM(1)$  para  $\Sigma < 0$ ; e,

**Indiferente para  $\Sigma = 0$ .**

Para o caso de diagramas ternários basta repetir o procedimento anterior, utilizando-se o diagrama resultante da combinação entre 1 e 2, definindo-o como um diagrama 4. Os tempos TH(4) e TM(4) são obtidos da seguinte forma:

$$TH(4) = TH(1) + TH(2);$$

$$TM(4) = TUD(1,2) - TH(4).$$

O TUD (1,2,3) é obtido pela combinação dos diagramas 3 e 4 do mesmo modo como foi obtido o diagrama 1,2.

**b) Diagrama de Equipe**

Representa o trabalho coordenado de um grupo de trabalhadores que executam, em conjunto, um serviço. É empregado com o objetivo de combinar e integrar as atividades do grupo e determinar o número mínimo de homens empregados.

A equipe se caracteriza pela conjugação dos esforços de seus componentes, que executam simultaneamente tarefas interdependentes.

Ele é apropriado quando se trabalha em equipe e que necessite de um método onde se coordene com precisão as atividades de seus componentes e que possa ser feito no menor tempo possível. Podemos citar como exemplo os boxes da Fórmula 1, quando as equipes de mecânicos executam simultaneamente trocas de pneus e abastecimento.

### Tabelas de Inter-Relacionamento

Registram operação de trânsito existente entre cada par de componentes de um sistema produtivo durante um período de tempo. Ele pode ser um grupo de instalações de produção, um departamento, um centro de trabalho ou sistemas homem-máquina, máquina-máquina e homem-homem. Dependendo do nível de abrangência do sistema, os componentes podem ser: homens, equipamentos e ferramentas, ou mesas, bancadas e máquinas, ou estações de trabalho e equipamentos completos, ou seções e grupos de máquinas, departamentos, ou plantas. Os fluxos do sistema produtivo são constituídos fisicamente dos itens trocados em um sentido entre os componentes, sendo basicamente pessoas, materiais ou produtos, papéis informações ou contatos. Para se realizar a análise de relação de trânsito, é feita segundo fatores de relação, conforme tabela 4.

**Tabela 4: Fatores de relação**

COMPONENTES	FLUXOS	FATORES DE RELAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Homens, equip. e ferrams.</li> <li>•Mesas, bancadas e maqs.</li> <li>•Est de trab e equips.</li> <li>•Seções e grupos de maqs.</li> <li>•Departamentos</li> <li>•Plantas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pessoas</li> <li>•Materiais ou produtos</li> <li>•Papeis</li> <li>•Informações ou contatos</li> </ul>	Distância, frequência, volume, peso, quantidades, custo, dificuldade, periculosidade, precisão, tipo de via de transporte

Monte e Menegon (1998)

A forma de registro gráfico da tabela de inter-relacionamento é uma tabela matricial, que pode ser organizada segundo duas concepções gráficas: matriz DE-PÁRA e matriz triangular.

### Matriz De-Para

Quando há interesse em explicitar o sentido do fluxo trocado entre os pares, emprega-se uma matriz De-Para, conforme Tabela 5:

**Tabela 5: Matriz De-Para**

PARA	1	2	3	4
DE				
1			(+)	
2				
3	(-)			
4				

Itens alocados acima da diagonal principal são relativos ao fluxo de sentido positivo ou para frente em relação à ordem na qual os componentes foram escritos na tabela (1 -> 2 -> 3 -> 4); e os itens abaixo da diagonal principal são relativos a fluxos negativos ou para trás.

A matriz De-Para é usada principalmente em:

**Arranjo Físico** – usado no sentido de indicar as proximidades relativas em função de um dado critério de eficiência. Os critérios são geralmente minimizar o momento do transporte total, reduzir retornos, minimizar números de viagens, minimizar manuseios de materiais, etc...

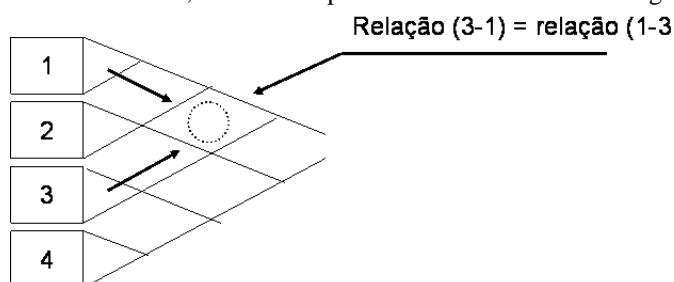
**Balanceamento de linha de produção** – As formas de balanceamento mais comuns são:

- verificação do balanceamento da carga de trabalho alocada ao conjunto de unidades produtivas envolvidas;
- verificação das cargas de trabalho individuais.

**Vias de transporte ou canais de informação** – O registro quantitativo fornecido pela tabela de transporte pode ser empregado como um resumo ou levantamento de dados para o dimensionamento da capacidade ou especificação construtiva das vias de transporte e canais de informação.

### Matriz Triangular ou de Ligações Preferenciais

Quando o sentido do fluxo é de difícil definição ou não há interesse em explicitá-lo, ou ainda, quando o que deseja mostrar é o total de itens trocados, a tabela é representada numa Matriz Triangular.



## 2.14. Dimensionamento dos principais fatores de produção

Do início ao fim do processo de projeto irá reunir-se um conjunto de documentos que irão cumprir duas funções básicas:

1. Formalizar as especificações do produto e do seu processo produtivo, as quais irão orientar a implantação e o funcionamento da unidade industrial;
2. Servir de documentação básica para a contratação e treinamento do pessoal que irá comandar o “start-up” e o funcionamento normal da unidade industrial.

Então, o conteúdo e a qualidade da documentação de projeto constitui, em si, um elemento de importância para o sucesso do mesmo.

## 2.15. Dimensionamento de pessoal e equipamentos

É necessário um pré-dimensionamento onde se irão totalizar as frações de homens e equipamentos.

$$N = ((TPOp + TPPr)) * D / J * n$$

Onde:

N = número de homens ou equipamentos no processo;

TPOp = Tempo padrão para o ciclo de trabalho ou processo;

D = demanda de processo;  
 J = jornada de trabalho  
 n = Rendimento de fábrica

Quando se tem muito produto que irão compartilhar os mesmos equipamentos, calcula-se o lote de processamento e distribui-se o TPPr para o mesmo. Quando for o caso de um produto só, o TPPr envolverá principalmente as operações de troca de ferramentas e manutenções previstas para o ciclo de trabalho. O rendimento de fábrica (n) é uma medida da eficiência da unidade industrial. Ele busca representar a variabilidade inerente ao processo que implica em horas não produtivas ao longo do ciclo de trabalho derivado dos aspectos humanos, bem como do dispositivo técnico. Quanto maior for a variabilidade do processo produtivo, menor será o rendimento do processo. No geral um rendimento de 85 % é considerado um bom índice.

## 2.16. Tempo de Manufatura ( TM )

Tempo total de transformação de uma matéria prima, desde seu estoque de material até a expedição, incorporada no produto final.

TM = Função ( transporte, esperas, estoques no processo, equipamentos, qualidade, logística, programação ).

TM – Mede a eficiência do PCP da fábrica.

Sistema elementar de fabricação:

### Parâmetros:

TM =Tempo de Manufatura

Tt = Tempo de transporte

p = Quantidade de operações p/ tipo de peça

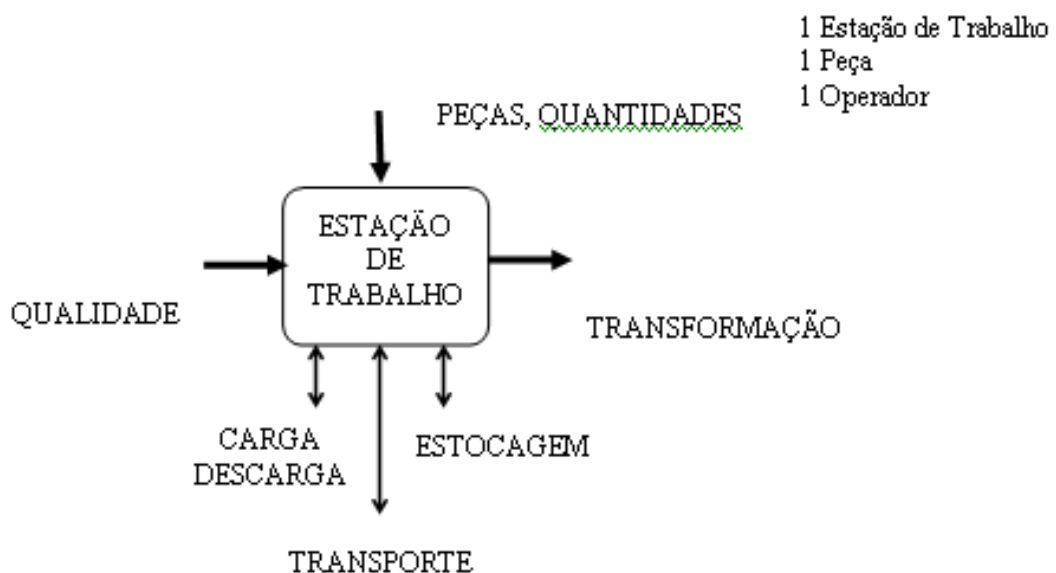
Tc = Tempo de Carga e Descarga

Ts = Tempo de montagem ( set-up )

n = Tipos diferentes de peças

Tpr = Tempo de processamento básico

Te = Tempo de estocagem



m =  
 Quantidade de peças por lote

2.17. T

imens

## Dimensionamento dos Materiais

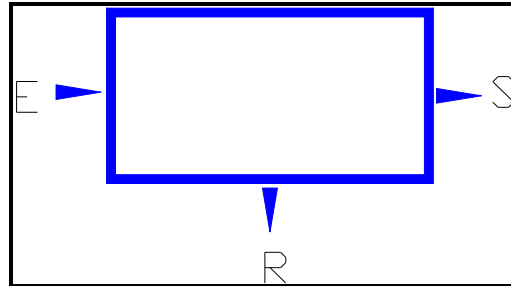
O dimensionamento dos materiais constitui o primeiro passo para se conhecer as necessidades em termos de fatores de produção em uma unidade industrial. A partir das especificações do mix de produtos e dos fluxogramas deve-se seguir a seqüência:

1. Estabelecer uma representação sistêmica para o processo produtivo;
2. Identificar todas as operações onde haja uma transformação quantitativa dos materiais;
3. Aplicar para a última operação identificada o balanceamento de massa;
4. Repetir o procedimento anterior para todas as operações na ordem inversa do processo.

O modelo geral para o balanceamento de massa a ser adotado se expressa conforme a figura 6 da seguinte forma:

$$\begin{aligned}E &= S + R \\R &= a * E \\E &= S + (a * E) \\S &= E - (a * E) \\S &= E (1 - a) \\N &= (1 - a) \\E &= S / (N)\end{aligned}$$

Onde N é o rendimento do processo.



**Figura 6: Modelo do Balanceamento de massa.**  
Fonte: Camarotto e Menegon (1998)

### III. ESTUDO DE CASO

O estudo foi realizado no setor de ligas leves em uma empresa de aviões situada na região de Botucatu. Esse setor é responsável por uma série de produtos. No entanto a empresa não disponibilizou informação sobre todos eles, restringindo as informações a um grupo específico. Portanto, o estudo foi realizado levando-se em conta a construção de uma célula de produção para essa determinada família de produto, considerando as etapas e demandas reais de produção.

A família de produtos em questão são apoios com peso em média de 50gr., que são fixados em três perfis que formam a circunferência da fuselagem, São nesses apoios que o revestimento externo do avião será fixado com rebites.

Neste estudo, através do conhecimento do processo de fabricação e da demanda do produto procurou-se otimizar o fluxo de materiais entre as diferentes etapas de produção. Dessa forma, busca-se reduzir o tempo na fabricação e distância percorrida pelo produto dentro do contexto citado até agora.

O processo que dá conta de todas as peças da família engloba 11 etapas, no entanto, nem todas as peças passam pelas mesmas fases. Para cada etapa do processo existe uma máquina diferente que realiza um tipo de trabalho, de acordo com o processo que cada produto sofrerá para chegar ao seu estado final e após esse trabalho por final passará por um posto de inspeção.

Para melhor entendimento tem-se a seguir a função de cada máquina em seu processo:

1. **Nesting** – Preparação do programa CN (Controle Numérico), corte e posicionamento do material na fresadora;
2. **Creneau** – Usinagem do material conforme programa CN;
3. **Tamboreamento** –Após toda usinagem sempre há rebarbas e para se ganhar tempo em peças pequenas é usada uma tecnologia que rebarba várias peças ao mesmo tempo por agitação;
4. **Prensa Hydroform** – Conformação de peças em prensa de borracha;
5. **Desempeno** – Acerto dos ângulos e eliminação de empenamento após a conformação, esse trabalho é feito manualmente;
6. **Conversão Química** – Tratamento superficial contra corrosão, primeiro a peça é desengraxada e logo após dado um banho de Alodine ( Líquido químico usado para evitar corrosão de peças em alumínio ), também ajuda



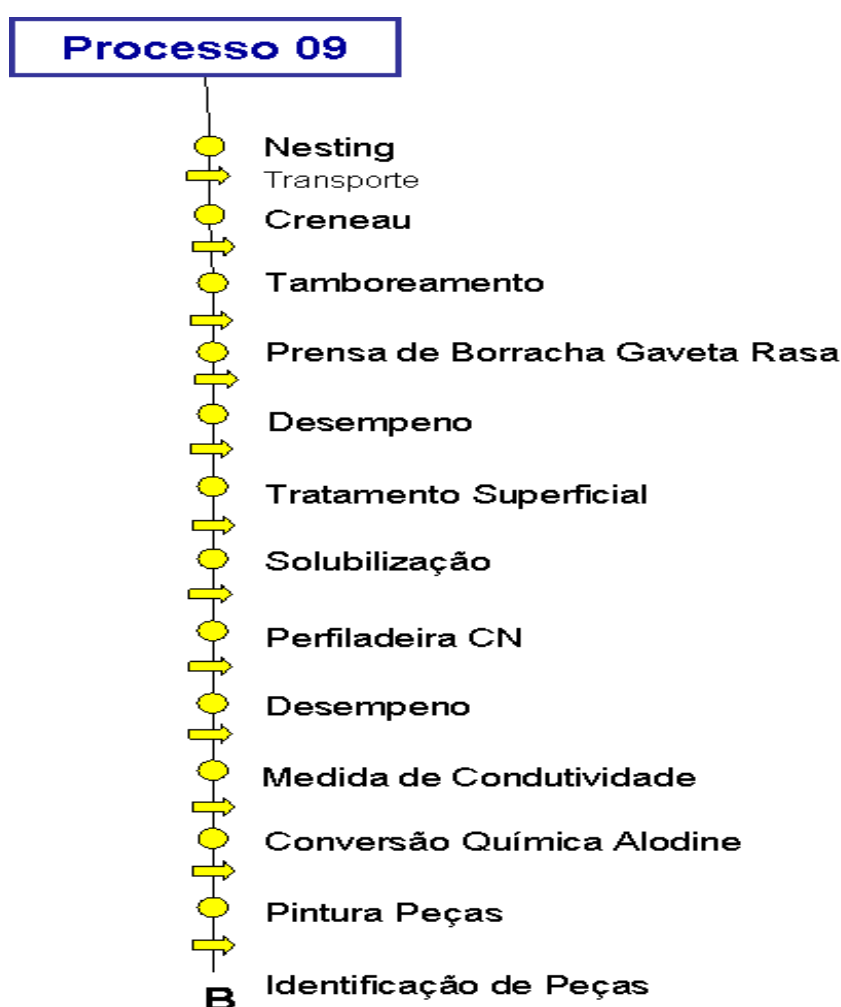


Na tabela 9 a legenda mostra o nome de cada máquina.

**Tabela 9: Legenda das máquinas**

Nesting	Máquina A	Solubilização	Máquina H
Creneau	Máquina B	Medida de Condução	Máquina I
Tamboreamento	Máquina C	Perfiladeira	Máquina J
Prensa Hydroform	Máquina D	Presa de Borracha	Máquina L
Desempeno	Máquina E	Pintura	Máquina M
Conversão Química	Máquina F	Metalização	Máquina N
Trat. Superf.	Máquina G	Identif. de Peças	Máquina O

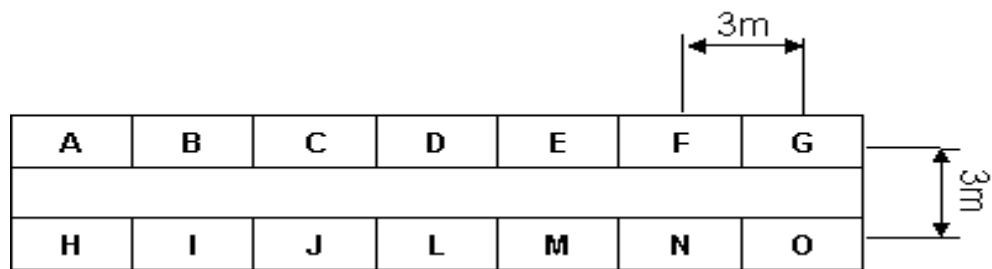
Para se ter um melhor controle do processo deverá ser elaborado um fluxograma da fabricação de cada produto, e na figura 7 se tem o exemplo da seqüência do processo 09 citado anteriormente.



**Figura 7: Fluxograma de processo**

A disposição das máquinas no setor tem uma distância de 3 metros entre elas tanto na linha como na coluna. A tabela 10 representa a disposição das mesmas no setor antes de ser feita a análise.

**Tabela 10: Disposição das máquinas no setor**



Para entender melhor a tabela dos momentos, pode-se dizer que a menor distância entre as máquinas gera um valor resultante que é sua movimentação e se essa distância aumenta, sua movimentação será conseqüentemente maior e assim por diante. Seu cálculo é feito multiplicando-se a distância pela intensidade do fluxo, o valor obtido é o da movimentação em Peças x Metro. A tabela 11 representa essa situação.

**Tabela 11: Momentos da movimentação**

Combinções Areas		1-2-	1-9-	1-3-	1-10-	1-4-	1-11-	1-5-	1-12-	1-6-	1-13-	1-7-	1-14-
Comb. Centros	Intens.Fluxo / Distância	3	4,24	6	6,7	9	9,5	12	12,4	15	15,3	18	18,2
A-B	400	1200	1696	2400	2680	3600	3800	4800	4960	6000	6120	7200	7280
B-C	400	1200	1696	2400	2680	3600	3800	4800	4960	6000	6120	7200	7280
M-O	390	1170	1653,6	2340	2613	3510	3705	4680	4836	5850	5967	7020	7098
I-F	350	1050	1484	2100	2345	3150	3325	4200	4340	5250	5355	6300	6370
E-I	350	1050	1484	2100	2345	3150	3325	4200	4340	5250	5355	6300	6370
F-M	320	960	1356,8	1920	2144	2880	3040	3840	3968	4800	4896	5760	5824
C-D	280	840	1187,2	1680	1876	2520	2660	3360	3472	4200	4284	5040	5096
G-H	280	840	1187,2	1680	1876	2520	2660	3360	3472	4200	4284	5040	5096
H-E	270	810	1144,8	1620	1809	2430	2565	3240	3348	4050	4131	4860	4914
D-G	220	660	932,8	1320	1474	1980	2090	2640	2728	3300	3366	3960	4004
D-E	110	330	466,4	660	737	990	1045	1320	1364	1650	1683	1980	2002
H-D	60	180	254,4	360	402	540	570	720	744	900	918	1080	1092
C-H	60	180	254,4	360	402	540	570	720	744	900	918	1080	1092
C-L	60	180	254,4	360	402	540	570	720	744	900	918	1080	1092
N-M	50	150	212	300	335	450	475	600	620	750	765	900	910
F-N	50	150	212	300	335	450	475	600	620	750	765	900	910
E-F	40	120	169,6	240	268	360	380	480	496	600	612	720	728
L-G	40	120	169,6	240	268	360	380	480	496	600	612	720	728
F-O	30	90	127,2	180	201	270	285	360	372	450	459	540	546
J-E	20	60	84,8	120	134	180	190	240	248	300	306	360	364
L-E	20	60	84,8	120	134	180	190	240	248	300	306	360	364
E-G	20	60	84,8	120	134	180	190	240	248	300	306	360	364

A técnica usada, tais como as tabelas e fórmulas para se chegar a esses resultados é a do Método de Wimmert - Sequência de demanda não direcional.

Olivério apud (1985) relata que, esse método estuda o posicionamento de atividades em áreas ocupando posições quaisquer, não existindo sentido pré-fixado de fluxo. É necessário estabelecer correspondência entre as áreas e os centros de produção.

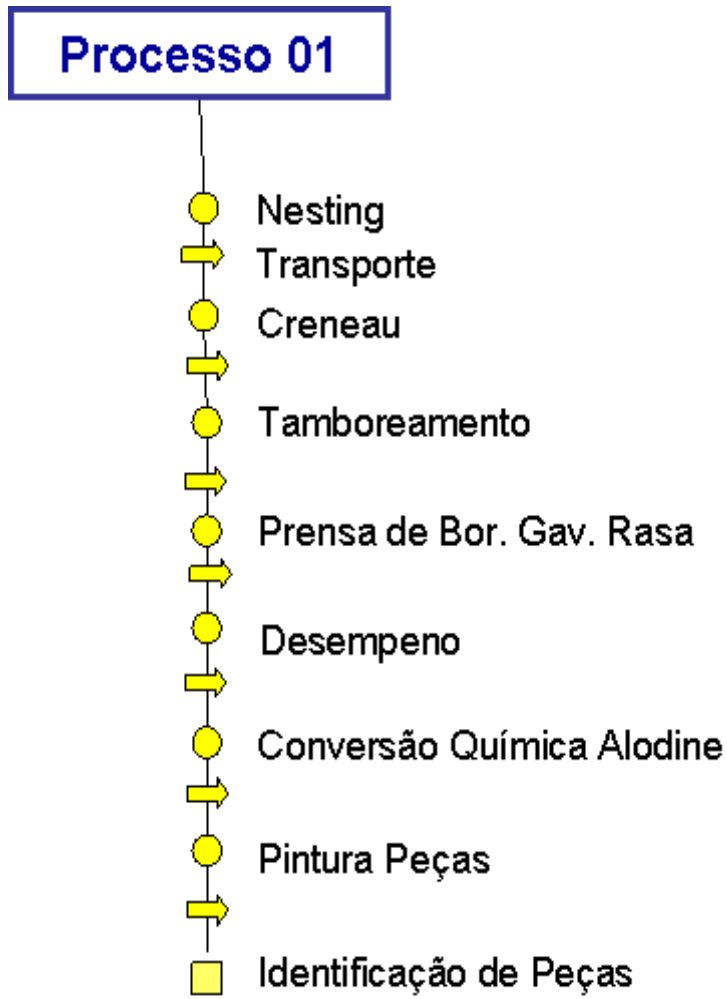
Após, analisado todos os dados e realizados os cálculos necessários para a obtenção da melhor disposição das máquinas, obtém-se um layout mais otimizado conforme o resultado apresentado na tabela 12.

**Tabela 12: Layout otimizado**

A	B	M	O	I	F	E
D	C	G	H	L	J	N



### 3.1. ANEXO 1



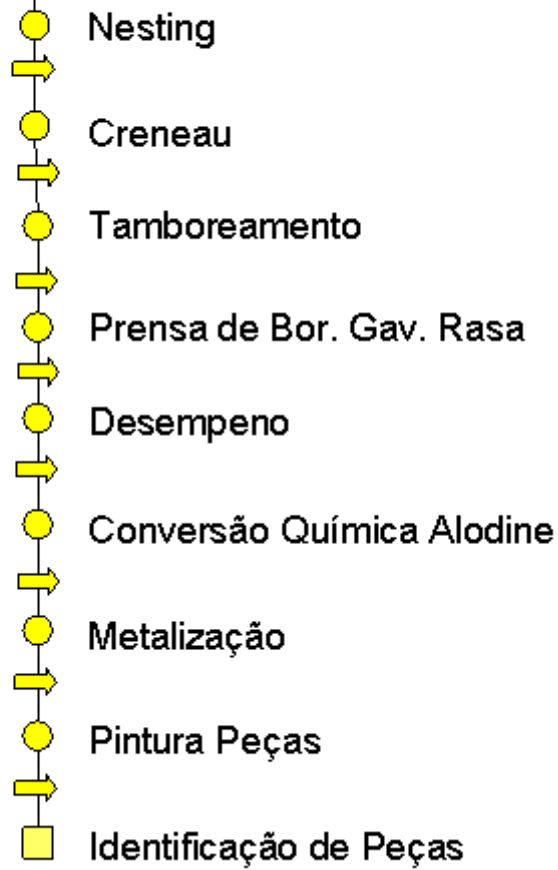
## Processo 02



## Processo 03

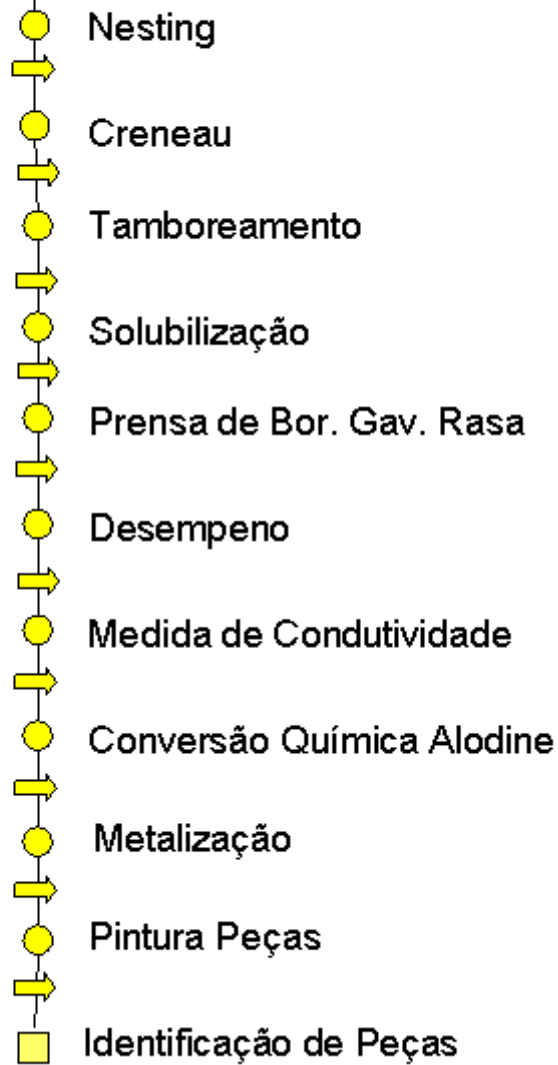


## Processo 04

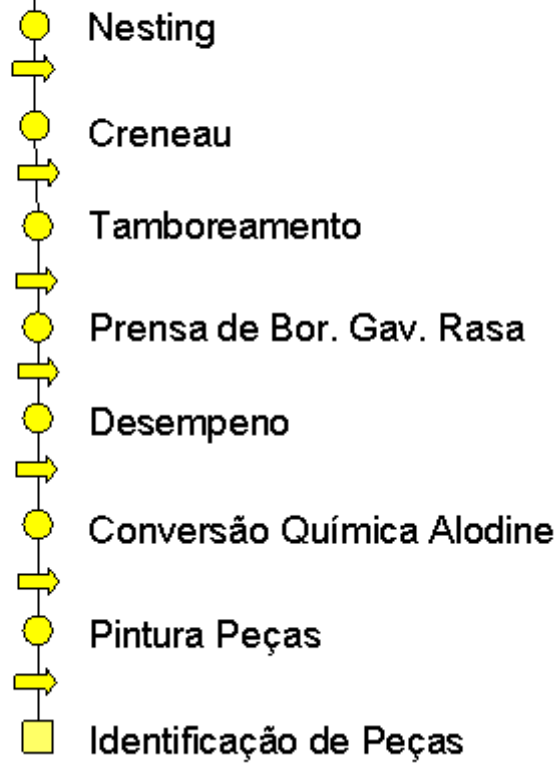




## Processo 05



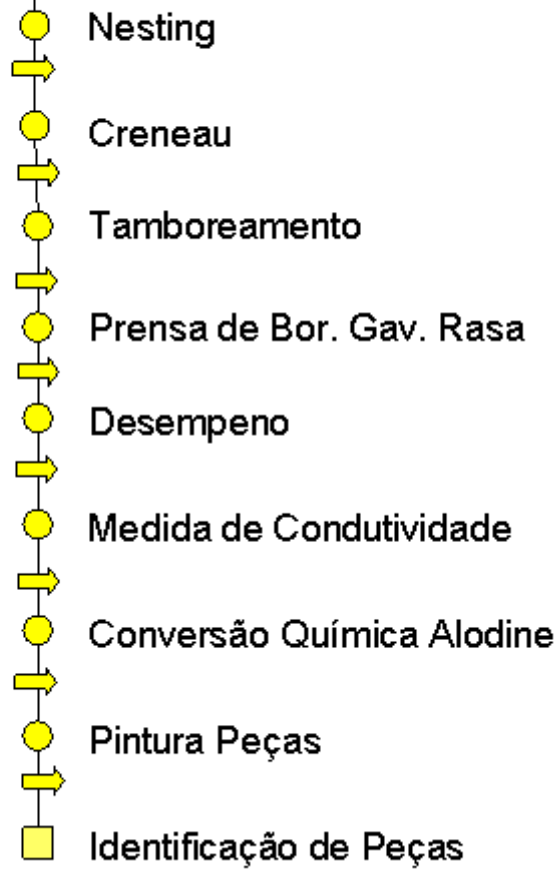
## Processo 06



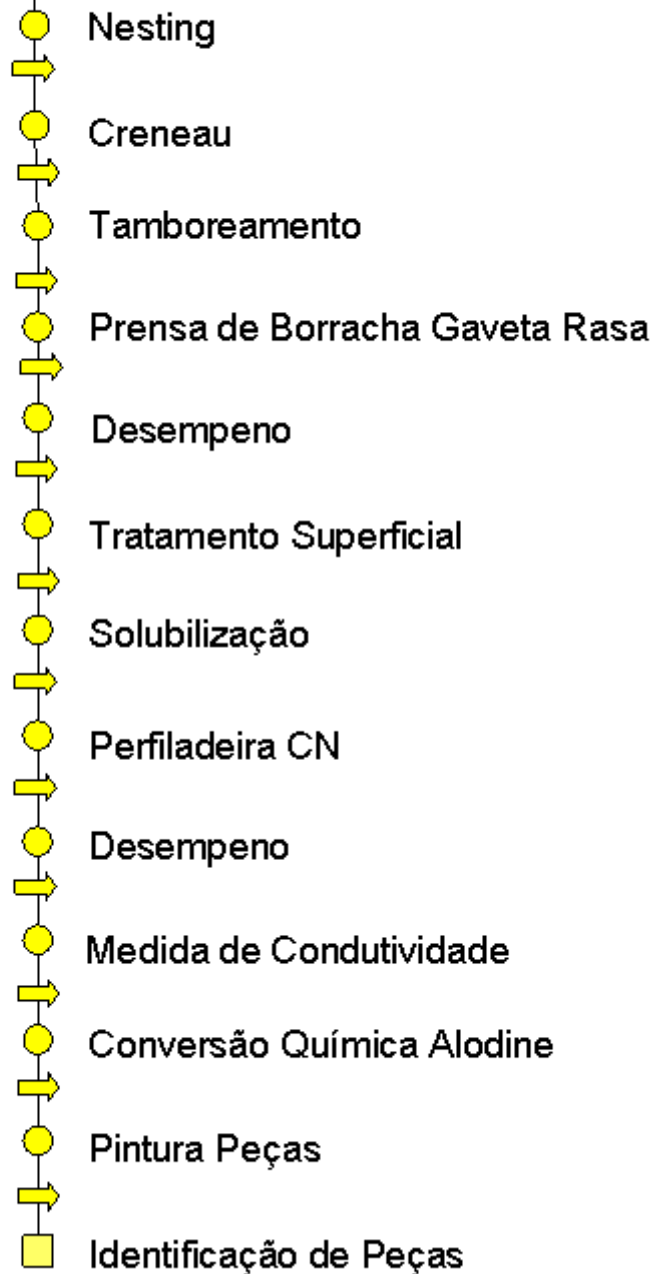
## Processo 07



## Processo 08



## Processo 09



#### **IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Através da análise deste trabalho pode-se verificar que uma correta escolha do arranjo físico e seu fluxo influenciam diretamente no custo final do produto e seu tempo na fabricação, assim como o ambiente de trabalho se torna mais agradável e rentável, pois seus processos se tornam harmoniosos e precisos, sem perdas e retrabalhos por danos causados pelo excesso de movimentação no setor produtivo. A tarefa de dimensionar o local de trabalho é de suma importância para o sucesso da organização e todos que estão envolvidos nesse processo, portanto, o projetista e o responsável pela logística na organização devem dar total atenção a esta fase de implementação, pois um erro poderá custar muito caro no futuro.

A colaboração de todos na hora de dar sugestões é essencial, pois no final se terá um trabalho completo e bem estruturado com um mínimo de falhas. Tudo isso se tem como objetivo garantir que se tenha um fluxo contínuo sem interrupções no menor tempo possível, menor custo, maior produtividade e melhor qualidade, tendo sempre em mente que o cliente quer o produto certo na hora certa e com a qualidade desejada, tanto do produto como do serviço realizado.

A partir do momento que a empresa se preocupa com estas questões e que procura inovar e estar sempre em busca da melhoria contínua, ela será muito mais competitiva no mercado.

Um grande problema na disposição do layout, é que ele sempre é feito em função de um processo determinado e de uma demanda determinada, portanto em condições específicas. Uma mudança nessas variáveis torna necessário uma revisão do layout. Essa revisão não é um processo trivial, pois necessita de análises matemáticas, entre outros.

## V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMAROTTO, J. A. e MENEGON, N.L. **Projeto de instalações industriais**. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos. Apostila de curso de Engenharia de Produção. 1998.

COLENCI, Roberto Antônio. **Normas para elaboração do Projeto de Graduação**. Botucatu: Fatec, 2005.19p.

LEANDRO, José Benedito. **Orientações Gerais para trabalhos acadêmicos em formato monográfico**. Botucatu: Fatec, 2003.23p.

MOREIRA, D.A. **Administração da Produção e Operações**. 1ª Edição. São Paulo: Ed. Pioneira Thomson Learning, 2002

OLIVEIRA, C.C. **Aspectos da movimentação de materiais e pessoas em indústria alimentícia**. Botucatu. Projeto de Graduação. FATEC: BOTUCATU, 2005

OLIVÉRIO, J. L. Projeto de fábrica: produtos, processos e instalações industriais. 1ª. Edição. São Paulo: IBLC, 1985. 489p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2ª Edição. São Paulo: Ed. ATLAS, 2002

USP. Universidade de São Paulo. **Modelagem de sistemas de manufatura orientada pelo custeio das atividades e processos**. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18135/tde-1203200213240/publico/Dissertacao.pdf>> - Acesso em 17/09/2005

Botucatu, 09 de Janeiro de 2006.

---

Marcos Félix Vernice

De Acordo

---

Prof. Ms. Érico Daniel Ricardi Guerreiro  
Orientador

Botucatu, de Janeiro de 2006.

---

Prof. Dr. Luís Fernando Nicolosi Bravin  
Responsável por Cursos em Implantação  
de Logística e Informática