

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

**METODOLOGIA PARA PLANEJAMENTO DE LAYOUT  
INDUSTRIAL**

**RODRIGO MARQUES**

**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**

**METODOLOGIA PARA PLANEJAMENTO DE LAYOUT  
INDUSTRIAL**

**RODRIGO MARQUES**

Orientador: Prof. Msc Luís Antonio Galhego Fernandes

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 permitir que eu conquistasse grande parte dos meus objetivos com ânimo, força e satisfação. Ao meu Prof. Orientador Luís Antonio Galhego Fernandes pelas tão necessárias e prontas orientações diante dos caminhos difíceis do meu projeto de graduação. Não posso me esquecer dos meus amigos, Fábio Nunes e André Zopello, de muitas ajudas e conselhos durante esta longa e estafante escalada para a conclusão do curso.*

*Agradeço a faculdade por ter proporcionado a mim e a todos uma grande mudança em nossas vidas, as vitórias e derrotas em jogos dos inesquecíveis integra- fatec.*

*A grandes amizades feitas durante o curso, e por ter estudado na melhor classe de todos os tempos de fatec, “terceira turma - a melhor”.*

*Agradeço com especial carinho a minha namorada Thais que, ao longo deste trabalho, dispôs de muita paciência nas minhas ausências, de muita ajuda nas minhas deficiências e muito carinho nos momentos de aborrecimento.*

*Lembrando também do meu fiel cachorro que esteve presente em toda minha faculdade comigo e não está comigo nesse momento de conclusão, onde se faz muita falta em minha vida.*

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	I
LISTA DE TABELAS.....	II
Resumo.....	III
1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1 Objetivos.....	02
1.2 Justificativa.....	02
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1 Relação entre movimentação e “ <i>layout</i> ”.....	04
2.2 Como achar um problema de um “ <i>layout</i> ”.....	05
2.2.1 Equação de movimentação de materiais.....	08
3. PRODUTIVIDADE.....	13
3.1 Técnicas de análise ABC.....	15
3.1.2 Definição de Utilidade de material.....	16
3.2 “ <i>Layout</i> ” por fluxograma de peças.....	18
3.3 Comprimir a cadeia do produto.....	23
3.4 Modelo de Carga/ Distância.....	26
4 ESTUDO DE CASO.....	30
4.1 Otimizando espaços e reduzindo custos.....	34
5. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

LISTA DE FIGURAS	Página
Figura 1: Análise de movimentação de materiais.....	07
Figura 2: Gráfico de Curva ABC.....	17
Figura 3: Fluxograma de método existente.....	19
Figura 4: Fluxograma de método proposto.....	20
Figura 5: Simbologia de processos.....	21
Figura 6: Exemplo de Fluxograma de Processos.....	22
Figura 7: Gráfico de compressão da cadeia.....	23
Figura 8: “ <i>Layout</i> ” atual de produção.....	24
Figura 9: “ <i>Layout</i> ” proposto de produção.....	25
Figura 10: Cadeia de Suprimento Integrada.....	33
Figura 11 “ <i>Layout</i> ” antigo.....	34
Figura 12: Novo “ <i>layout</i> ”.....	35

LISTA DE TABELAS	Página
Tabela 1: Exemplo de Curva ABC.....	16
Tabela 2: Exemplo de curva ABC dividido por classes.....	16
Tabela 3: “ <i>Layout</i> ” inicial dividido em departamentos .....	27
Tabela 4: Matriz de distâncias entre posições de departamentos .....	27
Tabela 5: Matriz de espaços percorridos por dia-1ª configuração .....	28
Tabela 6: “ <i>layout</i> ” proposto dividido em departamentos .....	29
Tabela 7: Matriz de espaços percorridos por dia-2ª configuração .....	29

## RESUMO

No estado de São Paulo, todos os dias centenas de novas empresas são abertas e centenas de empresas são fechadas ou por má administração, por erros em processos produtivos que fazem elas perderem a concorrências e ficam fora do mercado. Este trabalho visa demonstrar algumas condições que as empresas podem utilizar para poder se manter no mercado e conseguir condições para melhorar seu rendimento no mercado, trazer para o funcionário da empresa melhores em suas condições de trabalho. Foram realizadas pesquisas em livros especializados e em órgãos destinados especificamente a estes fins para determinação de alguns tipos de trabalhos que podem ser realizados dentro da empresa, para que estas melhorias sejam realizadas com pouco ou sem nenhum custo dentro da empresa e fazer com que a empresa agregue valor aos seus produtos. Os resultados podem ser ótimos para cada caso colocado em prática. E assim os custos de uma empresa pode ser reduzido, trazendo maiores condições ao crescimento da mesma.

**Palavra-chave:** “*layout*”, movimentação de materiais, curva ABC.

## 1. INTRODUÇÃO

Pode ser dito que a abordagem dos problemas de movimentação de materiais no passado levou, freqüentemente, a uma suavização dos mesmos, em vez de resolvê-los. Isto é muito adequado para o estreito ponto de vista sobre o qual o problema era analisado, tanto quanto a fato do analista ter mais conhecimentos por equipamentos e não por “*layout*”<sup>1</sup>, menosprezando muitas vezes, fatores como o de posição de operador, local de ferramentas e máquinas, melhores condições de desenvolvimento para a produção, conseguindo vencer distâncias dentro da fábrica. No entanto, com a sempre urgente necessidade de maiores rendimentos, de prazos cada vez menores, necessidades de entregas muito mais rápidas, de aumento da capacidade industrial, de uma padronização de serviço cada vez maior, de utilizar cada vez menos espaço. Faz-se necessário uma metodologia para estes problemas de movimentação “*layout*”.

Como ainda pode haver muito a ser melhorado, o problema de movimentação de material poderia ser abordado de forma superficial, trazendo ainda melhores resultados. A solução proposta para o problema poderia não ser a melhor, mas era melhor que o método existente até então. Porém, este procedimento é ainda praticado em muitas empresas devido à falta de conhecimento, ausência de metodologia para abordar estes termos de movimentação de material, arranjo físico.

Segundo Dias; (1998 p.137), [...] 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 da tecnologia de métodos, processos, equipamentos e até, como acontece freqüentemente, com respeito a novos produtos que surgem. O “*layout*” sofre, pois alterações periódicas que influenciam profundamente na vida da empresa.

### 1.1 Objetivo

Os objetivo deste trabalho se traduz em buscar uma metodologia para reduzir o transporte interno, localizar as atividades desnecessárias, encontrar tarefas que podem ser combinadas e descobrir uma seqüência mais conveniente para completar a produção de um produto em série, melhorando sua produção e podendo deixar o produto

---

<sup>1</sup>**Layout** - Em português significa arranjo físico, mas a palavra layout já se inclui em palavras aporuguesadas.



mais competitivo e acessível ao mercado. A análise do processo, em torno de determinadas tarefas básicas, permite descobrir uma solução para problemas que podem ser padronizados.

Fazendo com que o fluxo do produto seja cada vez mais rápido e contínuo, sem paradas, com melhores condições para o funcionário, não deixando inutilmente o produto estocado aumentando seu custo, fazer com que a cadeia de sua montagem seja reduzida, agregando valor ao produto.

## **1.2 Justificativa**

Satisfazer o cliente pode não ser tão difícil, ou tão caro, pode ser que dentro de uma indústria, uma mudança de “*layout*”, deixando a indústria com um melhor arranjo físico, uma melhoria para otimizar os processos, com pouco custo ou até mesmo sem custo algum, remanejando, melhorando e eliminando processos que não são úteis, encurtando caminhos e agregando um maior valor ao produto final.

Muitas vezes melhorar não significa, necessariamente comprar equipamentos novos e sofisticados que podem gerar custos maiores ao produto e não necessariamente resolvem. Há casos onde, com uma análise de “*layout*” adequada, com estudos feitos por um profissional da área pode-se resolver pelo menos uma parte desse problema. Com tudo isso, essas indústrias, buscando a melhor forma de “ganhar espaço”, reduzir a movimentação, melhorar o fluxo do produto, trazendo assim enormes benefícios para o fluxo produtivo, tempos de processo e gastos desnecessários que hoje são cruciais para o crescimento da empresa e não podem perder mercado para o custo e sim, agregar valores em processos de montagem, na produção onde o produto passa maior parte desde seu pedido até ser entregue para seu cliente.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

## 2.1 Relação entre Movimentação de Materiais e o “*Layout*”

“*Layout*” está ligado com a análise, planejamento e projeto das instalações utilizadas na produção de bens e serviços. Movimentação de materiais está ligada com a fase das operações que envolvem o movimento de materiais usados no desempenho das atividades do empreendimento. [...] na verdade, movimentação de materiais é uma consequência do layout (MOURA, 1998, p. 118).



Segundo Moura (1998), esta estreita relação é enfatizada na definição de “*layout*” a seguir: “*Layout*” pode ser definido como planejamento e integração dos meios que concorrem para a produção obter, a mais, eficiência e econômica inter-relação entre máquinas, mão-de-obra e movimentação de materiais dentro de um espaço disponível.

O setor de planejamento de “*layout*” da fábrica é geralmente o responsável pelo desenvolvimento do fluxo geral e do arranjo físico dos recursos, com o “*layout*” projetado freqüentemente em função do fluxo estabelecido. Por isso é extremamente importante que o pessoal de “*layout*” trabalhe conjuntamente com a movimentação de materiais.

Segundo Dias (1993), o “*layout*” e a movimentação estão ligados de tal maneira que é difícil determinar, muitas vezes, as áreas de influência de um sobre o outro. Pode-se dizer que é um problema de aproximações sucessivas, para que se atinja a solução ideal. E claro que certas limitações (edificação antiga, carência de espaço, etc.) podem cercear a livre escolha do sistema almejado.

Se considerássemos a movimentação como problema separado dos demais, poder-se-ia concluir, por exemplo, que a simples redução nos trajetos percorridos pelo material em suas diversas etapas, do estoque à expedição, constituiria a solução ideal.

Quando se pensa em termos globais, porém, esta solução simplista pode acarretar a ociosidade de homens e máquinas em determinadas estações de trabalho, anulando por completo o almejado, com reflexos negativos na linha de produção, aumento de custos e redução de lucros.

O fluxo de materiais é um dos fatores mais importantes na determinação do tamanho, forma e arranjo geral de qualquer local de fabricação. Ele também determina o arranjo das máquinas.

Para Moura (1998), existem cinco importâncias da relação entre o arranjo físico e a movimentação de material de um projeto industrial:

- O requisito principal para uma produção econômica é um plano eficiente do fluxo de materiais.
- O estudo do fluxo de materiais é a base para um arranjo eficiente dos recursos físicos.
- O modelo de fluxo é uma representação estática do fluxo de materiais propostos.
- A função da movimentação de materiais é garantir que os materiais se moverão por rotas determinadas.
- O arranjo efetivo dos recursos em torno do fluxo de materiais deverá resultar numa eficiente operação dos vários processos.

O fluxo de materiais torna-se, então, a base para todo o projeto de arranjo físico, bem como para o sucesso da empresa.

## **2.2 Como achar o problema de um “*layout*”**

Uma vez que o “*layout*” seja analisado e, provavelmente subdividido em "situações problemas" menores e mais "solucionáveis", resta a questão: "como deve ser abordada a implementação de cada situação específica da movimentação de materiais?". O erro é assumir que algum tipo de equipamento "resolverá" o problema. De fato, há uma tendência por começar com um estudo dos tipos de equipamentos disponíveis, em uma tentativa de encontrar um que resolva o problema: isto, na verdade, é um erro. É atacar o problema de movimentação de materiais pelo lado errado, uma vez que é começar com uma resposta, em vez de começar pelo problema, veja a figura 1.

Fatores a Serem Considerados na Análise do Problema de Movimentação de Materiais

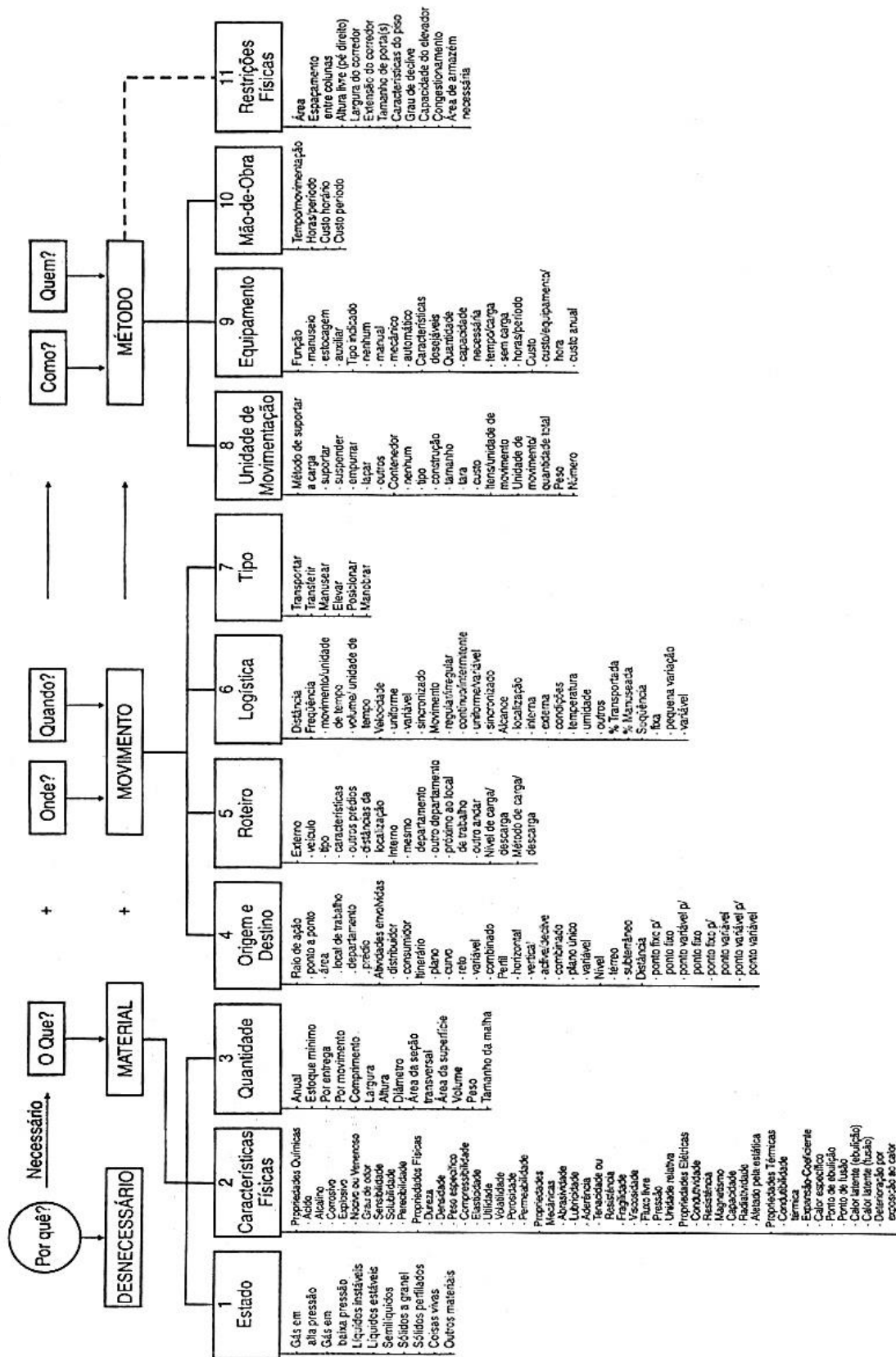


Figura 1. Análise da movimentação de materiais. Fonte: Moura, R.A. "Sistemas e Técnicas de Movimentação de Materiais", 4 ed, rev.- São Paulo: IMAM, 1998, pág. 256.

É certamente óbvio que a primeira questão a ser formulada em qualquer abordagem para a solução de um problema é "Por quê?". Por que fazer isto, afinal? Existem muitos exemplos estranhos de atividades que são realizadas por razões que não faz mais sentido, e algumas vezes por razões que nunca fez sentido! Por exemplo, em uma fábrica de produtos químicos, um estudo de simplificação de trabalho decidiu por melhorar o método de transportar gelo dentro da fábrica para várias caldeiras reatoras. Dois homens e uma carreta moviam quase 70 barris de gelo moído por dia a uma distância de aproximadamente 1.200 metros. Os barris eram então, transportados manualmente para o segundo andar e despejados nas câmaras de resfriamento do reservatório do reator. Depois que o pessoal projetou um sistema de movimentação melhorado, eles ingenuamente levantaram a questão: "Por que o gelo é necessário?". Isto logo os levou às especificações ditadas pela engenharia de processo, e daí ao processo de uma fábrica-piloto. O pessoal da fábrica-piloto acompanhou-os até o laboratório. Os químicos do laboratório foram consultados. "Vocês não precisam de gelo!" Disseram. "Nós apenas levamos alguns cubos de gelo do nosso refrigerador de laboratório para gelar os copos graduados, enquanto trabalhamos na reação. Tudo que vocês precisam fazer é gelar as caldeiras a 10°C". E isso pôde ser conseguido simplesmente fazendo circular o suprimento de água gelada da fábrica através das câmaras de resfriamento. Esta operação, todavia, foi realizada durante anos, até que alguém perguntou "Por quê?". Dai então esse processo foi revisto e foi melhorado, retirando do processo um item sem utilidade.

### **2.2.1 Equação da movimentação de materiais**

Para Moura (1998), um modo simples, sem sofisticação, mas muito útil, para não fugir às diretrizes traçadas para um estudo de movimentação e "*layout*" é a equação da movimentação de materiais como mostra a figura 1. Ela tem seis fatores bem definidos, dos quais o primeiro é "Por Quê?". A segunda parte é "O Quê", ou qual material deve ser transportado, e o problema aqui é caracterizar o objeto real do problema de movimentação. O que deve ser movimentado?

Para Moreira (1993), geralmente, aumenta-se a economia quando se movimentam objetos maiores, portanto, maiores cargas e massas por unidade. Mas existem fatores limitantes, como o tamanho ótimo para a carga unitizada. Além disso, existem limitações devidas às capacidades, em termos de dimensões e pesos, portas, pisos,

docas, corredores, elevadores, dos transportadores e de outros dispositivos de movimentação.

Outra possibilidade interessante é acomodar o material para simplificar a movimentação, que algumas vezes é cara, em se tratando de objetos frágeis ou instáveis. Engradados de proteção adequados podem simplificar a movimentação. Por outro lado, podem compensar a adição de uma base, palete ou suporte a um objeto irregular para dar-lhe estabilidade ou facilitar sua elevação.

A terceira parte da "equação" é "Onde" que, juntamente com o "Quando" descreve o movimento. Primeiro, é necessário determinar e analisar a origem e o destino do fluxo de material. Onde ele se origina? Qual é seu destino? Qual caminho ele segue? Existe um dispositivo de movimentação que poderá eliminar obstruções do caminho?

Uma outra questão é se o trabalho pode ser simplificado pela modificação do caminho. Se o material deve percorrer um corredor, passar através de portas e, então, ser levado em direção contrária, do outro lado da parede, cabe levantar a questão se uma porta ou uma outra via não poderia ser aberta na parede para reduzir o trajeto. Se o movimento é difícil dentro da indústria, devido a condições e/ou operações em vários níveis, pode ser possível tornar mais fácil o trabalho de movimentação transportando os materiais até o pavimento adequado por fora do edifício.

Outra possibilidade é alterar a origem ou o destino do movimento, bem como simplificar a rota. Por exemplo, pode-se determinar que altos custos são ocasionados pelo transporte do material até um posto de inspeção, cabina de pintura ou outra máquina. Seria viável mover a máquina ou o equipamento que causa problemas para um local mais conveniente para todas as atividades? Ou poderia ser instalada uma outra máquina para reduzir a distância e o tempo de transporte?

"Quando" é o quarto fator da "equação" da movimentação de materiais, que sugere considerações sobre a frequência de chegadas, a demanda e a forma do fluxo através das operações, etc. Custos são gerados devido a variações do volume e do andamento da produção. Complicações nas operações resultam do dimensionamento do pessoal e do equipamento para trabalhar nos picos ou vales do fluxo de material. Se o equipamento está dimensionado para movimentar materiais nos picos de produção, é provável que os homens e os equipamentos fiquem ociosos a maior parte do tempo. Por outro lado, se existe somente o equipamento necessário para movimentar a mínima

quantidade de materiais, haverá ocasiões em que surgirão gargalos e falta de material, o que resultará em grandes aumentos no custo. Qual é, então, o nível de produção para o qual deve ser dimensionado o equipamento? Através de uma análise cuidadosa, deve ser determinado quando e quanto irá flutuar o volume de produção, quais as economias e necessidades operacionais de pessoal e equipamento para os diferentes níveis e estar preparado para enfrentar os problemas advindos da escolha feita. Deve haver, na verdade, um acordo entre o pessoal administrativo e o de operação sobre qual a política mais adequada a adotar. Havendo este acordo, resta a questão: "O que pode ser feito para modificar e reduzir estas variações?". Pode ser implementada, por exemplo, uma política de compra ou programação de despachos diferentes. Os departamentos de tráfego devem ser capazes de obter programas de entradas e saídas mais adequados. Também pode ser válido investigar os programas dos clientes, para determinar se eles podem modificar seus requisitos para garantir um melhor fluxo através das operações de produção.

A comparação entre fluxo contínuo e intermitente deve ser igualmente considerada, tal como a movimentação através de transportadores, peça a peça, versus as economias de movimentação em lotes com empilhadeiras, talhas ou monovias. Cada um tem grande influência na operação que se aplica.

Desta forma, dentro deste item da "equação" da movimentação de materiais, a meta é manter o fluxo de materiais dentro de faixas de variação mais estreitas. Um passo importante é tomar uma decisão política sobre o pessoal e o equipamento dos sistemas adequados ao nível da capacidade de movimentação.

O quinto item da "equação" é "Como", que se refere ao método. E aqui será dito que a "equação" utiliza o sinal da química para indicar "implica" ou "resulta", e não "igual". Respondendo à grande quantidade de perguntas decorrentes da consideração dos vários fatores já bastante ventilados pela "equação" da movimentação de materiais, o analista estará bem melhor preparado para considerar a seleção de um método apropriado.

Juntamente com a seleção do método vem uma consideração do sexto e último item da "equação" da movimentação de materiais - o "Quem", ou qual a mão-de-obra necessária.

Obviamente, a movimentação de materiais não pode ser eliminada. Sem ela, nada acontece.



Segundo Dias (1993), nos seus esforços para enfatizar a necessidade de se dar atenção a “*layout*”, algumas pessoas adotam, infelizmente, a idéia de que a mesma não acrescenta nada ao valor do produto, somente ao seu custo. Esta atitude tende a identificar a movimentação de materiais mais como um problema do que como uma função distinta do processo de fabricação. Para dizer que a melhoria de “*layout*” não acrescenta nada ao valor do produto, desconsidere a sua função vital. A capacidade de apresentar os materiais para as funções de produção de uma maneira eficiente é essencial para estas operações, e a movimentação de materiais é, portanto, uma parte integrante do processo global de fabricação.

A movimentação de materiais é uma arte que afeta virtualmente todo o aspecto de uma empresa. Ainda que técnicas gráficas e analíticas sejam extremamente úteis, como recursos para a resolução de problemas de movimentação de materiais, elas não podem ser usadas para resolver todos os problemas operacionais. Resolver uma arte requer a inteligência humana, perspectiva e compreensão. Adequadas ao campo da movimentação de materiais, várias técnicas podem ser aplicadas. Tentar definir as técnicas que possam ser utilizadas como recursos para resolver os problemas da movimentação de materiais não é muito diferente das técnicas que podem ser utilizadas para resolver os problemas de fabricação, administração ou financeiros. Assim, é necessário definir claramente: “Que tipo de problema de movimentação de materiais a empresa tem” (MOURA, 1998).

Não é para ser subentendido que enquanto se projeta um sistema de movimentação de materiais, os aspectos operacionais não sejam considerados, nem que enquanto se resolvem problemas operacionais, o projeto não seja investigado. A determinação de quando um problema é para ser considerado operacional depende das circunstâncias do estudo do problema. Se a necessidade para o estudo é a construção ou alteração de uma instalação, ou parte disto, o estudo é um problema operacional. As técnicas para serem utilizadas em um projeto ou em problemas operacionais são dependentes da extensão destes últimos. Para Dias (1993), um estudo do planejamento na área de movimentação de materiais geralmente requer:

- Facilitar no processo de manufatura
- Minimizar a movimentação de materiais
- Fazer uso econômico da área

- Promover uso eficiente da força de trabalho
- Promover segurança, conforto e o interesse do funcionário.
- Menor fadiga
- Melhor espaço para produção
- Menor tempo improdutivo de máquina e funcionário
- Melhor utilização da área
- Fluxo eficiente de materiais
- Redução no custo de movimentação
- Economia de espaço
- Redução das perdas decorrentes de movimentação e armazenagem inadequadas
- Redução do trabalho humano e elevação da sua dignidade
- Tornar o trabalho mais interessante e eficaz
- Aumento da capacidade produtiva
- Racionalização do fluxo de trabalho
- Resposta rápida ao cliente
- Flexibilidade em mudar para atender as outras necessidades
- Compressão do tempo do produto
- Encurtar o fluxo logístico

### 3. Produtividade

No controle das distâncias percorridas na movimentação do material entre locais de estocagem e nas docas de recebimento ou expedição, o gerente pode encontrar uma das formas mais fáceis para reduzir custos.

Primeiro, examinar o “*layout*”. Uma das melhores técnicas para reduzir a distância é a regra chamada Lei de Pareto, ou Curva ABC<sup>2</sup>. Essa lei afirma que, na maioria das empresas, 80% da demanda são satisfeitos com somente 20% das unidades de estocagem mantidas ou 80% dos lucros são proveniente de 20% dos produtos.

O planejador que deseja mudar o “*layout*” para conformar-se à demanda precisa, primeiramente, determinar o padrão da demanda. Ao fazer isso, reconhecer que seu alvo está mudando constantemente. Em qualquer problema dinâmico, um estudo da Lei de Pareto precisa ser repetido para refletir as mudanças.

As listas de separações de pedido devem ser emitidas para obter a eficiência máxima. Um documento que relaciona os itens na mesma ordem, numa linha de separação de pedidos, permite ao separador de estoque começar no topo da folha e no início do corredor e movimentar-se para o fim do corredor e no documento ao mesmo tempo.

A redução das distâncias percorridas é uma função de planejamento, processamento de dados e movimentação de materiais. O planejador pode utilizar a Análise ABC ou algum procedimento para projetar corredores e áreas de estágio para reduzir a movimentação desnecessária. Então, o pessoal de processamento de dados

---

<sup>2</sup> **Regra ABC**- Activity Based Costing ou Custeio Baseado em Atividades. Método contábil que permite que a empresa adquira um melhor entendimento sobre como e onde realiza seus lucros.

pode projetar um sistema localizador que funcione efetivamente com locais aleatórios e listas de separação de pedidos em conformidade com o “*layout*” físico (MOURA,1998).

Para Dias (1993), a movimentação de materiais, os movimentos de entrada oferecem boas oportunidades para redução de viagens. Em alguns armazéns, a responsabilidade de encontrar um local para cargas de entrada está nos movimentadores de materiais. Na ausência de instruções, o operador colocará a carga no primeiro espaço vazio. O resultado é uma proliferação de locais de estoque do mesmo item.

Devido ao fato de a maioria das empilhadeiras transportar uma carga numa única direção, o veículo viaja vazio metade do tempo.

Em oposição, as instalações de alta elevação equipadas com transelevadores incluem controle por computador com uma unidade de memória. Essa memória é utilizada para maximizar as oportunidades de viagem de ida e volta. Levando um produto até seu local de destino, e na volta já trazendo outro material que pode ser utilizado.

As oportunidades para reduzir a viagem única não estão limitadas aos transelevadores informatizados, mas movimentar cargas em duas direções exige comunicação efetiva. Equipar cada empilhadeira com um rádio ajuda, e seus supervisores podem controlar as complicações, se receberem “*lead times*”<sup>3</sup> razoáveis para planejar e controlar a viagem de ida e volta.

Se a resistência da embalagem limita a altura prática da pilha, uma solução mais séria é melhorar a embalagem. Se não puder mudar a embalagem, considerar os “*racks*”<sup>4</sup> de estocagem de alta densidade ou os paletes reforçados para permitir empilhamento mais alto dos produtos com embalagens fracas.

À medida que a utilização cúbica melhora, a distância percorrida no edifício pode ser reduzida. Contudo, há sempre um “*trade-off*”<sup>5</sup> na utilização do espaço. Elevar o produto até o teto leva tempo. O local de estocagem mais econômico é influenciado pela velocidade de elevação. O produto de movimentação mais rápida deve ser estocado não somente perto da porta, mas, também, perto do chão.

---

<sup>3</sup> **Lead Time** - Tempo compreendido entre a primeira atividade até a última de um processo de várias atividades.

<sup>4</sup> **Racks**- Prateleiras, estantes de vários tamanhos próprias para estocagem de materiais com espaço para paletes e colocação com empilhadeiras.

<sup>5</sup> **Trade-off ou Compensação** - Na sua forma básica, o resultado incorre em um aumento de custos em uma determinada área com o intuito de obter uma grande vantagem em relação as outras (em termos de aumento de rendimento e lucro).

Existem limites à utilização cúbica. Para permitir efetivo funcionamento dos sistemas de “pé direito” os corretores de seguro impõem uma altura máxima da pilha, especialmente de materiais perigosos. Além disso, exigem um vão livre entre o “pé direito da indústria” e a pilha de estocagem. A distância depende das capacidades do sistema de altura da pilha e do tipo de mercadoria estocada.

Um gargalo típico ocorre na descarga de um carrinho de caixas. Dois operadores podem ser designados para o carrinho, para paletizar as caixas para o motorista da empilhadeira, que remove os paletes carregados. Se a velocidade dos operadores supera a do motorista. Eles terão de esperar até que o motorista remova a carga. Mudar o tamanho da equipe eliminará ao gargalo.

Num armazém típico de fábrica, os produtos são movimentados 16 vezes cada um. Muitas dessas movimentações podem ser eliminadas, e devem ser. Cada movimentação a mais afeta no produto final do produto.

### **3.1 Técnica da Análise ABC**

Uma análise global de todos os dados é ideal. Entretanto, devido à procura de um grande número de dados, ter-se-á pouca informação disponível, para uma análise do problema de movimentação de materiais.

A tentativa de resolver 100% do problema, além de ser uma análise exaustiva, pode não tratar o problema com a relativa importância, pelo menos numa primeira análise.

A técnica da curva ABC é um método muito útil, pois, com seu auxílio, podemos selecionar em ordem de importância uma pequena porcentagem de número de peças ou produtos significativos em um grande percentual de valores que representam a soma dos índices do estudo (MOURA, 1998).

Para Moreira (2002), a Análise de Problemas de movimentação e armazenagem de materiais, podem aplicar a curva ABC para atingir dois objetivos:

1. Na movimentação, para determinar:
  - Peças mais importantes
  - Fluxos principais
2. Na produção, para estudar:
  - Melhor arranjo físico

- Melhor distribuição dentro da fábrica
- Desenvolvimento de “*layout*”, indicando produtos mais importantes.

### 3.1.2 Definição de Utilidade do Material

"O valor de um parafuso é o mesmo de um motor, caso ele falte na linha de montagem" (MOURA, 1998, p.342).

No Exemplo de curva ABC.

Qual a peça mais importante?

	A	B	C	D	E	F
Código da peça do produto ou do material	Tempo de Produção (h)	Demanda por período (mês)	Nº de operações por peça	Distancia percorrida (m)	AxBxCxD	% sobre a soma de AxBxCxD
Produto 1	0,5	1000	8	10	40000	1,8
Produto 2	1,5	2000	7	25	525000	24
Produto 3	0,75	3000	5	12	135000	6,2
Produto 4	0,3	500	9	40	54000	2,4
Produto 5	0,2	5000	13	6	104000	4,7
Produto 6	1,2	1000	7	30	252000	11,5
Produto 7	4	800	8	22	563200	25,8
Produto 8	0,8	4000	3	18	172800	7,9
Produto 9	1,2	2000	5	14	168000	7,6
Produto 10	1,5	1300	6	15	175500	8
Total	Soma	do	produto	AxBxCxD	2189500	100

**Tabela 1: Exemplo da curva ABC**

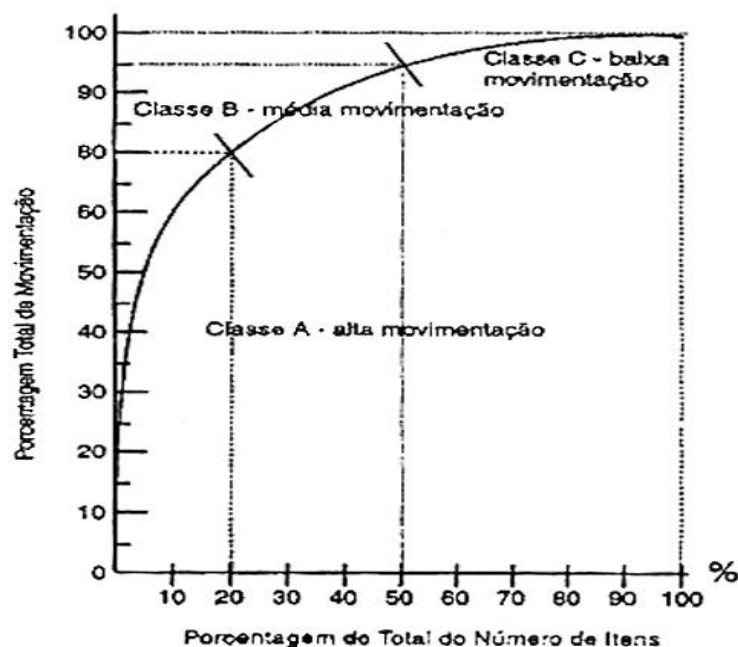
Construindo um a outra tabela em ordem decrescente do percentual sobre a soma AxBxCxD, temos :

Código da peça, ou Produto ou material	% sobre a soma AxBxCxD	% acumulado	Classe
Produto 7	25,8	25,8	A
Produto 2	24,0	49,8	A
Produto 6	11,5	61,3	B
Produto 10	8,0	69,3	B
Produto 8	7,9	77,2	B
Produto 9	7,6	84,8	C
Produto 3	6,2	91,0	C

Produto 5	4,7	95,7	C
Produto 4	2,4	98,1	C
Produto 1	1,8	100%	C

**Tabela 2: Exemplo de Curva ABC dividida por classe**

O gráfico representa que 20% dos itens (classe A) representam 50% da movimentação de materiais, 30% dos itens (classe B) representam 35% e 50% dos itens representam 15%, como mostra a figura 2.



**Figura 2-Gráfico de curva ABC.** Fonte: Moura, R.A. “Sistemas e Técnicas de Movimentação de Armazenagem de Materiais”, 4 ed, rev.- São Paulo: IMAM, 1998, pág. 342.

Deste modo podemos ver como um produto na linha de montagem ou em sua produção, podem ter influência no seu modo de fabricação, em sua colocação dentro da produção. Assim uma produção industrial de uma empresa onde os produtos na linha de montagem não são iguais, como um “*layout*” de processo em que podemos achar a melhor solução de um arranjo, com uma reformulação do “*layout*”, deixando-o mais flexível, mas com prioridade dos produtos que são de um custo maior e que dão mais lucros a empresa ao exemplo do gráfico onde os produtos 2 e 7 estão com a lucratividade e maior produtividade.

Certamente os produtos que somam a maior produtividade, maior tempo de montagem, com maior percurso devem ser priorizados na montagem. Assim

planejando um novo “*layout*”, com prioridade de máquinas, “*Kanbans*”<sup>6</sup>, armários de ferramentas, peças auxiliares, mais próximas de gabaritos, bancadas das peças da classe A, para obter melhor aproveitamento do tempo agregando um valor maior para os produtos mais importantes.

### 3.2 “*Layout*” por Fluxograma de peças

O fluxograma por processo é um registro, em forma de tabela, dos passos no processo ou de uma peça, usando os símbolos para representar cada seqüência. Inclui uma descrição sucinta para relatar o que ocorre em cada passo, junto com dados significativos relacionados.

[...] nele são adotadas as mesmas convenções para identificação, entrada de materiais ou componentes, numeração das atividades, registro de ações repetidas, montagens e desmontagens. Além disso, contém outras informações de interesse, como atrasos e distâncias percorridas (DIAS, 1993, p.145).

O fluxograma é construído sobre um formulário, pré-impreso com os símbolos convencionais do processo, (como mostra a figura 5). O formulário é preenchido conforme o método em estudo: como mostra a figura 3 e 4, em método existente e proposto.

---

<sup>6</sup> **Kanban** - técnica japonesa com cartões, que proporciona uma redução de estoque, otimização do fluxo de produção, redução das perdas e aumento da flexibilidade.



Método Existente

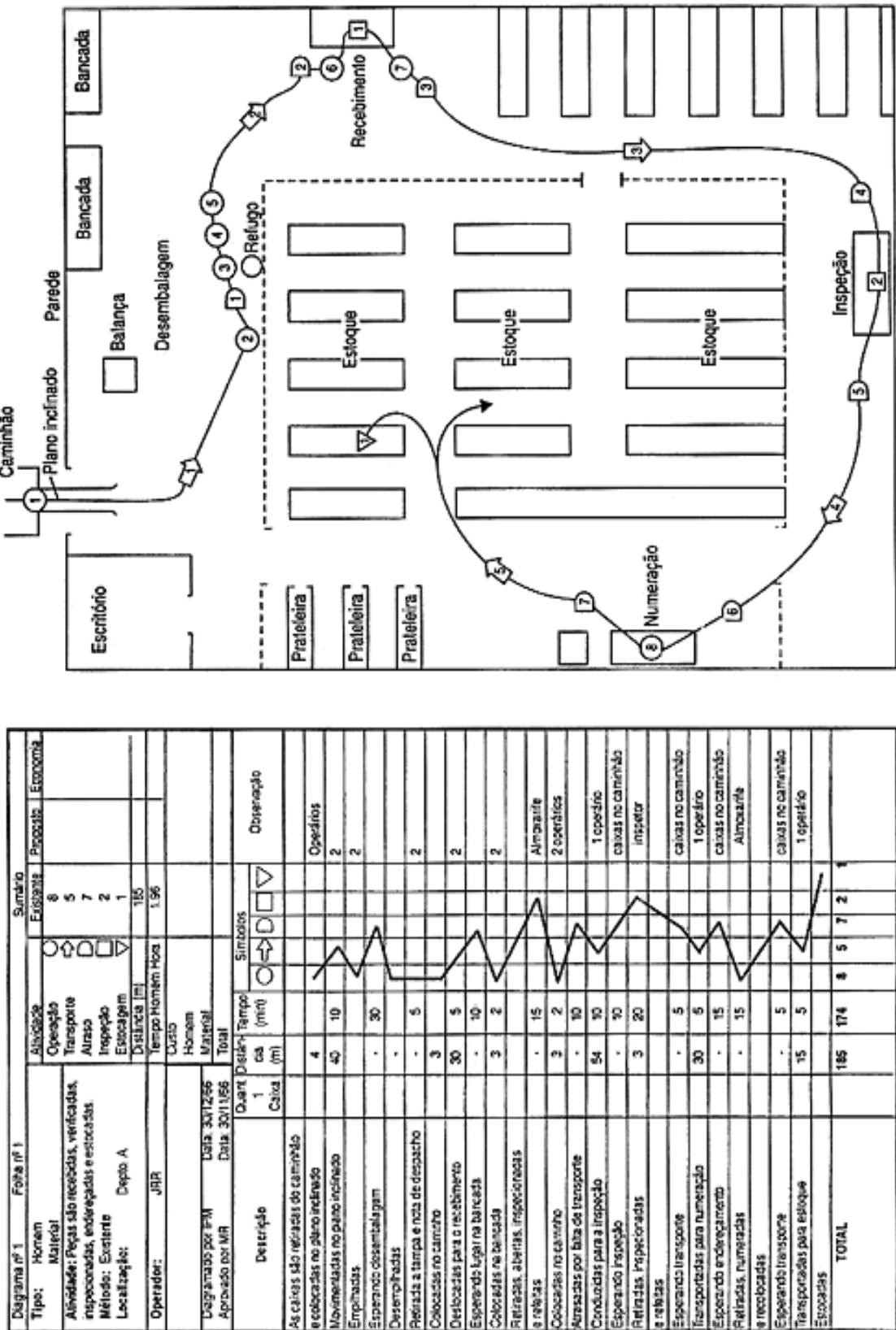


Figura 3. Fluxograma de método existente. Fonte: Moura, R.A. “Sistemas e Técnicas de Movimentação de Armazenagem de Materiais”, 4 ed, rev.- São Paulo: IMAM, 1998, pág. 278.

Método Proposto

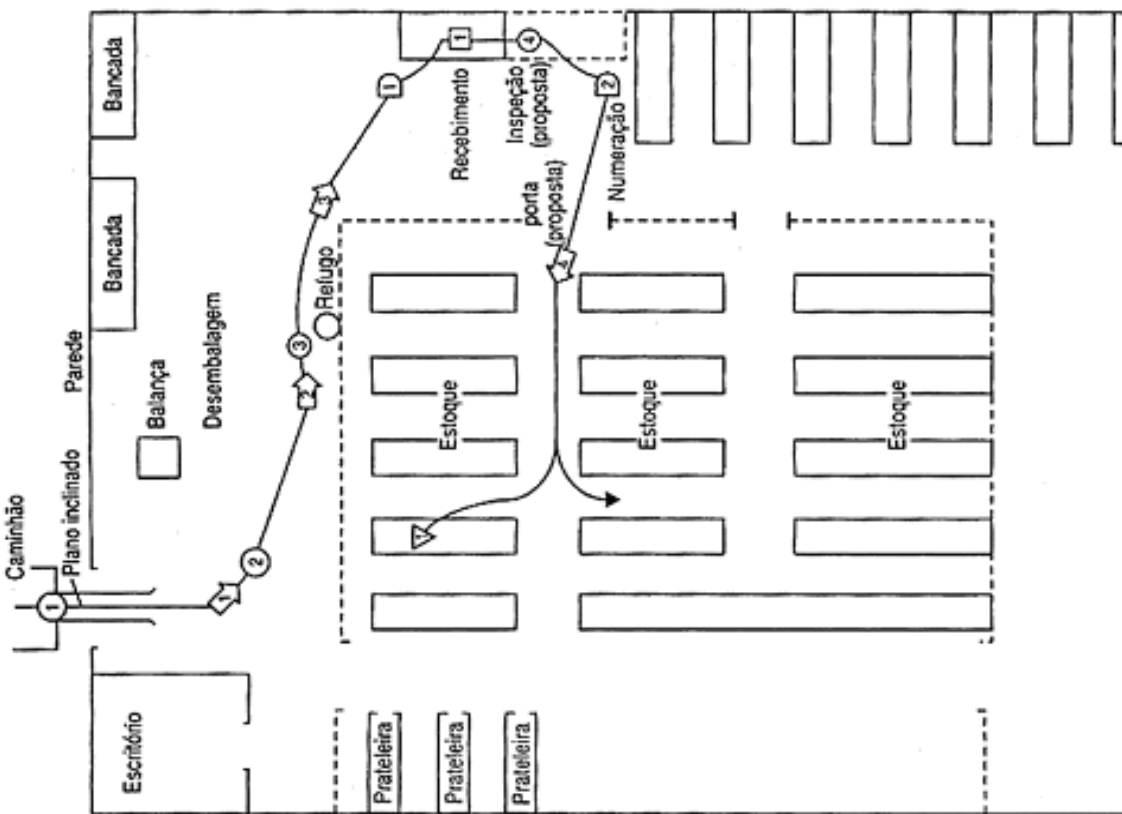







Diagrama nº 2	Folha nº 1	Sumário		Existente	Proposto	Economia
		Atividade	Operação			
Tipo: Homem				8	4	4
Material				5	4	1
Atividade: Peças são recebidas, verificadas, inspecionadas, empilhadas e estocadas.				7	2	5
Método: Existente				2	1	1
Localização: Depto. A				1	1	
Operador: JRR				107	107	0
Tempo Homem Hora				1.96	1.16	80
Custo						
Homem						
Material						
Total						
Descrição	Quart. Distância	Tempo	Símbolos			Observação
			Caixa	ca	(m)	
As caixas são colocadas no plano inclinado	4	4	○	→	□	
Movimentadas no plano inclinado	20	5	○	→	□	2 Operários
Colocadas no caminho	3	3	○	→	□	2
Transportadas para a desembalagem	20	5	○	→	□	2
Retirada a tempo e nota de despacho	5	5	○	→	□	1 Operário
Transportadas para o recebimento	30	5	○	→	□	1
Esperando lugar	5	5	○	→	□	
Refugios, aberturas, contadas e inspecionadas	20	20	○	→	□	Inspeção
Numeração e recebimento na caixa	5	5	○	→	□	Atendente
Esperando transporte	30	5	○	→	□	1 Operário
Transportadas para estoque						
Estocadas						
<b>TOTAL</b>	<b>107</b>	<b>55</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Figura 4. Fluxograma de método proposto. Fonte: Moura, R.A. “Sistemas e Técnicas de Movimentação de Armazenagem de Materiais”, 4 ed, rev.- São Paulo: IMAM, 1998, pag. 279.

Para se preencher um formulário deve-se completar todos os dados na parte superior do formulário, depois decidir sobre o que vai ser observado (material ou pessoa), não pode ser observado os dois ao mesmo tempo. Identificar o primeiro passo, geralmente uma estocagem e entrar com o número 1 dentro do símbolo do formulário (cada tipo de símbolo é numerado consecutivamente, para auxiliar a combinação com outros fluxos e dados). Pode-se também descrever brevemente o passo e complementar com algum dado na coluna da direita como distância, quantidade e peso. Após todos os passos descritos devem-se conectar os pontos por uma linha continua em cada processo. Depois do fluxograma pronto, deve-se resumir os dados na parte superior do formulário.

Com o fluxograma pronto, começa-se a estudar o processo atual e fazer o método proposto para possíveis melhorias e aperfeiçoamentos necessários. Em casos, observa-se que algumas operações são inúteis, não agregam valor algum, somente tomam tempo de produção. Também, fica fácil observar que algumas operações podem ser feitas no mesmo lugar diminuindo uma operação, reduzindo assim tempo de montagem e pela distância, pode-se também melhorar e muito o melhor esquema pra um “*layout*”. No exemplo a seguir, o “*layout*” foi modificado quase inteiro, melhorando muito o fluxo do material e reduzindo operações. Deixando ainda espaço vazio na produção podendo assim aumentar a produção no mesmo prédio que antigamente estava completamente completo por máquinas e pessoas como mostra as figuras 3, 4 e 6.

ração	Ope	
nsporte	Tra	
eção	Insp	
manda	De	
ocagem	Est	

**Figura 5: Simbologia de processos**

### Fluxograma de Processos de uma Peça

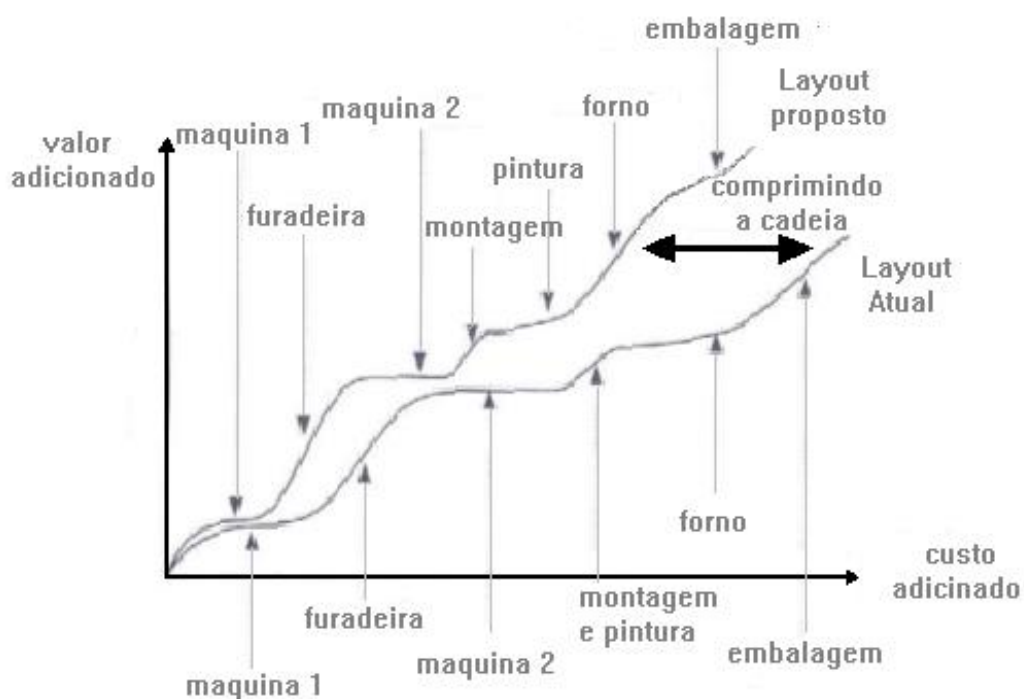
Assunto Diagramado Usinagem de Eixo Diagramado por RRP Diagrama nº      Folha 1 de 5 Data 17-8-66 Depto. A		Dados Gerais							Sumário			Método		Obs	
		Diagrama Tipo Material  Atual							Nº de Operações	Nº de Inspeções	Nº de Atrasos	Nº de Transportes	Atual		Proposto
Item	Descrição de Atividade	Operação	Inspeção	Transporte	Atraso	Estoc. Tempo	Estocagem	Número de Operação	Distância em Metros	Tempo em Segundos	Homens-Hora				
1	Eixo estocado	1	○	□	→	●	▼	▽							
2	Apanhado	1	●	□	→	○	▼	▽							
3	Colocado na fixação	2	●	□	→	○	▼	▽							
4	Fundo	3	●	□	→	○	▼	▽							
5	Removida da Fixação	4	●	□	→	○	▼	▽							
6	Colocado no Transportador	5	●	□	→	○	▼	▽							
7	Esperando	2	○	□	→	●	▼	▽							
8	Transportado para ser Alargado	1	○	□	→	○	▼	▽	40						
9	Apanhado	6	●	□	→	○	▼	▽							
10	Colocado na Fixação	7	●	□	→	○	▼	▽							
11	Alargado	8	●	□	→	○	▼	▽							
12	Removido da Fixação	9	●	□	→	○	▼	▽							
13	Colocado na Caixa	10	●	□	→	○	▼	▽							
14	Esperando	3	○	□	→	●	▼	▽							
15	Colocado no Transportador	11	●	□	→	○	▼	▽							
16	Transportado para ser Polido	2	○	□	→	○	▼	▽	20						
17	Apanhado	12	●	□	→	○	▼	▽							
18	Polido	13	●	□	→	○	▼	▽							
19	Colocado no Transportador	14	●	□	→	○	▼	▽							
20	Esperando	4	○	□	→	●	▼	▽							
21	Transportado para Inspeção	3	○	□	→	○	▼	▽	18						
22	Apanhado	15	●	□	→	○	▼	▽							
23	Inspeccionado	1	○	■	→	○	▼	▽							
24	Colocado no Transportador	16	●	□	→	○	▼	▽							
25	Transportado para Estoque	4	○	□	→	○	▼	▽	30						
26	Estocado	1	○	□	→	○	▼	▽							
27			○	□	→	○	▼	▽							

**Figura 6. Exemplo de fluxograma de processos** Fonte: Moura, R.A. "Sistemas e Técnicas de Movimentação de Armazenagem de Materiais", 4 ed, rev.- São Paulo: IMAM, 1998, pag. 311.

### 3.3 Comprimir a Cadeia do Produto

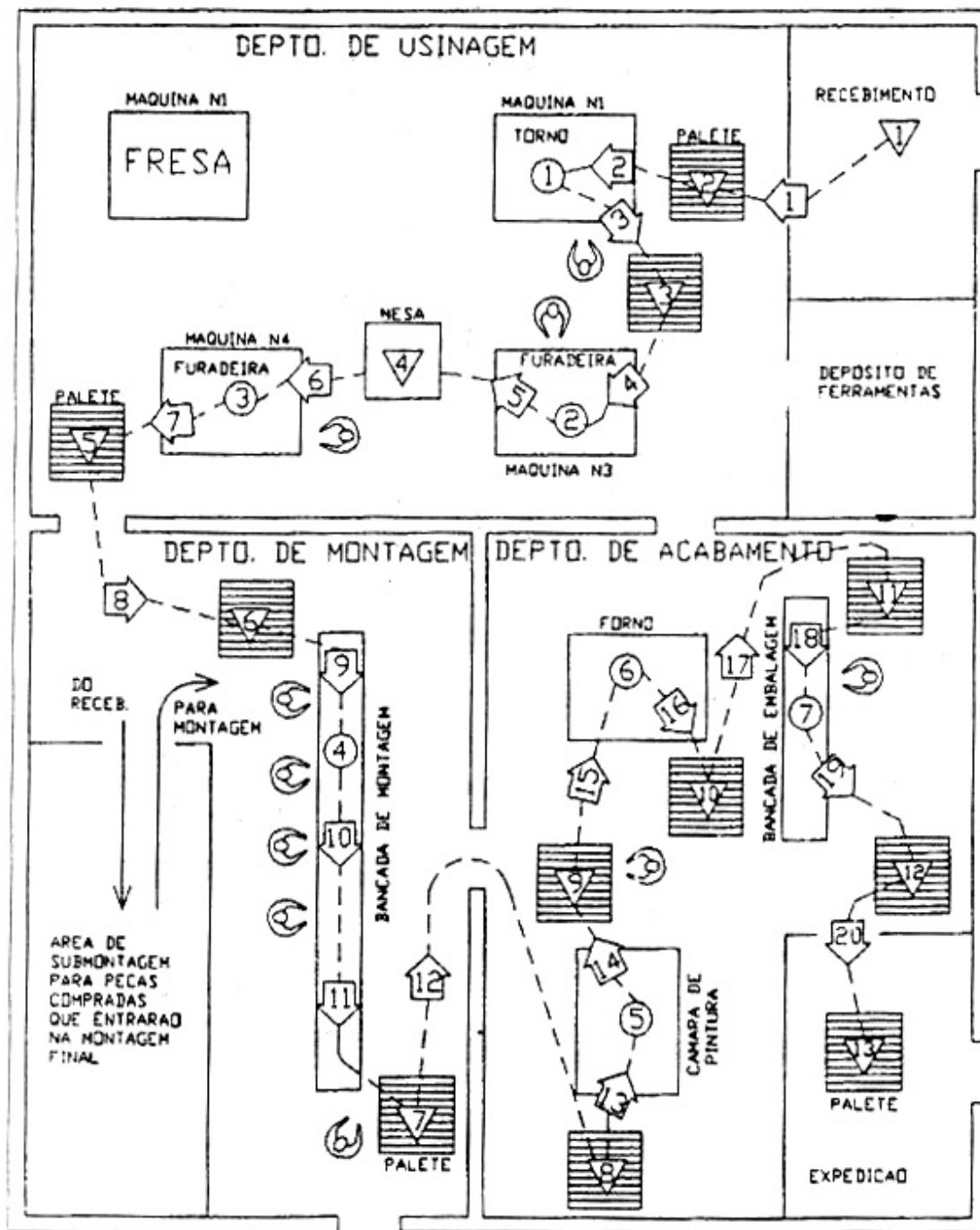
Comprimir a cadeia do produto consiste em deixar o produto com menores custos, ter maior variedade, mais flexibilidade e tempos de respostas menores ao cliente. Deste modo à compressão da cadeia faz com que o produto não tenha processos falhos e sem utilidade comprovada na montagem do produto.

Fazer com que o produto adicione valor, ou seja, se torne mais vendável. Da mesma forma que é inevitável que todas atividades do fluxo logístico adicionem valor. Por outro lado, uma atividade que não adiciona valor é aquela que pode ser eliminada sem qualquer deterioração da utilidade para o cliente, por exemplo, desempenho, funcionalidade, qualidade e valor percebido. Ao observar o ciclo total do produto entre a figura 7, mostra que a cadeia após a mudança de “*layout*”, o produto começou a agregar mais valor, passou a custar mais barato para a empresa e nas figuras 8 e 9 mostra os “*layouts*” atual e proposto. Ainda observa-se no “*layout*”, uma melhor organização da área com espaço para aumento de produção e novas máquinas.



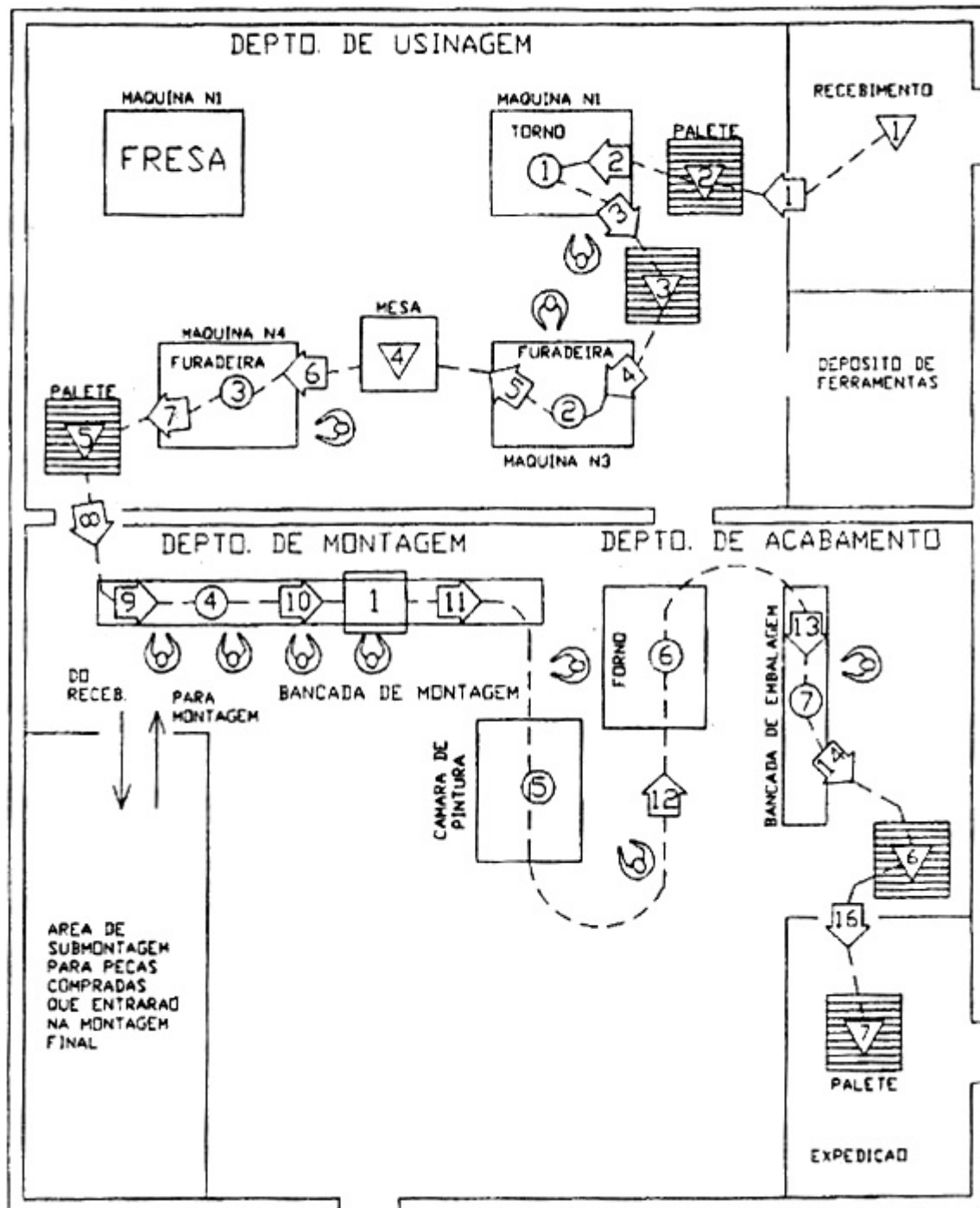
**Figura 7. Gráfico de compressão da cadeia.** Fonte: Christopher M. “Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos”, 1 ed. - São Paulo: PIONEIRA, 1997, pág. 144.

## ATUAL



**Figura 8. "Layout" atual de produção.** Fonte: Moura, R.A. "Sistemas e Técnicas de Movimentação de Armazenagem de Materiais", 4 ed, rev.- São Paulo: IMAM, 1998, pág. 318.

## PROPOSTO



**Figura 9. "Layout" proposto de produção.** Fonte: Moura, R.A. "Sistemas e Técnicas de Movimentação de Armazenagem de Materiais", 4 ed, rev.- São Paulo: IMAM, 1998, pág. 318.

### 3.4 Modelo de carga/ distância

À semelhança de outros métodos de solução de arranjos físicos, o modelo carga/ distância não fornece uma solução necessariamente ótima, a menos que sejam testadas todas as posições relativas possíveis entre os departamentos envolvidos. O método parte de um arranjo inicial que vai sendo melhorado paulatinamente em função de algum critério, que pode ser custo de movimentação ou distâncias percorridas, entre os mais comuns.

O modelo aplica-se, mais especificamente, ao seguinte problema padrão:

- 1) existem “n” departamentos a serem distribuídos em um certo espaço total;
- 2) são conhecidas as necessidades individuais de espaço para cada departamento;
- 3) são conhecidos:
  - a carga de materiais movidos de um departamento a outro, ou, dependendo do caso;
  - o número de viagens (locomoções) de um departamento a outro (caso freqüente em arranjos de instalações de escritórios e atividades de serviços);
- 4) se os custos de locomoção (de pessoas ou, mais comumente, cargas) forem diferentes conforme o par de departamentos que se considere, então esses custos devem também ser conhecido.

Não há necessidade de se conhecer os custos de locomoção se eles são todos iguais, independente do par de departamentos. Os critérios para melhoria de um arranjo físico inicial podem ser variados, estando entre os mais comuns o custo total de movimentação de carga, a soma dos produtos carga x distância (caso de movimentação de materiais) ou a distância total percorrida (caso de movimentação de pessoas).

Existem algumas variantes do modelo. Numa versão mais simples, o modelo trabalha com a aproximação inicial de que são iguais as necessidades de espaço de cada departamento, e estes deverão se distribuir por uma superfície quadrada ou retangular, de forma que o cada departamento corresponda um quadrado (ou retângulo) menor. A superfície total iguala a necessidade total de espaço para todos os departamentos. Exemplificando, vamos imaginar que tenhamos seis departamentos, com as necessidades de espaço abaixo:



### A) Solução inicial

Adotaremos a configuração inicial abaixo, com uma descrição de um produto simples, com produtos que seguem um fluxo simples de montagem, como mostra a tabela 3 abaixo, que indica seis setores de uma fábrica.

	10 m	10m	10m
10 m	1-A	2-B	3-C
10 m	4-D	5-E	6-F

**Tabela 3: “Layout” inicial dividido em departamentos**

Necessitamos agora das distâncias entre as posições, para que se possa calcular a distância total percorrida. É importante notar que as distâncias são fixas, dado qualquer par de posições. Assim, por exemplo, adotando movimentos horizontais e verticais, à distância entre as posições 1 e 2 é de 10 m; entre as posições 2 e 6 é de 20 m, entre as posições 3 e 4 é de 30 metros e assim por diante. Por outro lado, à distância entre os departamentos é que pode variar, dependendo da posição em que se encontram. Construímos então a matriz (DE/ PARA), Tabela 4, para as distâncias da tabela 3.

Matriz de distâncias entre posições (metros);

DE/ PARA	1	2	3	4	5	6
1 A	-	10	20	10	20	30
2 B		-	10	20	10	20
3 C			-	30	20	10
4 D				-	10	20
5 E					-	10
6 F						-

**Tabela 4: Matriz de distâncias entre posições entre departamentos**

Uma vez de posse da posição dos departamentos, da matriz de locomoções (tabela 3) e da matriz de distâncias (tabela 4), é possível calcular o espaço total percorrido pelos usuários do arranjo físico proposto. Por exemplo, os departamentos A e B distam entre si 10 metros; pelo total de 50 locomoções, o espaço total percorrido é  $10 \times 50 = 500$  metros. Para os departamentos C e D temos: o número de locomoções = 120, a distância de 30 metros.

Para o espaço percorrido =  $120 \times 30 = 3.600\text{m}$ . Os resultados também podem ser colocados em uma matriz do tipo DE/ PARA:

Matriz de espaços percorridos por dia-1ª configuração

DE/ PARA	1	2	3	4	5	6	Totais
	A	B	C	D	E	F	
1 A	-	500	1.000	1.000	1.200	1.200	4.900
2 B		-	800	1.000	1.200	1.000	4.000
3 C			-	3.600	2.000	600	6.200
4 D				-	500	600	1.100
5 E					-	800	800
6 F						-	-
Totais		500	1.800	5.600	4.900	4.200	17.000

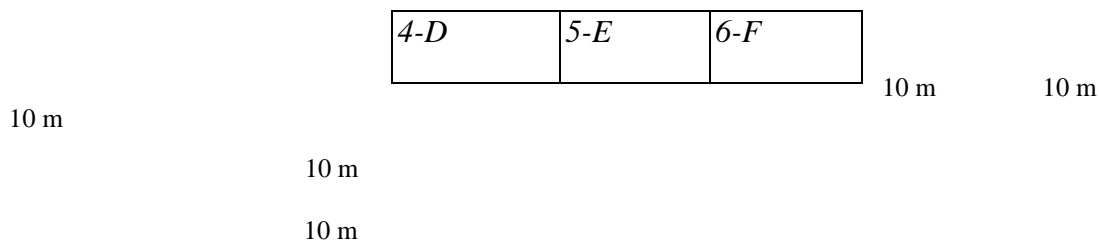
**Tabela 5: Matriz de espaços percorridos por dia-1ª configuração**

O arranjo proposto leva, pois a uma distância total percorrida de 17.000 metros. Essa distância tanto pode ser obtida somando-se os totais das linhas como os das colunas.

**B) Segunda configuração.**

Tentemos melhorar a configuração inicial; notemos para que a maior distância percorrida entre departamentos C e D (3600 metros). Uma tentativa é a de aproximar esses dois departamentos, fazendo, por exemplo, a inversão de posição entre B e C, a nova configuração será como mostra a tabela 6.

1-A	2-C	3-B
-----	-----	-----



**Tabela 6: “Layout” proposto dividido em departamentos**

Os cálculos são feitos da mesma forma anterior, conduzindo a matriz de espaços percorridos abaixo, na tabela 7.

Matriz de espaços percorridos por dia-2ª configuração.

	1 A	2 B	3 C	4 D	5 E	6 F	Totais
1 A	-	500	1.000	1.000	1.200	1.200	4.900
2 B			800	2.400	1.000	1.200	5.400
3 C			-	1.500	2.400	500	4.400
4 D				-	500	600	1.100
5 E					-	800	800
6 F						-	-
Totais		500	1.800	4.900	5.100	4.300	16.600

**Tabela 7: Matriz de espaços percorridos por dia-2ª configuração**

Houve, pois, uma redução de 400 metros diários em relação ao arranjo anterior. Outras combinações podem ser feitas dentro da empresa de acordo com a necessidade de movimentação de cada departamento. Assim uma empresa com um processo muito grande de produção onde, a linha de montagem é muito extensa, com muitas passagens de montagens, muitas pessoas se movimentando na empresa, esse estudo pode se reduzir muito a movimentação dentro da empresa e reduzir custo e agregar valores no produto produzido.

#### **4. ESTUDO DE CASO**

O exame crítico da situação existente num departamento ou linha de produção é uma etapa intermediária entre o levantamento de dados e a aplicação de processos e métodos de trabalho mais eficientes. Uma vez que todo o trabalho pode ser melhorado de uma forma ou de outra, o êxito do novo método depende, fundamentalmente, da análise do processo atual. Ele está condicionado mais à técnica utilizada que, propriamente, à habilidade do analista em localizar e encontrar as soluções mais adequadas.

O objetivo desta análise de trabalho se traduz em reduzir o transporte interno, localizar as atividades desnecessárias, encontrar tarefas que podem ser combinadas e descobrir uma seqüência mais conveniente para completar o trabalho. A análise do processo, em torno de determinadas tarefas básicas, permite descobrir uma solução que será aperfeiçoada pela aplicação de questionários padronizados.

Não existe regra geral para fixar os dados exigidos numa racionalização de trabalho. Cada caso particular possui características próprias que influem no custo total e no êxito de trabalho. No entanto, é possível seguir um esquema para facilitar a análise. O método estatístico tem a vantagem de estudar toda a organização ao mesmo tempo e não interferir no trabalho das pessoas. Contudo, apresenta o inconveniente da eventual interpretação subjetiva dos dados. O processo dos diagramas, por ser um método direto e detalhado, traz maior número de informações e sugere as modificações

necessárias. No entanto, ele é mais dispendioso e, por ter duração limitada, pode não apresentar uma imagem média da operação em estudo.

As limitações e particularidades de cada processo demonstram ser conveniente e necessário, na maioria dos casos, utilizar as duas técnicas combinadas. O maior espaço de tempo que o processo abrange é usado para testar os resultados do emprego dos diagramas. Além disso, as operações que devem ser examinadas com mais detalhes são indicadas pelo método estatístico e condições particulares da organização: tamanho de produto, influência do setor estudado no funcionamento geral da indústria, etc.

Não existe regra para indicar onde e como iniciar. O exame pode começar com a primeira atividade e progredir conforme a seqüência natural. As atividades que dão maiores custos, como transporte, atraso, estocagem, etc. Podem ser analisadas em primeiro lugar. No entanto, a prática demonstra que a forma mais eficiente para racionalizar um trabalho é examinar as operações mais importantes em primeiro lugar, como custo, tempo, complexidade etc. A supressão de uma atividade que reúne atrasos, transporte e estocagens elimina a prioridade dessas tarefas e economiza o tempo que seria dedicado aos seus estudos.

A movimentação de matéria-prima, peças e subconjuntos, bem como o número total de movimentações, são fatores de alto custo e, portanto, importantes para o estudo do trabalho. O transporte participa das operações particulares e é o denominador comum dos fatores da produção. A movimentação na linha deve obedecer a um trajeto mínimo compatível com as necessidades do trabalho. A distância total percorrida pelas peças e subconjuntos é função do arranjo físico do equipamento. Uma distribuição inconveniente das máquinas amplia o caminho a ser percorrido e, conseqüentemente, aumenta o estoque intermediário, provoca maior número de atrasos e aumenta o número de acidentes de trabalho. Ainda que modificar um “*layout*” possa ser uma operação dispendiosa, os resultados futuros serão compensadores.

E é possível reduzir esse caminho pela simples modificação nas posições da bancada e porta de entrada para o espaço de estocagem, como mostram as figuras 3 e 4.

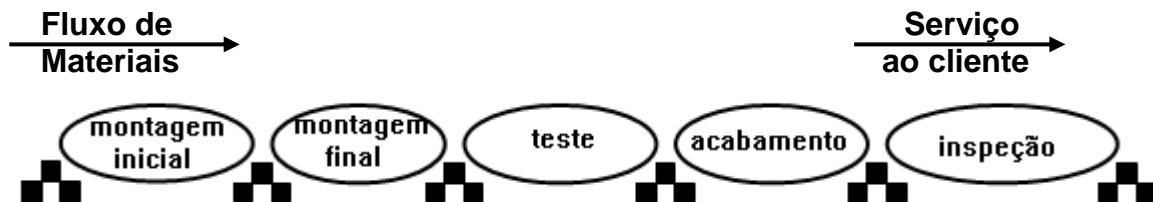
Todo movimento resulta em atraso e ocupa mão-de-obra. Que poderia ser melhor aproveitada. Além disso, ele pode ser responsável pela baixa eficiência de uma operação que, entre outras coisas, cria pontos de estrangulamento na linha de produção. Uma modificação no “*layout*”, como a aproximação dos centros de produção,

reduz o número de movimentações, pois as peças não precisam ser colocadas no carrinho e posteriormente retiradas em cada operação. Elas são entregues diretamente, mão a mão, economizando transporte e mão-de-obra.

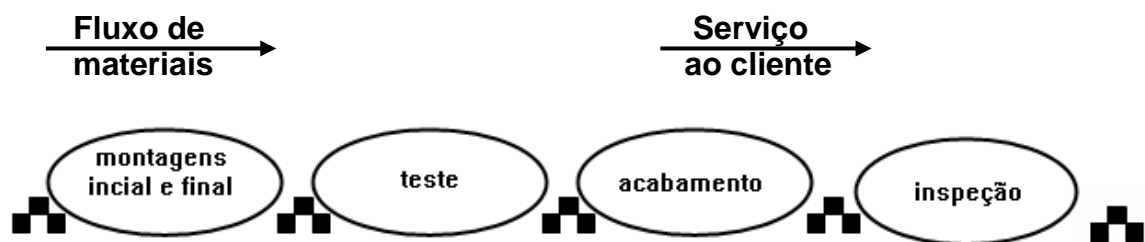
A supressão de uma atividade é o primeiro objetivo da análise de uma seqüência de operações. Além da operação particular, elimina os atrasos, movimentações e tarefas secundárias a ela já relacionadas. Essa medida pode ter reflexos na realização das outras operações. Nesse sentido, com relação a cada tarefa, deve sempre ser feita a pergunta: "Por que a atividade está sendo realizada?". Em muitos casos, isso pode parecer supérfluo (lembrando do exemplo do gelo), contudo, a prática demonstra que muitas atividades são realizadas tão somente porque ninguém pôs em dúvida a sua necessidade. Por exemplo, a movimentação de peças por carrinho entre as bancadas de recebimento, inspeção e endereçamento pode ser eliminada. Ela existe unicamente porque as bancadas são situadas a uma distância muito grande entre si. Dois operários são liberados com a nova disposição. Deste modo pode-se alcançar uma cadeia de suprimentos integrada como mostra a figura 10.

## CADEIA DE SUPRIMENTOS INTEGRADA

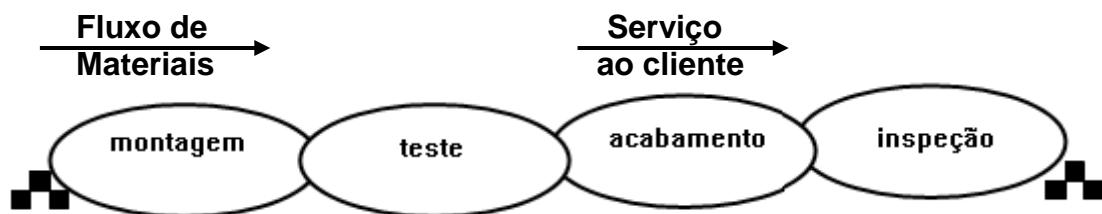
Estágio 1: linha básica de montagem sem integração



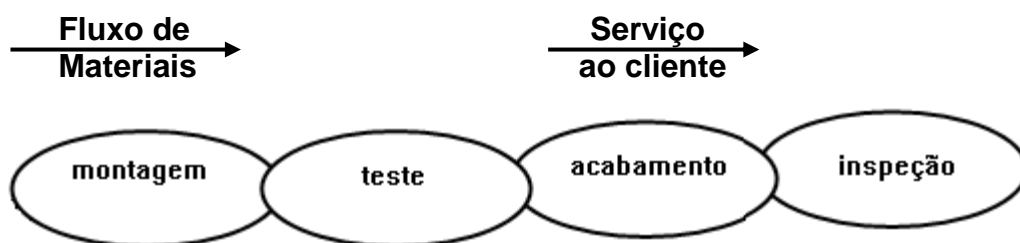
Estágio 2: Integração funcional




Estágio 3 : Integração Interna



Estágio 4: Integração total interna



 Estoque de material

**Figura 10. Cadeia de suprimentos integrada.** Fonte: Christopher M. “Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos”, 1 ed. - São Paulo: PIONEIRA, 1997, pág. 16.

#### 4.1 Otimizando Espaços e Reduzindo Custos

A constante observação dos fluxos de entrada e saída de produtos nos armazéns pode trazer novas idéias e detectar necessidades que antes não haviam sido observadas.

Um armazém bem estruturado e com o “*layout*” definido de forma coerente, pode trazer reduções significativas nos custos operacionais e agilidade nos processos. Veja então, como a otimização de um espaço fez a diferença em uma empresa de transportes que, voltada para as tendências do mercado, começou a investir seus recursos em armazenagem.

A referida empresa, tinha disponível um galpão de 450 m<sup>2</sup>, os produtos que seriam armazenados, seriam acondicionados em “*racks*”, o empilhamento máximo era de quatro peças, e sua movimentação seria feita através de empilhadeiras à gás e movimentação manual. Com base nessas informações um “*layout*” “emergencial” foi estabelecido e colocado em prática, já que não havia tempo hábil para maiores definições; o armazém precisava entrar em operação com extrema urgência, assim, os produtos foram armazenados e o armazém começou a operar. Observe, abaixo, o “*layout*” e os custos que envolviam essa operação:

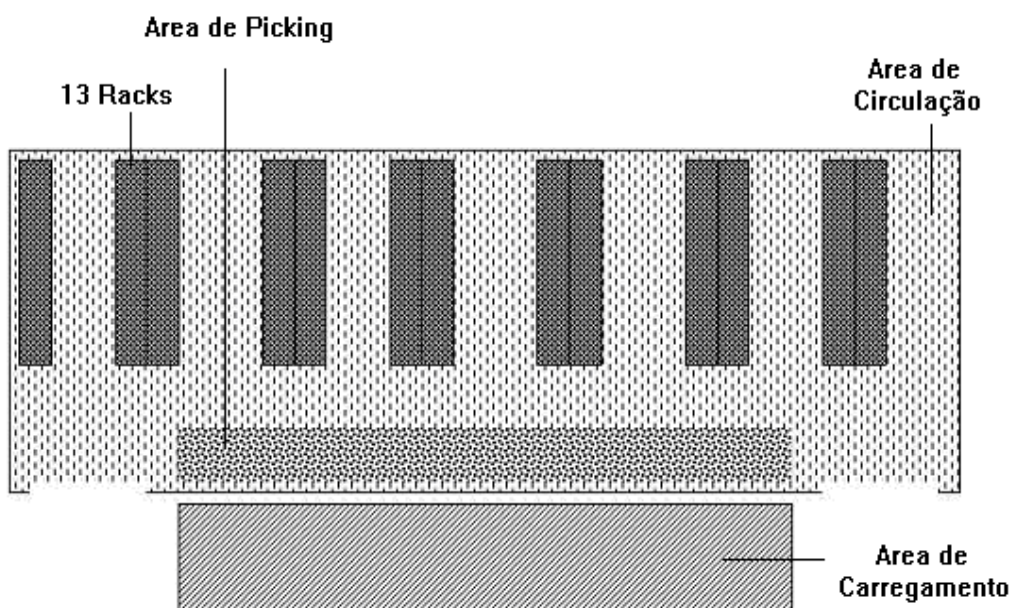


Figura 11: “Layout” antigo

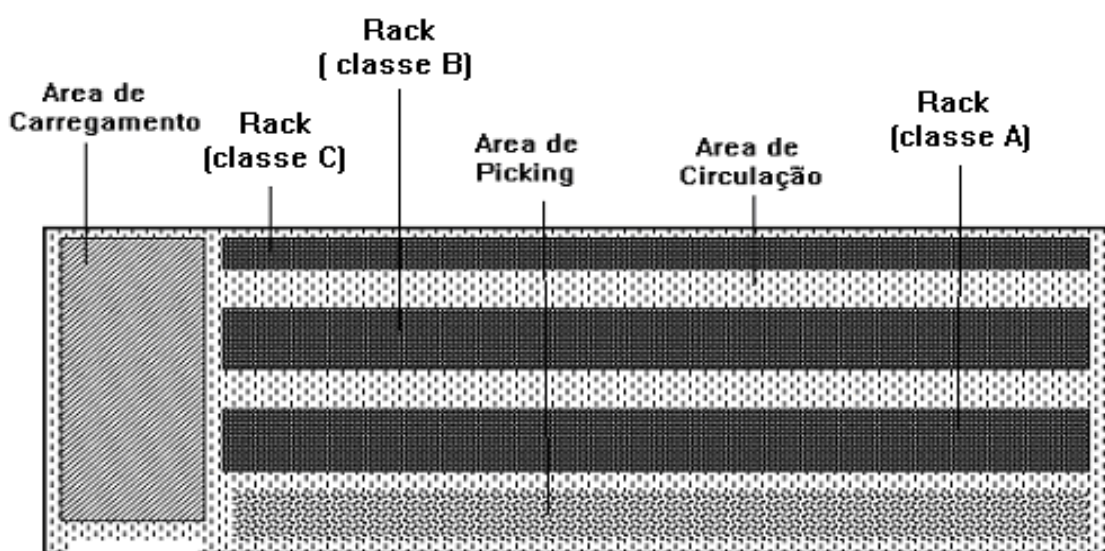


Em conjunto com o início das operações, as “ruas” foram definidas, bem como, a localização dos produtos que foram armazenados de forma aleatória, dessa forma, as empilhadeiras seguiam até o local determinado, apanhavam os produtos, levavam até a área de “*picking*”, onde o material era conferido, voltavam após a conferência, retomavam os materiais e os levavam para a área de carregamento. Os processos eram lentos e os custos altos, assim, as necessidades de melhoria dos processos não demoraram a aparecer e uma mudança rápida e eficaz se fez necessária. A primeira atitude foi traçar uma curva ABC dos produtos, e para alocá-los de forma eficaz, a mudança do “*layout*” era indispensável.

O novo “*layout*” definiu que devido a grande quantidade de corredores, as empilhadeiras faziam longos percursos para apanhar os produtos, entrando e saindo dos mesmos, isso elevava o custo com combustíveis e, sem necessidade, desgastava os equipamentos; da mesma maneira, os colaboradores que trabalhavam dentro do armazém também se desgastavam fisicamente e isso tornava os processos ainda mais lentos.

O armazém operava das 07:00 às 24:00 horas, de segunda à sexta-feira e aos sábados das 7:00 às 16:00 horas, e custos como energia elétrica, horas extras, adicionais noturnos, etc. Estavam num patamar inaceitável para a empresa.

Veja a seguir o novo “*layout*” e quais os benefícios que essa mudança trouxe para a empresa:



**Figura 12:** Novo “*layout*”

Com a mudança, a alocação dos materiais começou a ser feita da seguinte forma: produtos classe A (com grande rotatividade.), foram alocados nos “*racks*” mais próximos a área de “*picking*”, produtos classe B (com rotatividade média.), foram alocados nos “*racks*” intermediários, enquanto que, os produtos classe C (com baixa rotatividade.), foram alocados nos “*racks*” no fundo do armazém.

Dessa maneira, a separação dos materiais passou a ser feita, com mais frequência, manualmente, já que os produtos classe A foram alocados em locais de fácil manuseio.

Com a diminuição da quantidade de corredores, a movimentação das empilhadeiras ficou mais rápida e fácil, e a área de carregamento foi transferida para dentro do armazém, o que fez com que os processos ficassem ainda mais rápidos. Hoje, como o novo “*layout*”, o armazém opera das 7:00 às 20:00 horas de segunda a sexta-feira e não opera mais aos sábados, houve uma redução de fluxo de operações de 29 horas por semana, e conseqüentemente, os custos com horas extras, energia elétrica, adicionais noturnos, diminuíram em mais de 50%, a economia com combustíveis para empilhadeiras (gás) foi de, aproximadamente, 60% e os colaboradores estão trabalhando mais satisfeitos com o novo ambiente. Deve-se salientar que, nenhum investimento monetário foi feito para que essas mudanças acontecessem, os custos foram reduzidos e os espaços foram otimizados com custo ZERO, o maior investimento feito, foi o planejamento e a observação.

Assim, temos o cenário de uma empresa que se propôs a observar, controlar e mudar seus processos, com objetivo de crescimento constante e resultados satisfatórios.

## 5. CONCLUSÃO

Pode-se concluir, pelo presente trabalho que, há muitas ferramentas para direcionar o estudo de movimentação de materiais e “*layout*” de uma planta.

Utilizando a metodologia aqui apresentada, o responsável pelas modificações de uma planta estará muito mais próximo de um resultado ótimo do que seguindo simplesmente o bom senso e a intuição. Mesmo que as instalações sejam antigas e o prédio tenha muitas colunas, pode-se ter alguma melhoria em seu processo produtivo, reduzindo custos e melhorando o processo de montagem da indústria.

No estudo apresentado mostra que, com a utilização da regra ABC, a localização dos produtos mais utilizados, ficou muito mais próxima da área de “*picking*” e a movimentação desses produtos passou a ser mais rápida. Deste modo, diminuiu-se a operação do armazém reduzindo horas de trabalho e todos os fatores que nele se aplicam.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial: Transportes Administração de Materiais e Distribuição Física**. São Paulo, ATLAS, 1993.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégias para Redução de Custo e Melhorias de Serviços**- São Paulo, PIONEIRA, 2002.

DIAS, Marco Aurélio. **Administração de Materiais: Uma Abordagem Logística** - 4 ed. São Paulo, ATLAS S.A, 1993.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações** -1 ed. São Paulo, PIONEIRA, 1993.

MOURA, Reinaldo Aparecido. **Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais** - 4 ed. São Paulo, IMAM, 1998.

\_\_\_\_\_. **Otimizando Espaços e Reduzindo Custos**. Disponível em <<http://www.guialog.com.br>> Acesso em 22 abr.2006.

NOVAES, Antônio Galvão. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição- Estratégias, Operação e Avaliação**.Rio de Janeiro, CAMPUS, 2001.

SLACK, Nigel. *et al*,**Administração da Produção**, tradução: Maria Teresa Correa de Oliveira, 2ª ed. - São Paulo, ATLAS, 2002.

Botucatu, 15 de julho de 2006.

---

- Candidato -

De acordo

---

- Orientador -

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

---

Coordenação do Curso