

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

**ESTUDO DA CAPACIDADE E INTRODUÇÃO DE NOVAS  
TECNOLOGIAS EM UMA INDÚSTRIA DE COMPONENTES  
ELÉTRICOS**

**LEANDRO SANTILONI**

**BOTUCATU-SP**

**Junho - 2006**

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

**ESTUDO DA CAPACIDADE E INTRODUÇÃO DE NOVAS  
TECNOLOGIAS EM UMA INDÚSTRIA DE COMPONENTES  
ELÉTRICOS**

**LEANDRO SANTILONI**

Orientador: Prof.Dr. João Alberto Borges de Araújo

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à FATEC - Faculdade de  
Tecnologia de Botucatu, para obtenção do  
título de Tecnólogo no Curso de Logística:  
ênfase em transportes.

Botucatu - SP

Junho - 2006

## **Agradecimentos**

*Agradeço acima de tudo a Deus por ter me possibilitado a conquistar todos os meus objetivos com muita alegria e satisfação.*

*Agradeço também a meus irmãos, André, Melissa e Maiara, e meus pais Jair e Clarice que sempre estiveram torcendo por mim.*

*Agradeço especialmente a minha esposa Camila, que tem me ajudado muito ao longo destes anos e ao nosso filho José Otávio que trouxe muita alegria em nossas vidas.*

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	I
LISTA DE QUADROS.....	II
Resumo.....	III
1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1 Objetivos.....	02
1.2 Justificativa.....	02
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1 Os Movimentos no Processo Industrial .....	03
2.1.1 Redução de Custos.....	04
2.1.2 Aumento da Capacidade Produtiva.....	05
2.1.3 Análise da Movimentação de Materiais.....	07
2.2 Objetivo do Layout na Movimentação de Materiais.....	08
2.3 Tipos de Layout.....	10
2.3.1 Alteração de Layout.....	12
2.3.2 Layout do Processo Produtivo.....	13
2.3.3 Estudos de Layout.....	16
2.4 Análise do Processo.....	17
3 MATERIAIS E MÉTODOS .....	20
4 . Análise de Tempo Gasto em cada Etapa do Processo Produtivo .....	21
4.1. Porcentagem de Utilização de Tempo de Fabricação em cada Etapa do Processo.....	23
4.2 Resultados.....	24
4.2.1 Proposta para Solução dos Problemas Encontrados.....	24
4.3 Layout Atual e Layout Proposto.....	25
4.4 Custos do Novo Projeto.....	27
5 CONCLUSÃO.....	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

LISTA DE FIGURAS		Página
Figura 1: Símbolos representativos das diversas atividades.....		19
Figura 2: Layout atual.....		25
Figura 3. Layout proposto.....		26

LISTA DE QUADROS	Página
Quadro 1: Características dos layouts de produto.....	14
Quadro 2: Características dos layouts de processo.....	15
Quadro 3: Tempo gasto no almoxarifado.....	21
Quadro 4: Tempo gasto e carga máxima das maquinas na codificação dos fios.....	22
Quadro 5: Tempo gasto na produção.....	22
Quadro 6: Tempo gasto no teste das montagens elétricas.....	22
Quadro 7: Tempo gasto no acabamento e inspeção das peças.....	22
Quadro 8: Tempo gasto na expedição.....	23
Quadro 9: Porcentagem de tempo gasto em cada etapa.....	23
Quadro 10: Porcentagem de tempo gasto em cada etapa, das 3000 horas.....	27
Quadro 11: Custos com equipamentos.....	28
Quadro.12: Custos com empregados.....	28
Quadro 13: Custo total mensal durante 5 (cinco) anos.....	28
Quadro 14: Lucro da empresa.....	28

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo, avaliar a capacidade produtiva de uma indústria de componentes elétricos, sendo seu objetivo principal analisar o processo de uma linha de produção de componentes elétricos, analisando como os pontos críticos (gargalos) podem influenciar na entrega e no custo final do produto. Hoje as empresas que desejam manter-se no mercado necessitam de um grande planejamento tanto internamente como na distribuição de seus produtos. Várias empresas acabam planejando mal suas capacidades de produção e entrega de seus produtos, causando atrasos e descontentamento de seus clientes, no mercado atual isto é fatal. Foi analisada uma empresa que fornece equipamentos elétricos para uma indústria aeronáutica na qual estudou-se todos os pontos do processo de produção, a logística interna e layout. Através desta pesquisa foi possível verificar que existem equipamentos operando em seu limite máximo de capacidade produtiva tornando-se um ponto crítico (gargalo). Como resultado desta pesquisa, verificou-se a necessidade de investimentos em novos equipamentos e na mudança do layout para atender as atuais necessidades da empresa tornando-a competitiva no mercado.

## **1 INTRODUÇÃO**

A logística é fundamental não só no gerenciamento materiais, transporte, armazenagem e distribuição física, mas também na organização interna (layout, movimentação de materiais) de qualquer indústria. Deve-se estudar os impactos numa linha de produção causados pelo aumento na demanda de produtos acabados.

Empresas de todo o mundo estudam formas de se adequar às demandas do mercado sem deixar diminuir o seu nível de serviço.

Nesta luta desenfreada pela manutenção de um lugar competitivo no mercado globalizado, as empresas se vêem obrigadas a se reinventar, criando novas técnicas e métodos que auxiliam-nas na resolução diária de problemas através de fórmulas, implantam a cultura da mudança, e se comprometem com o aperfeiçoamento contínuo, no desejo de garantir e até mesmo superar as expectativas.

Neste contexto, a empresa ou organização pode ser vista como um grande processo, que recebe insumos, informações e recursos do ambiente, processa-os e devolve a este ambiente produtos ou serviços, informações, recursos, etc, transformados de tal maneira que atendam às necessidades e anseios dos clientes. A importância de se conhecer, controlar e melhorar os processos pode ser atribuída a uma visão moderna de gerenciamento, em que a estrutura deve ser adaptada aos processos, de maneira a melhor servi-los.

O planejamento e a análise de custos é fundamental para o bom atendimento aos clientes sem deixar que os impactos de um aumento na demanda gerem atrasos e aumento nos custos do produto.

### **1.1 Objetivo**

Este trabalho tem por objetivo fazer uma análise técnico econômico em uma indústria de componentes elétricos. Através de estudos e pesquisas sobre todo o processo produtivo com o intuito de verificar as atuais capacidades de atender



as demandas da empresa e planejar um real aumento de produtividade, atuando sobre os principais pontos críticos do processo produtivo.

## **1.2 Justificativa**

Com a análise do processo produtivo, tempos de produção, custos, nível de serviço, as empresas podem obter maior lucratividade mantendo-se competitivas no mercado.

Utilizando-se os métodos logísticos como kanban, Just in time, movimentação de materiais, layout, ganha-se tempo, melhora-se a organização interna e diminui-se problemas, não agregando custo ao produto final.

Hoje as empresas têm que trabalhar cumprindo seus prazos e com baixo custo.

O planejamento é fundamental para que qualquer aumento na demanda não cause impactos negativos como o atraso na entrega dos produtos e a diminuição da qualidade do mesmo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Os Movimentos no Processo Industrial

Moura (1998), “Para que a matéria-prima possa ser transformada em produto acabado, pelo menos um dos três elementos básicos de produção (homem, máquina e material) deve se movimentar sem que exista esta movimentação, não se pode pensar em termos de produção. processos.”. Por isto, a logística interna das empresas sobre a movimentação de materiais tem papel fundamental na fabricação de produtos de qualidade se e baixo custo para o consumidor final.

Segundo Moura (1998), o desafio que se apresenta às indústrias é claro: fazer produtos de maior qualidade a um custo menor e de maneira mais oportuna. Nenhuma tecnologia está mais alinhada para vencer este desafio do que a movimentação de materiais. Em uma fábrica típica, a movimentação de materiais responde por::

- 25% de todos os empregados.
- 55% de todo espaço da fábrica.
- 87% do tempo de produção.

Calcula-se que a movimentação de materiais representa entre 15% e 20% do custo total de um produto fabricado. Certamente ela é um dos primeiros lugares onde procurar por redução de custo. A movimentação de materiais também é um dos primeiros campos onde procurar por melhoramentos da qualidade. As estimativas indicam que entre 3% e 5% de todo material movimentado é danificado. Os arranhões e riscos nas paredes das instalações de manufatura são prova suficiente dos problemas de qualidade que surgem da movimentação descuidada de materiais. No entanto, simplesmente eliminar os movimentos não é uma resposta.

A logística é um meio pelo qual os custos totais de manufatura são reduzidos, através de inventários reduzidos, segurança melhorada e controle melhorado.

Segundo Dias (1993), os custos de movimentação de materiais influem sobremaneira no produto afetando diretamente o custo final. O acréscimo no custo do produto proporciona-lhe maior valor, mas, no caso da movimentação, esta não contribui em nada, podendo somente barateá-la com uma seleção adequada do método mais compatível a natureza e ao regime de produção. Consideramos a movimentação como um problema separado dos demais, pode-se concluir, por exemplo, que a simples redução nos trajetos percorridos pelo material em suas diversas etapas, do estoque a expedição, constituiria a solução ideal. Quando se pensa em termos globais, porém, esta solução simplista pode acarreta ociosidade de homens e equipamentos em determinadas estações de trabalho, anulando por completo o objetivo, com reflexos negativos na linha de produção, ou seja, aumento de custos e redução de lucros.

### **2.1.1 Redução de Custos**

De acordo com Dias (1993), aplicando-se um sistema de movimentação de materiais, pode-se chegar ao seguinte:

- 1- Redução de custo de mão-de-obra, a utilização dos equipamentos de manuseio vai implicar a substituição da mão-de-obra braçal pelos meios mecânicos, liberando esta mão-de-obra para serviços mais nobres dentro da empresa, serviços que vão exigir menos esforço físico do homem.
- 2- Redução de custo de materiais, com um melhor acondicionamento e um transporte mais racional, o custo de perdas durante a armazenagem e transporte é reduzido ao mínimo.
- 3- Redução de custos de despesas gerais, racionalizando-se os processos de transporte e estoque, também caem os custos de despesas gerais, pois fica muito mais fácil manter os locais limpos, evitando riscos de acidentes de pessoal e sinistro.

### **2.1.2 Aumento da Capacidade Produtiva**

Segundo Dias (1993), em termos de eficiência, estes são os efeitos da avaliação dos sistemas de movimentação de materiais:

- 1- Aumento de produção, só é possível com a intensificação no fornecimento de matéria-prima, o que só é conseguido com a introdução de métodos de armazenagem e transporte que permitam maior rapidez na chegada dos materiais até as linhas de produção.
- 2- Aumento da capacidade de armazenagem, os equipamentos para empilhar permitem explorar ao máximo a altura dos edifícios, aumentando assim a capacidade de estocagem. Permitem também um melhor condicionamento, contribuindo para o aumento do espaço.
- 3- Melhor distribuição de armazenagem, com a utilização de dispositivos para a formação de cargas unitárias, é possível montar um sistema de armazenagem muito mais bem organizado, com a aplicação de pallets, corredores, estantes, endereçamento etc.

Segundo Dias (1993), a melhoria introduzida no processo de produção pelos sistemas de movimentação de cargas reflete-se também em melhores condições para as pessoas envolvidas neste trabalho.

- 1- Maior segurança, com o uso de dispositivos destinados as cargas unitárias, e com a aplicação de equipamentos de manuseio, o risco de acidentes durante as operações fica reduzido, desde que o sistema seja utilizado corretamente.
- 2- Redução de fadiga e maior conforto para o pessoal, quando se trata de manuseio para uma máquina, está-se liberando o homem para serviços mais nobres, que lhe diminui a fadiga. Ao mesmo tempo, os que continuam trabalhando em serviços de transporte e estocagem de cargas trabalham com muito mais conforto, pois o equipamento faz o serviço pelo homem.

Segundo Moura (1998), alguns dos benefícios a se esperar de uma melhor movimentação de materiais são:

- Redução no custo de movimentação,
- Economia de espaço,
- Redução de estoques, por um melhor controle do estoque,
- Redução das perdas decorrentes de movimentação e armazenagem inadequadas,
- Valorização da classificação da sucata, através de movimentação seletiva,
- Redução do trabalho humano e elevação da sua dignidade,
- Tornar o trabalho mais interessante e eficaz,
- Redução de fadiga,

- Tornar o trabalho mais seguro,
- Aumento da capacidade produtiva,
- Racionalização do fluxo de trabalho,
- Melhora da distribuição e dos roteiros,
- Melhora da localização e do layout das instalações,
- Aumento da eficiência do recebimento e expedição,
- Melhor controle administrativo,
- Segurança na operação,
- Resposta rápida ao cliente,
- Flexibilidade em mudar para atender novas necessidades,
- Redução de investimentos,

Segundo Dias (1993), para se manter um sistema de movimentação de materiais, existem ainda certas “leis” que sempre dentro das possibilidades, devem ser levadas em consideração. São elas:

- 1- Obediência ao fluxo de operações, disponha a trajetória dos materiais de forma que a mesma seja a seqüência de operações. Ou seja, utilize sempre, dentro do possível, o arranjo tipo linear.
- 2- Mínima distância, reduza as distâncias e transporte pela eliminação de ziguezague no fluxo dos materiais.
- 3- Mínima manipulação, reduza a freqüência de transporte manual. O transporte mecânico custa menos que as operações de carga e descarga, levantamento e armazenamento. Evite manipular os materiais tanto quanto possível ao longo do ciclo do processo.
- 4- Segurança e satisfação, leve sempre em conta a segurança dos operadores e o pessoal circulante, quando selecionar o equipamento de transporte de materiais.
- 5- Padronização, use equipamento padronizado na medida do possível. O custo inicial é mais baixo, a manutenção é mais fácil e mais barata e a utilização desse equipamento é mais variada por ser mais flexível que equipamentos especializados.
- 6- Flexibilidade, o valor de determinado equipamento para o usuário é proporcional à sua flexibilidade, isto é, capacidade de satisfazer ao transporte de vários tipos de cargas, em condições variadas de trabalho.
- 7- Máxima utilização do equipamento, mantenha o equipamento ocupado o tanto quanto possível. Evite o acúmulo de materiais nos terminais do ciclo de transporte.

Se não puder manter o equipamento de baixo investimento, mantenha o quociente carga útil / carga morta tão baixo quanto possível,  $\frac{1}{4}$  é considerado o ideal.

- 8- Máxima utilização da gravidade, use a gravidade sempre que possível. Pequenos trechos motorizados de transportadores podem elevar carga a uma altura conveniente para suprir trechos longos de transportes por gravidade.
- 9- Máxima utilização do espaço disponível, use o espaço “sobre cabeças” sempre que for possível. Empilhe cargas ou utilize suportes especiais para isso.
- 10- Método alternativo, faça uma previsão de um método alternativo de movimentação em caso de falha no meio mecânico de transporte. Essa alternativa pode ser bem menos eficiente que o processo definitivo de transporte, mas pode ser de grande valor em casos de emergência. Exemplos: Colocação de pontos esparsos para a instalação de uma talha manual; prever espaço para movimentação de uma empilhadeira numa área coberta por uma ponte rolante.
- 11- Menor custo total, selecione equipamentos na base de custos totais e não somente no custo inicial mais baixo, ou do custo operacional, ou somente de manutenção. O equipamento escolhido deve ser aquele que apresenta o menor custo total para uma vida útil razoável e uma taxa de retorno do investimento adequado.

### **2.1.3 Análise da Movimentação de Materiais.**

Segundo Moura, (1998), os erros mais comuns na análise da movimentação de materiais são:

- Grande devoção (obsessão) para certos tipos particulares de equipamentos.
- Falha na consideração de eventos iminentes que irão afetar o tamanho ou a vida do projeto de movimentação ou invalidar outras mudanças.
- Perder tempo ou investimento num equipamento que pouco benefício trará para o sistema de movimentação.
- Fracasso na criação de um sistema total, ou de um sistema apropriado para as condições existentes e futuras.
- Falta de tempo ou de uso da imaginação.

A Movimentação de Materiais é um fator de sucesso para os sistemas logísticos, pois:

1. É a operação comum a todas as operações físicas que abrangem o processamento completo de um produto ou serviço. A maneira como a movimentação é realizada em uma operação afeta as operações que a precedem ou sucedem.
2. Envolve várias funções normalmente separadas por limites organizacionais.
3. Melhores soluções aperfeiçoamento da Movimentação de Material requerem a interferência de especialistas em Movimentação de Material, planejamento e controle de produção, arranjo das instalações, conhecimentos especializados em produção, análise do mercado, distribuição, etc.
4. Velocidade (nos prazos de entrega) não é mais o único assunto importante.

Hoje, embarcar o pedido com um dia de antecedência pode ser tão prejudicial quanto embarcá-lo com um dia de atraso, pois as empresas procuram sempre manter um espaço para um inventário mínimo.

## **2.2 Objetivos do *Layout* na Movimentação de Materiais.**

O estudo do layout é muito importante no desempenho da movimentação de materiais, a organização da área de forma que todo o processo produtivo possa seguir seu fluxo normal e da melhor maneira possível, aproveitando-se todos os espaços, incluindo os espaços verticais, todo este planejamento acarretará na melhora da eficiência e economia dentro do espaço disponível.

Segundo Dias (1993), a primeira necessidade sentida do layout ocorre quando da implantação de um depósito; está presente desde a fase inicial do projeto até a etapa da operacionalização, influenciando na seleção do local, projeto de construção, localização de equipamentos e estações de trabalho, seleção do equipamento de transporte e movimentação de materiais, estocagem, expedição e dezenas de detalhes que vão desde a topografia do terreno até a presença ou não de janelas. O regime de atendimento e os tipos de produtos a serem estocados são os parâmetros em torno dos quais os especialistas em layout fazem seus estudos que têm sempre como finalidade cercar o projeto de todas as condições que possibilitem uma operação dentro de um ótimo de economia e rendimento. Este seria o caso ideal; em grande número de casos, porém, diversos fatores podem impedir a adoção, na íntegra, das normas para o estabelecimento de um layout perfeito, partindo-se então para estudos de um layout de adaptação.

Cada atividade de depósito apresenta um fluxograma típico, o que não quer dizer que permaneça estático através dos anos. Novos procedimentos e novos equipamentos podem tornar um arranjo de homem, máquinas e materiais perfeitamente adequado para as condições vigentes na época de implantação, relativamente obsoleto em relação à evolução tecnológica de métodos, processos, equipamentos e até, como acontece freqüentemente, com respeito a novos produtos que surgem. O layout sofre, pois, alterações periódicas que influem profundamente na vida do depósito.

Em alguns casos, estas mudanças são até previstas; a indústria alimentícia, graças ao mercado altamente competitivo, lança periodicamente tipos de produtos completamente novos quanto à embalagem e região de atendimento. Isto exige muitas vezes grandes alterações nas operações de depósito: mais equipamentos, mais homens, maior flexibilidade etc.

Assim, não só a instalação inicial como também eventuais ampliações do mesmo e as modificações de adaptação aos produtos mutáveis são englobadas pelo layout.

Definido de maneira simples, como sendo o arranjo de homens, máquinas e materiais, o layout é a integração do fluxo típico de materiais, da operação dos equipamentos de movimentação, combinados com as características que conferem maior produtividade ao elemento humano; isto para que a armazenagem de determinado produto se processe dentro do padrão máximo de economia e rendimento.

O layout é uma proposição global inseparável em seus diversos elementos, já que a melhoria das condições de operação, em determinado setor pode ser completamente neutralizada se outro setor dependente não é beneficiado por esta ação.

### **2.3 Tipos de *Layout*.**

Segundo o Moura (1998), existem três tipos de layout, assim chamados clássicos:

1- Layout por posição fixa:



- Produto (ou material) é relativamente grande.
- Quantidade é relativamente pequena.
- Processo é relativamente simples.

A movimentação é uma característica , (pesada) para os materiais e componentes maiores, como Móvel ou Flexível para componentes de montagem e, às vezes, ocasional.

## 2. Layout por processo (funcional)

- O produto (ou os materiais) é (são) relativamente diversificado(s).
- Quantidade é moderada ou pequena.
- Processo predominante ou caro.
- A movimentação é usualmente denominada Móvel ou Flexível e (se fixa) como

Versátil, Adaptável ou Intermitente.

## 3. Layout por produto (linha de produção ou célula)

- Produto (ou família de materiais) relativamente padronizado.
- Quantidade é relativamente alta.
- Processo é relativamente simples.
- A movimentação se caracteriza como Fixa, em linha Reta ou U ou Direta e

relativamente contínua.

De acordo com Moura (1998), é evidente que só um estudo cuidadoso poderá indicar o tipo adequado para cada caso. Algumas diretrizes gerais, entretanto, podem ser estabelecidas.

O layout por produto é indicado no caso de instalações que produzem um pequeno número de itens, em grande quantidade. Exemplos típicos são a indústria automobilística, com suas linhas de produção características; indústria eletrônica, com suas linhas de produção e de montagem, etc. Consegue-se grande eficiência no que se refere à movimentação de materiais, perdendo-se em flexibilidade; em geral, utilizam-se máquinas especiais e o investimento necessário só compensa para um grande volume e produção.

No layout por processo, máquinas semelhantes são agrupadas em centros de produção e o produto a ser fabricado percorre os diversos centros, onde sofre as operações necessárias. É característico de indústrias de fabricação sob encomenda ou

fábricas que produzem uma grande variedade de itens. Utilizam-se máquinas universais, que garantem flexibilidade de instalação: entretanto, o fluxo dos diversos produtos torna-se mais complicado.

No caso de itens de grande porte e, conseqüentemente, difícil movimentação, adota-se o layout em posições fixas, no qual o item a ser fabricado permanece num único local, para onde se deslocam as turmas de operários, o material e o equipamento necessários. Um exemplo típico, se bem que um tanto exagerado, é dado pela indústria da construção civil. Não sendo exequível na maioria das vezes o transporte da casa fabricada, o processo de produção se desenvolve no próprio local onde o produto será utilizado. Exemplos mais comuns são dados pela construção naval, construção de geradores de grande porte, etc.

Entretanto, a maioria das situações reais apresenta situações mistas. Veja-se, por exemplo, o caso da construção de aeronaves, onde a montagem final é em posições fixas, submontagens são feitas em linhas de montagem e peças e componentes são fabricados por processo. Na realidade, cada layout é um caso particular, onde os engenheiros que estudam o processo combinam conhecimentos teóricos e experiência prática para obtenção da melhor solução.

Não só a área em planta, como os espaços verticais interessam para a análise, já que o deslocamento de veículos industriais exige, também, a desobstrução vertical.

O grau de supervisão também influi na escolha do tipo de layout e dos equipamentos de movimentação. Os transportadores, por exemplo, uma vez instalados, não exigem muitos cuidados, mas o mesmo não ocorre com os tratores, as empilhadeiras e outros veículos que, além de operador, exigem maior supervisão.

### **2.3.1 Alterações de *Layout*.**

Segundo Dias (1993), uma organização quando dispõe de pessoal devidamente treinado pode efetuar por si os estudos de layout; é o caso de indústrias que, devido a sua atividade, antecipam as mudanças periódicas no processo ou no produto.

Quando se tratar de experiência isolada, própria da implantação de um novo depósito, mudanças nas instalações ou necessidade de atualização, a solução reside nos estudos efetuados por firmas especializadas em assessoria industrial e racionalização de trabalho para, entre outras, analisar as seguintes situações que originam uma mudança no layout:

1- Modificação do Produto:

Mercados altamente competitivos exigem muitas vezes modificações periódicas dos produtos, que afetam os equipamentos, a mão-de-obra e às vezes a área disponível.

2- Lançamentos de Produto:

O desenvolvimento de um novo produto, ou mesmo a interrupção na fabricação de um produto que figurava na linha normal de vendas, envolve modificações na estrutura de armazenagem-, o novo layout deve ser desenvolvido ao mesmo tempo que o novo produto passa pelo estágio do planejamento do processo de fabricação.

3- Variação na demanda:

Um aumento ou uma redução das vendas ou produção, justifica estudos de capacidade ociosa, obsolescência iminente do produto, adequação do equipamento existente, todos perfeitamente enquadrados dentro das finalidades do layout.

4- Obsolescência das Instalações:

Procedimentos, equipamentos e mesmo a edificação podem tornar-se um entrave na armazenagem de determinado produto. O problema do equipamento é o que menos afeta o layout nestes casos-, a obsolescência de um processo exige, por outro lado, modificações sensíveis ao passo que, no caso da edificação, o layout pode indicar a conveniência em ampliarem as instalações, uma construção de novo bloco ou mesmo a mudança completa do depósito.

5- Ambiente de Trabalho Inadequado:

O layout deve levar em conta as modificações que devem ser feitas para atenuar o efeito do ruído, das temperaturas anormais, presença de agentes agressivos, enfim, todos os cinco fatores que podem afetar o rendimento de trabalho do elemento

humano. O estudo e a disposição das estações de trabalho, acesso a materiais e ferramenta! fazem parte deste tópico.

6- Índice Elevado de Acidentes:

A localização de uma série de dispositivos que possam atender, em caráter de emergência, os operários que entram em contato com produtos químicos altamente corrosivos, o isolamento ou confinamento de certos locais de trabalho, o dimensionamento e a demarcação de corredores, passagens, áreas de tráfego de veículos, obstruções etc, que têm por finalidade não só a proteção, como também eventual atendimento de emergência de acidentados, fazem parte dos estudos de layout.

7- Mudança na Localização do Mercado Consumidor:

É um problema que, não tendo influência direta, age como reflexo no layout, já que a necessidade na realocação de um depósito envolve novo estudo de layout.

8- Redução dos Custos:

Um melhor aproveitamento da edificação da mão-de-obra e dos equipamentos, produtos de um layout adequado, traz consigo uma redução nos custos não só de estocagem, como também de manutenção.

Os layouts de produto, processo e posição fixa são difíceis de ser identificados na maioria dos casos práticos, já que aparecem combinados em maior ou menor grau.

### **2.3.2 *Layout do Processo Produtivo.***

As operações de fabricação podem ser classificadas em contínuas, repetitivas e intermitentes. As operações contínuas são próprias aos regimes contínuos de funcionamento das instalações, como acontece em grande número de indústrias químicas e petroquímicas, indústria do açúcar, cimento etc. São tão especializadas em sua natureza que o layout não tem analogia com os layouts comuns à grande maioria das atividades industriais.

As operações repetitivas são aquelas que se processam em lotes, o número das operações de fabricação é bastante elevado, passando cada unidade do lote pelos mesmos estágios de fabricação. Em casos extremos, de produção muito extensa, esta modalidade se aproxima bastante da operação contínua. É o processo que se desenvolve em regime de linha de montagem, encontrando exemplos nas indústrias automobilísticas de motores, eletrodomésticos, componentes eletrônicos etc. Somente um produto ou tipo de produto é fabricado em determinada área da fábrica; a operação repetitiva é própria a um elevado regime de produção exigindo uma padronização quase perfeita do produto.

Um layout para este tipo de operação caracteriza-se pela entrada da matéria-prima em uma das extremidades da linha de produção e pela saída do produto acabado em outro extremo, dentro de uma trajetória que quase representa a menor distância entre os estágios intermediários. A estocagem intermediária durante as diversas etapas de fabricação, bem como o manuseio de materiais são reduzidos ao mínimo; este tipo de layout é denominado layout de produto.

Quadro 1: Características dos layouts de produto.

<i><b>LAYOUT DE PRODUTO (LINEAR)</b></i>
1. Presta-se à fabricação de um só produto ou alguns produtos padronizados.
2. Para uma produção elevada em lotes, por período relativamente longo.
3. Faculta estudos acurados tempo-movimento para determinar a razão de produção.
4. Possibilidade de equilibrar a mão-de-obra e o equipamento, cada máquina ou estação de trabalho fábrica ou processa um número determinado de unidades por hora.
5. As operações se processam com um mínimo de inspeções.
6. Exige-se um número menor de equipamentos pesados e instalações especiais para as mesmas.

7. O transporte e movimentação contínuos por dispositivos mecânicos caracterizam.

8. O ferramental não exige muitos ajustes, já que a maquinaria ou estação de trabalho executa quase sempre uma operação típica.

Fonte: DIAS, ( 1993).

Quadro 2: Características dos layouts de processo.

<b>LAYOUT DE PROCESSO (FUNCIONAL)</b>
1. Ideal para uma produção flexível, vários tipos e estilos ou para atender pedidos especiais.
2. Para um volume de produção relativamente baixo de itens isolados (a produção total pode, em certos casos, ser elevada).
3. Estudos tempo-movimento são mais difíceis ou mesmo inviáveis.
4. O equilíbrio de mão-de-obra e material é difícil.
5. As operações exigem grande número de inspeções
6. Exige-se número relativamente elevado de máquinas e equipamentos pesados que, muitas vezes, necessitam de instalação especial
7. As cargas unitárias de grande, porte dificultam o problema de transporte e movimentação.
8. A mesma máquina ou estação de trabalho é utilizada para duas ou mais operações diversas.

Fonte: DIAS, (1993).

### 2.3.3 Estudos de *Layout*.

Segundo Dias (1993), quando se procede a um estudo para melhorar a disposição das máquinas e transporte interno de uma fábrica ou depósito, deve-se levar em conta que o custo de produção, por unidade, com o novo método, precisa ser menor do que o existente, para que haja vantagem na mudança.

Se essa é a base para uma decisão, não se deve esquecer de que, em geral, as alternativas viáveis se reduzem a um pequeno número e devem ser comparadas racionalmente, sem partir de idéias preconcebidas ou de preferências subjetivas.

Tendo isto em mente, é preciso fixar os objetivos pretendidos. No caso de rearranjo de instalações, o importante é reduzir o desperdício de mão-de-obra em operação de transporte, evitar esforço físico excessivo e acidentes, possibilitar a expansão do volume de produção dentro da área de trabalho disponível, procurando ganhar espaço útil, através de melhor disposição das máquinas ou dos pontos de estocagem.

Por onde começar o estudo? Existe um método lógico para escolha do melhor sistema? Quais as variáveis que influirão na decisão? Estas são algumas das perguntas que se poderá fazer quando se encontrar diante de problema semelhante.

O objetivo é avaliar alguns princípios de arranjo físico e transporte interno que podem ser válidos para o caso de rearranjo de uma instalação existente, tendo em vista as particularidades da indústria.

a) O arranjo físico é a disposição a ser dada às diversas seções da fábrica e às máquinas, dentro de cada seção.

b) A movimentação de materiais refere-se, essencialmente, à escolha do equipamento mais conveniente e econômico para levar o material de uma seção a outra ou transferi-lo de uma máquina a outra.

Pode-se enunciar o princípio fundamental de rearranjo de uma instalação em funcionamento: "O custo do método proposto, por unidade produzida, deve ser menor do que o existente, de modo a proporcionar uma economia satisfatória para a empresa, no período mais curto possível e os produtos devem transitar o menos possível entre duas máquinas e de um ponto de estocagem a outro."

Algumas sugestões práticas são de valia quando se tem de proceder a um rearranjo físico, no objetivo de melhorar a circulação de materiais e de ganhar espaço.

1. Procurar as plantas dos edifícios e das utilidades ou, se não for possível encontrá-las, refazê-las.

2. Traçar os fluxos dos produtos mais importantes.
3. Rever a política de abastecimento de matérias-primas, a fim de tentar reduzir os estoques e ganhar espaço no almoxarifado.
4. Rever a política de armazenamento de produtos acabados, a fim de tentar reduzir
5. Tentar ganhar espaço vertical, principalmente nos depósitos de matérias-primas, materiais auxiliares, produtos semi-acabados e acabados, procurando empilhá-los ao máximo.
6. Alugar depósitos auxiliares para estocar matérias-primas e produtos acabados.
7. Enterrar os tanques de óleo combustível, solventes e demais líquidos.
8. Colocar motores, ventiladores, transformadores e outros acessórios sobre estrados sob os quais se deixa área de circulação, especialmente nos corredores entre prédios; colocar os motores debaixo das máquinas quando possível.
9. Colocar escritórios de supervisores e instalações sanitárias em mezaninos, aproveitando-se a área útil por baixo deles. Construir jiraus para estocagem.
10. Remover todo o lixo, material de segunda, máquinas obsoletas ou reduzir o espaço ocupado pelo lixo ao mínimo (por exemplo, prensando aparas de papel).
11. Incorporar melhorias que possam posteriormente ser usadas numa fábrica nova (por exemplo, prateleiras metálicas nos almoxarifados, mais fáceis de desmontar do que as de madeira).

## **2.4 Análise do Processo.**

Segundo Dias (1993), existem diversos critérios para fazer um levantamento de dados, incluindo desde medidas diretas até processos estatísticos. A seleção de um ou de outro sistema depende da situação específica. Um deles, entretanto, o método do diagrama, pode ser usado com vantagem na grande maioria dos serviços ligados à produção ou à administração; é largamente utilizado também para a localização e o dimensionamento de armazenagem de produtos num processo.

Diagramas são representações diretas simples e precisas de uma tarefa. Mostram, em ordem cronológica, as atividades do homem, máquina ou combinação homem-máquina. Não constituem um fim, mas um meio. São empregados para analisar o



processo, estudar a distribuição em planta (layout); servir de referência para estudos de tempo; calcular rapidamente o período necessário para produzir um artigo; preparar uma linha de fabricação equilibrada e progressiva-, determinar o número de operários necessários. Os diagramas mais usados para levantamento de dados são:

1. Diagrama do Processo.
2. Diagrama do Fluxo.
3. Diagrama das Atividades Múltiplas.

A opção por um deles depende da natureza da operação e complexidade do serviço, número de operários, quantidade de máquinas usadas, natureza do transporte. Quem prepara o diagrama deve obter as informações no próprio local de trabalho. O método existente não deve ser registrado por um funcionário do próprio setor. Esse detalhe é fundamental. Para comprovar essa assertiva é suficiente imaginar uma seqüência de atividades particulares, corriqueiras, sem realizá-las concomitantemente, por exemplo, do levantar até a saída para o serviço; ou apenas a operação de colocar o carro na garagem.

Essa experiência geralmente revela a omissão de tarefas importantes: sair de casa sem paletó; ou mover o carro sem baixar o freio de mão. Falhas dessa natureza, transferidas para uma análise industrial, demonstram com clareza os prejuízos oriundos do levantamento de dados, feito fora do local de trabalho.

Na construção de diagramas são empregados símbolos representativos das diversas atividades. Os apresentados são padronizados pela A.S.M.E. American Society of Mechanical Engineering.

1- Operação — É indicada por uma circunferência. Caracteriza-se por qualquer mudança das propriedades ou características de um objeto. Exemplos de operação: mudança de forma do material; variação de sua natureza física; o ato de datilografar uma carta; de ensinar alguma coisa; de detalhar uma ordem etc.

2- Inspeção — É representada por um quadrado. Trata-se da verificação da qualidade e/ou quantidade de um objeto. Exemplos: verificação por medição, contagem, pesagem, leitura de um instrumento; exame de um gráfico. Uma operação não deve ser confundida com uma inspeção. No caso de uma pesagem, por exemplo, se o objetivo é

separar uma parte, trata-se de uma operação; se se pretende conferir o peso, é executado uma inspeção.

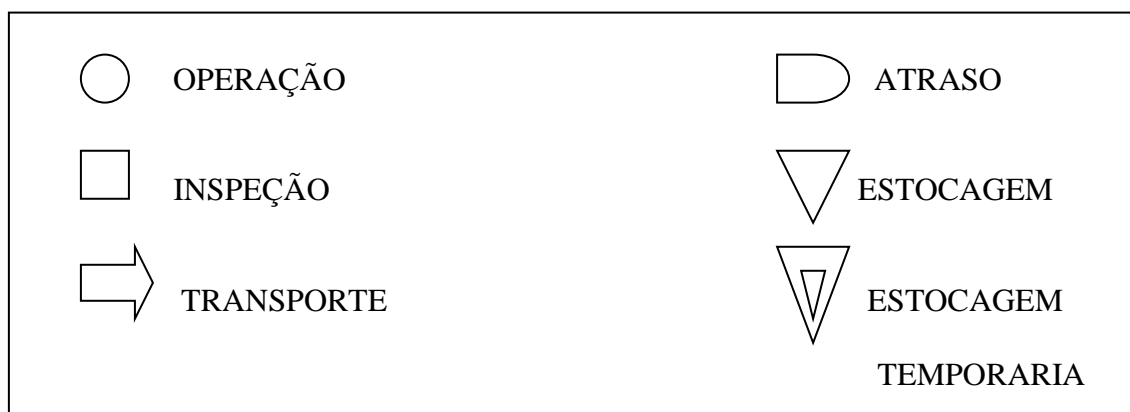
3- Transporte — É simbolizado por uma flecha. Há transporte quando o resultado predominante da atividade é o deslocamento do objeto. São exemplos de transporte: o movimento de um homem, um material deslocado manualmente ou num transportador; um líquido que escoar por uma tubulação

4- Atraso — É indicado por uma letra "D" maiúscula. Ocorre quando existe interrupção na seqüência das operações e inspeções. Exemplos; operador esperando material; produto semi-acabado aguardando outras operações na linha de produção; um torno com o motor queimado; uma espera da ponte rolante; uma carta pronta que aguarda despacho.

5- Estocagem - É indicada por um triângulo. Existe estocagem quando o material é deliberadamente imobilizado e não se movimenta sem autorização. Exemplos: matéria-prima e produtos acabados num depósito-, material num contenedor.

6- Estocagem Temporária — É representada por dois triângulos. Nesta atividade o material é movimentado automaticamente, não havendo necessidade de autorização expressa

**Figura 1:** Símbolos representativos das diversas atividades.



Fonte: DIAS, (1993).

### 3 MATERIAIS E METODOS

As pesquisas realizadas é resultado de dados coletados em uma indústria de bens de capital.

Foram coletados dados, como capacidade produtiva de máquinas, tempos gastos em cada etapa do processo produtivo no setor de montagens elétricas.

Análise do layout existente e a necessidade de modificações.

Pesquisas sobre novos equipamentos e novas tecnologias que possam ajudar a otimizar o processo produtivo.

Foram analisados os tempos utilizando-se alguns dados fornecidos pela empresa e outros dados coletados na linha de produção:

a) Tempo de recebimento armazenagem e distribuição das peças a serem produzidas até a etapa seguinte do processo.

b) Tempo de corte e marcação dos fios nas três máquinas existentes.

c) Tempo utilizado para a fabricação das montagens elétricas.

d) Tempo de teste, verificando que a máquina testa somente uma peça de cada vez.

e) Tempos de acabamento e inspeção final.

f) Tempo gasto na expedição.

#### 4. Análise de Tempo Gasto em cada Etapa do Processo Produtivo.

A maioria das empresas que trabalham com uma linha de produção, tem que se atentar para os pontos críticos do processo (gargalos). Um aumento na produção sem o devido planejamento pode causar atrasos na entrega do pedido, isto gera custos para a empresa (multas por atraso), transtorno para o cliente e pode ser fatal para a empresa no mercado competitivo atual.

As tabelas a seguir mostram a capacidade das máquinas, e o tempo gasto em cada parte do processo produtivo.

Quadro 3: Tempo gasto no almoxarifado.

Atividades	Tempos
Recebimento e inspeção	70 h/mês
Estocar o material	75 h/mês
Pagar o material	150 h/mês
Tempo total	295 h/mês

Quadro 4: Tempo gasto e carga máxima das máquinas na codificação dos fios.

Atividades	Tempos	3(três) máquinas

Codificação dos fios	900 h/mês	
Tempo total	900 h/mês	1320 h/mês

Quadro 5: Tempo gasto na produção

Atividades	Tempos
Fabricação do produto	4400 h/mês
Tempo total	4400 h/mês

Neste setor trabalham vinte pessoas, somando-se 4400 horas de trabalho por mês, e como podemos ver no quadro 5 acima, esta operando com sua capacidade total.

Quadro 6: Tempo gasto no teste das montagens elétricas.

Atividades	Tempos	1(um) maquina
Teste das montagens	400 h/mês	
Tempo total	400 h/mês	440 h/mês

Quadro 7: Tempo gasto no acabamento e inspeção das peças.

Atividades	Tempos
Acabamento final e inspeção	880 h/mês
Tempo total	880 h/mês

Neste setor trabalham quatro pessoas em dois turnos, pode-se verificar que estão operando com sua capacidade total.

Quadro 8: Tempo gasto na expedição.

Atividades	Tempos
Expedição	440 h/mês

Tempo total	440 h/mês
-------------	-----------

Neste setor trabalham duas pessoas em dois turnos, pode-se verificar que estão operando com sua capacidade total.

#### **4.1 Porcentagem de Utilização de Tempo de Fabricação em cada Etapa do Processo.**

Quadro 9: Porcentagem de tempo gasto em cada etapa.

Atividades	Utilização (%)
Almoxarifado	5
Codificação de fios	11
Produção	57
Teste	11
Acabamento e inspeção	11
Expedição	5

#### **4.2 Resultados.**

A empresa recebeu uma proposta de trabalho de 3000 horas por mês durante cinco anos, foram analisados as reais capacidades da empresa hoje de produzir este pedido.

Verificou-se que nos setores onde se utiliza apenas a mão-de-obra do trabalhador, um aumento no numero de funcionários bastaria.

No setor de codificação dos fios, onde são utilizadas três máquinas ,está trabalhando abaixo de sua capacidade máxima, e pode-se verificar que de acordo com o quadro 4 que ela suportara um aumento de 330 h/mês referentes a 11% do tempo total de produção das peças, quadro 9.

No setor de teste, onde é utilizado apenas uma máquinas, pode-se verificar que este setor não suportara um aumento de 330 h/mês, tornado-se um gargalo na linha de produção.

Outro problema detectado é a necessidade de mais espaço na linha de produção para a colocação de mais bancadas.

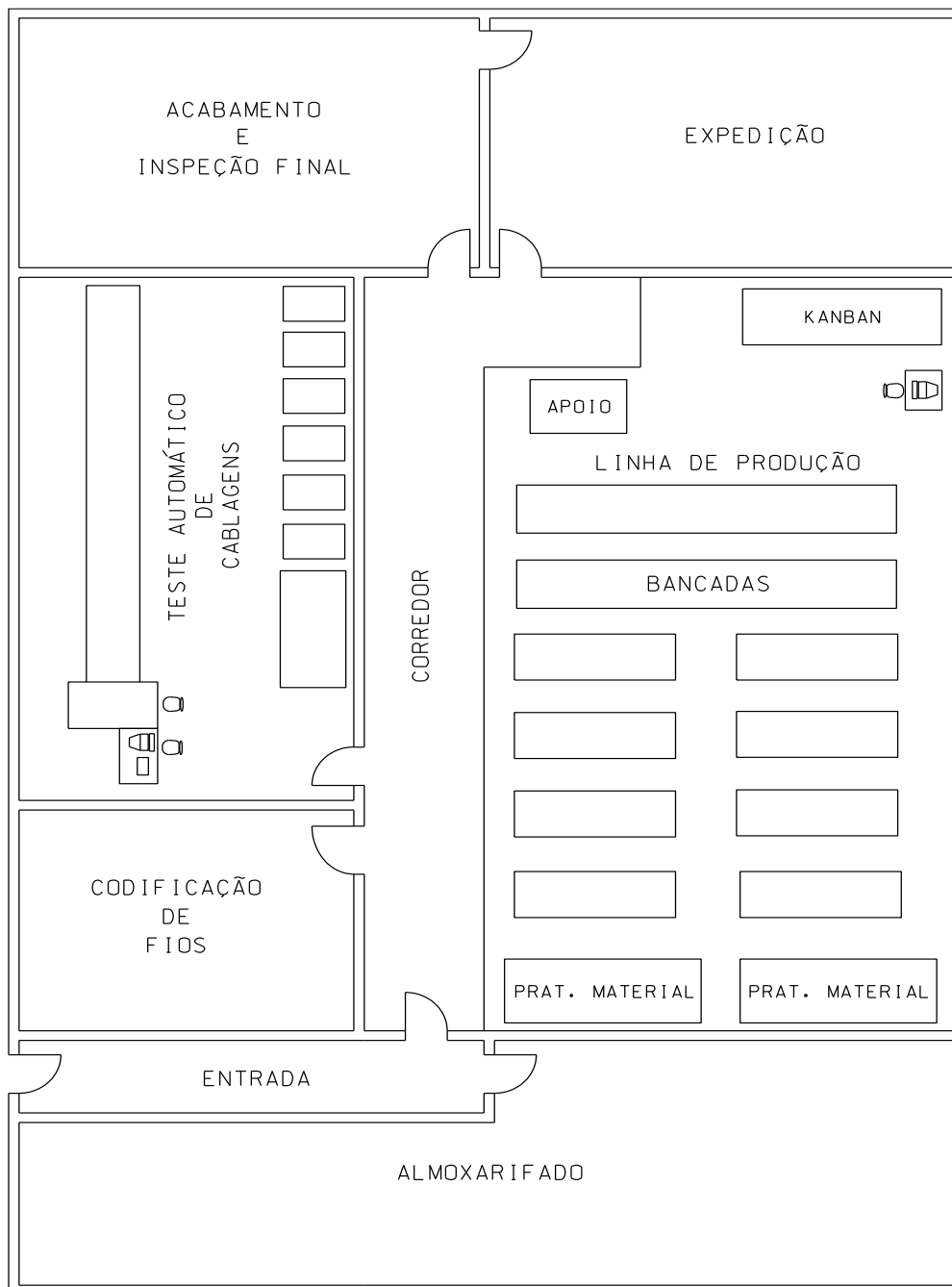
#### **4.2.1 Proposta Para a Solução dos Problemas Encontrados.**

Para a solução destes dois problemas foi apresentada a seguinte proposta:

- Alteração do layout.
- Aquisição de um novo equipamento de teste das montagens elétricas.
- Contratação de novos empregados.

#### **4.3 *Layout Atual e Layout Proposto.***

Figura 2: *Layout atual.*

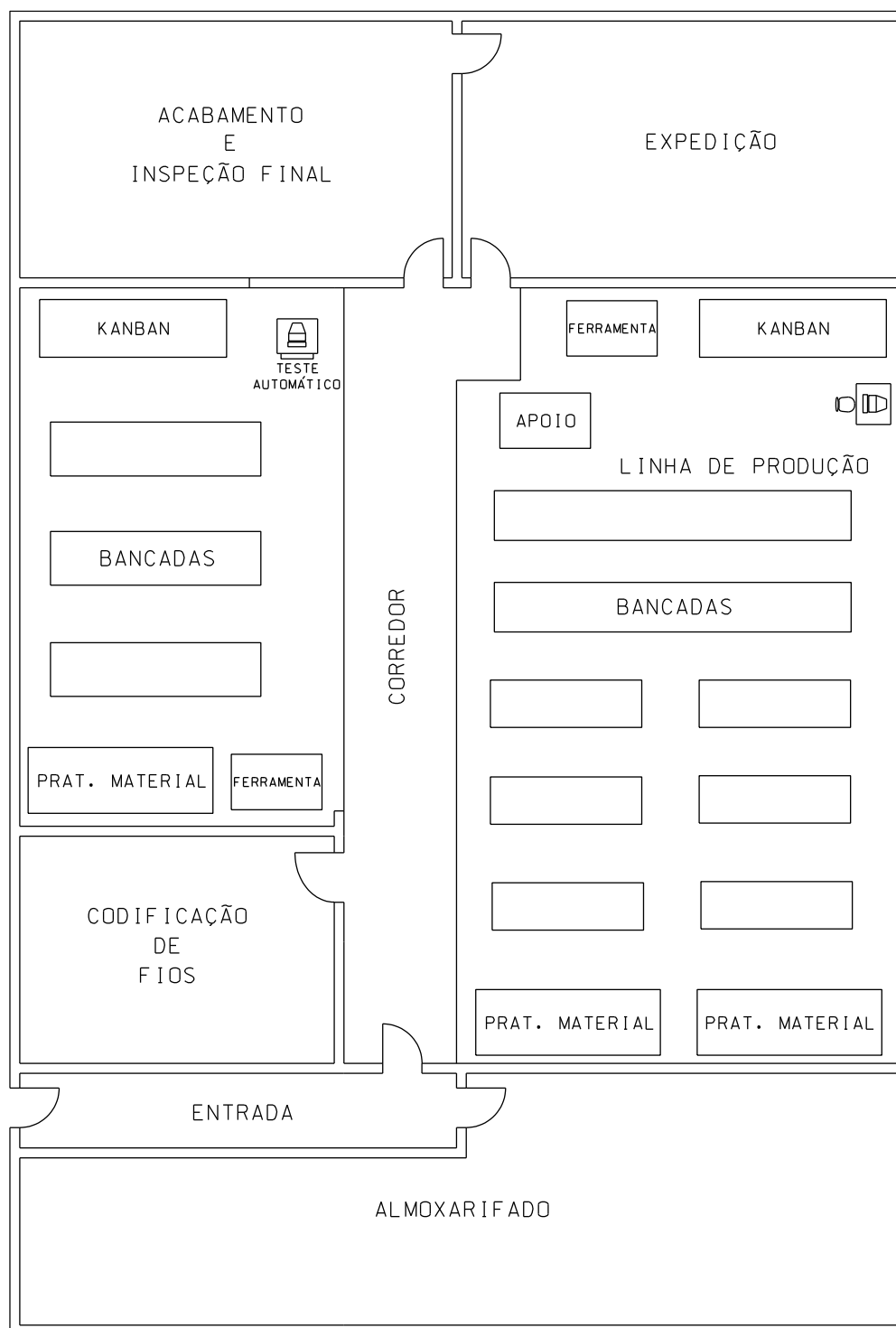


No layout atual o equipamento ocupa uma área de 55m<sup>2</sup>, onde as peças são testadas uma por vez enquanto as outras peças ficam esperando na prateleira para serem testadas de acordo com o cronograma da empresa.

Também se perde espaço com armários que guardam o material de apoio ao teste.



Figura 3. *Layout* proposto.



No layout proposto o novo equipamento ocupará apenas 2m<sup>2</sup> e o espaço antes utilizado para com o equipamento antigo será utilizado para o aumento da linha de produção de acordo com as necessidades da empresa.

O material de apoio ao teste será adaptado nas bancadas, eliminando os armários, que antes eram necessários para guardá-los.

#### 4.4. Custos do Novo Projeto.

De acordo com o aumento de demanda em cada setor os custos seriam.

Quadro 10: Porcentagem de tempo gasto em cada etapa, das 3000 horas.

Atividades	Utilização (%)	Tempo 3000 horas
Almoxarifado	5	150 horas
Produção	57	1710 horas
Acabamento e inspeção	11	330 horas
Expedição	5	150 horas
Total		2340 horas

Com 2340 horas será necessário contratar mais 11 empregados.

No setor de teste 80% do tempo gasto no equipamento antigo era com a conexão das peças no ferramental de apoio, que era ligado ao equipamento de teste. Já no novo processo o próprio montador liga as peças ao ferramental de apoio que está adaptado as bancadas, eliminando este trabalho do operador. O operador do teste vai com o equipamento móvel até a bancada de montagem, diminuindo o tempo de teste elimina a espera que ocorria no processo antigo, desta forma, não necessitando de mais operários neste setor.

Outro setor que utiliza máquinas é o de codificação dos fios, como estava trabalhando abaixo de sua capacidade total, mesmo com o aumento da demanda ainda está dentro de sua capacidade produtiva.

Quadro 11: Custos com equipamentos.

investimentos	Custo
Novo equipamento	R\$ 500.000,00
Adaptação da produção	R\$ 30.000,00
Total	R\$ 530.000,00

Quadro 12: Custos com empregados.

Empregados contratados	Custo salários	Encargos	Total o mês
11	R\$ 550,00	103%	R\$ 12.281,5

Quadro 13: Custo total mensal durante 5 (cinco) anos.

			Custo mensal
Custos empregados contratados			R\$ 12.281,5
Custos com equipamentos	R\$ 530.000,00	60 meses	R\$ 8.833,33
Total			R\$ 21.114,83

Quadro 14: Lucro da empresa.

		Total horas	
Preço pago por hora	R\$ 45,00	3.000	R\$ 135.000,00
Custo mensal	R\$ 21.114,83		R\$ 21.114,83
Lucro mensal			R\$ 113.885,17

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com os dados mostrados anteriormente pode-se concluir que o planejamento de novos pedidos é fundamental para a sobrevivência da empresa.

Através do levantamento de dados inerentes a todo o processo produtivo, passo a passo, baseando-se na literatura existente e fazendo seu planejamento de acordo esta nova demanda, pode-se assumir novos compromissos com os clientes sem gerar atrasos na entrega do produto.

Os investimentos em novas tecnologias, como neste caso, gera uma eficiência maior diminuindo o tempo de espera entre uma fase do processo e outra, a morosidade torna os custos mais elevados para a empresa e para o cliente final.

O bom planejamento de uma empresa faz com que ela tenha um preço competitivo, cumpra os prazos com os clientes e tenha lucro, este lucro é o que faz com que uma empresa permaneça no mercado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais. Uma abordagem logística.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 1993 399p.

BALLOW, R.H. **Logística empresarial.** Tradução: Hugo T. Y. Yoshitaki. São Paulo: Atlas, 1993, 388p.

BALLOW, R.H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física.** São Paulo: 1ª edição, 1993.

MOURA, Reinaldo Almeida. **Manual de logística, armazenagem e distribuição física.** Volume 2. São Paulo: IMAM, 1997.

MOURA, Reinaldo Almeida. **Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais.** 4ª ed. São Paulo: IMAM, 1998.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações.** São Paulo: Pioneira.Thomson learning, 2001.

Botucatu, de de

---

- Candidato -

De acordo

---

- Orientador -

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  

---

Coordenação do Curso