

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PROJETO DE FÁBRICA

Princípios Básicos da Movimentação de Materiais

Princípios nada mais são do que regras gerais aplicáveis à solução de determinado tipo de problema, resultantes de experiência prática, da aplicação do bom senso ou, muitas vezes, da utilização de uma forma de análise sistemática. No caso em questão, a aplicação dos princípios não conduz à solução final técnica ou economicamente mais perfeita, mas à definição das direções a adotar na pesquisa da melhor solução. Ajuda também a identificar erros que normalmente passam despercebidos, e que são salientados pelo “check-list” que os princípios vêm a constituir no seu conjunto.

Esses princípios dizem respeito à utilização econômica do equipamento, ao planejamento das operações e à sua execução adequada. Podem servir tanto como referência básica para reexaminar a prática adotada na Movimentação de Materiais de uma fábrica, quanto para guia de um novo sistema. As particularidades de cada instalação irão contribuir para dar significado exato a cada princípio, quando posto em prática.

Um princípio é uma norma geral, fundamental ou outra afirmação de uma verdade observada. Com o decorrer do tempo determinadas verdades fundamentais da Movimentação de Materiais foram descobertas como existentes. Os “princípios” da Movimentação de Materiais são, frequentemente, úteis na análise, planejamento e gerenciamento das atividades e sistemas de movimentação. Pelo menos, formam um alicerce básico sobre o qual pode-se começar a construir conhecimento técnico na Movimentação de Materiais. O principal valor dos princípios da Movimentação de Materiais é que servem como um ponto de partida para identificar os problemas potenciais e avaliar necessidades. São as melhores práticas em relação ao qual as atividades e os sistemas existentes de Movimentação de Materiais podem ser comparados e avaliados.

A Movimentação de Materiais, como qualquer outra ciência, tem certos princípios que nos capacitam a entendê-la mais claramente. Tais princípios vitais ajudam-nos a avaliar melhor o sistema de movimentação e, dessa maneira, nós podemos afirmar se este sistema está basicamente correto.

Fundamentos Efetivos da Movimentação de Materiais:

1. Quando a Movimentação de Materiais é feita manualmente, aplicar o princípio do movimento econômico.
2. Evitar colocar os materiais diretamente no chão.
3. Especificar equipamentos flexíveis e métodos de movimentação, recipientes e tipos de equipamentos correntemente, exceto onde trocas ou mecanismos com finalidades especiais são justificados economicamente.
4. Fazer uso da força da gravidade.
5. Movimentar “lotes” de materiais em unidades de carga.

6. Mecanizar e/ou automatizar a movimentação quando economicamente justificado ou quando necessário para segurança dos operadores.
7. Reduzir os pesos de equipamentos, recipientes e acessórios para compensar as cargas.
8. Combinar o movimento de materiais com as operações produtivas.
9. Planejar a manutenção do equipamento em períodos nos quais não será utilizado.
10. Planejar os movimentos em direção às vias principais.
11. Designar e marcar claramente os pontos de recepção e expedição de materiais.
12. Locomover os materiais maiores e/ou mais pesados o menos possível.
13. Manter os corredores demarcados e desobstruídos.
14. Projetar compativelmente com a capacidade de carga do piso e outras limitações estruturais.
15. Combinar movimentação com outras funções, como embalagem, separação, identificação, contagem, etc.

Os 25 PRINCÍPIOS DA MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAGEM DE MATERIAIS

Estes princípios ou fundamentos costumam ser tão obviamente simples que nós podemos, algumas vezes, vê-los superficialmente. Todavia, será necessário ler este capítulo mais de uma vez, porque todo pensamento depende destas ideias básicas, se tal pensamento concerne a uma pequena operação ou envolve uma grande linha de produção.

Qualquer avaliação conveniente de um sistema de Movimentação de Materiais não pode ser feita sem um bom conhecimento dos princípios fundamentais.

Uma das mais importantes contribuições para qualquer análise ou projeto de sistemas de Movimentação de Materiais é a experiência, mas leva anos para acumular conhecimento. Deste modo, é comum, em muitos campos, confiar lentamente na experiência do seu antecessor, em conceitos fundamentais. Estes conceitos representam a experiência de muitas pessoas que têm praticado no campo, onde têm tentado e testado, encontrando maneiras de passar para os outros, escrevendo guias para seus futuros praticantes. Entretanto, eles devem ser aplicados com extremo cuidado e bom senso. Muitas vezes será considerado necessário acreditar que talvez eles possam ser verdadeiras situações semelhantes, ou quando praticável. Enunciando-se sob a forma de “princípios” os pontos essenciais que devem orientar a Movimentação de Materiais, ficam, portanto, resumidas e explicadas as práticas fundamentais que demonstraram oferecer bons resultados. Derivando de condições e experiências resultantes da Movimentação de Materiais e da operação dos mais diversos tipos de equipamentos durante longos anos, os princípios adiante expostos já foram consagrados pela prática. E, justamente devido à sua forma sintética, dispensando pormenores inúteis, constituem generalização das práticas de movimentação, por alguns também chamadas de “lei da Movimentação de Materiais”. Cada princípio pode ter uma ou mais regras dirigindo sua aplicação. Não acredite por um momento que um princípio é mais importante que os outros. Cada um tem seu próprio valor na estrutura econômica da operação da Movimentação de Materiais. Cada um deve ser considerado quando analisando problemas de Movimentação de Materiais e desenvolvendo uma solução. Eis, dessa forma, uma síntese destes princípios:

1 - Princípio do Planejamento

“É necessário determinar o melhor método, do ponto de vista econômico, para a Movimentação de Materiais, considerando-se as condições particulares de cada operação.”

Quando se menciona o “melhor método”, compreende-se sob o ponto de vista do estudo de métodos de trabalho e planejamento das rotinas de trabalho.

Cada caso de movimentação de itens diversos, seja a granel, em sacos ou sobre paletes, exige

uma técnica adequada, que será função da natureza do material, da distância a ser percorrida, das condições ambientais (temperatura, umidade, natureza do piso e espaço, por exemplo), do custo da mão-de-obra, do equipamento a ser utilizado, do grau de urgência, da segurança necessária em cada caso e de outras variáveis dependentes de cada situação. Contudo, para a maioria dos problemas de movimentação, não será necessário criar um método novo, pois já existem métodos consagrados para referência. Assim, para a descarga do trigo a granel, do porão de um navio cargueiro até um ponto situado no cais, será recomendável utilizar o método de sucção pneumática. Do mesmo modo, a operação de transporte de sacos de café e o seu empilhamento podem ser feitos de diversas maneiras, mas haverá sempre um método mais racional. Essa consideração é feita apenas para frisar que os responsáveis pelo planejamento da movimentação devem conhecer as técnicas já aprovadas no seu setor e postas em prática por terceiros, além de procurar manter contatos para conhecer qualquer inovação no seu campo de aplicação específica.

Toda Movimentação de Materiais deve ser o resultado de um plano deliberado, onde as necessidades, os objetivos de desempenho e a especificação funcional dos métodos propostos são completamente definidos desde o início.

Um plano é um curso de ação prescrito que é definido antes da implementação. Em sua forma mais simples, um plano de Movimentação de Materiais define o material (o que) e o movimento (quando e onde); juntos definem o método (como e quem).

- O plano deve ser desenvolvido com base na consulta entre o(s) planejador(es) e todos aqueles que utilizarão e se beneficiarão do equipamento a ser empregado.
- O sucesso no planejamento dos projetos de Movimentação de Materiais em larga escala geralmente exige um enfoque de equipe que envolve fornecedores, consultores, quando apropriado, e especialistas dos usuários finais da administração, engenharia, sistemas de informações e computador, finanças e operações.
- O plano de Movimentação de Materiais deve refletir os objetivos estratégicos da organização, bem como as necessidades mais imediatas.
- O plano deve documentar métodos e problemas existentes, restrições físicas e econômicas e futuras necessidades e metas.
- O plano deve promover a engenharia simultânea de produto, projeto do processo, layout do processo e métodos de Movimentação de Materiais, em oposição às práticas independentes e sequenciais.

Regra: Usar a análise 20/80 ou Curva ABC

Comece pelas grandes oportunidades; por exemplo, observe primeiro os produtos de alto volume. É aqui que um centavo traz pequenas economias - é como economizar alguns passos extras para o operador aqui e ali -, e pode-se chegar a um ganho significativo após milhares de caixas terem sido movimentadas sem exigir horas extras dos operários ou ter que contratar mais funcionários quando o volume cresce.

2 - Princípio do Sistema Integrado

“É necessário integrar as atividades de movimentação coordenando todo o conjunto de operações (recebimento, estocagem, produção, inspeção, embalagem, expedição e transportes).”

A referência ao “sistema integrado” de Movimentação e Armazenagem de Materiais - uma sequência planejada, integrada de operações de movimentação inter-relacionadas - é por oposição a soluções específicas para operações de movimentação isoladas. Cada atividade de

movimentação deve ser considerada e planejada como uma parte integrante do sistema de movimentação como um todo.

As atividades de Movimentação de Materiais e estocagem devem ser totalmente integradas para formar um sistema operacional coordenado, que engloba recebimento, inspeção, estocagem, produção, montagem, embalagem, unitização, separação de pedidos, expedição, transporte, recebimento de devoluções, reciclagem, etc.

Um sistema é uma coleção de entidades independentes e/ ou que interagem e formam um todo unificado.

- A integração dos sistemas deve englobar toda a cadeia de suprimentos, incluindo a logística reversa. Deve incluir fornecedores, fabricantes, distribuidores e clientes.
- Os níveis de inventário devem ser minimizados em todos os estágios da produção e distribuição, enquanto que respeitando as considerações da variabilidade do processo e serviço ao cliente.
- O fluxo de informações e o fluxo do material físico devem ser integrados e tratados como atividades concomitantes.
- Métodos devem ser fornecidos para identificar facilmente materiais e produtos, para determinar seu local e condição dentro das instalações e dentro da cadeia de suprimentos e para controlar sua movimentação.

Regra: As operações de Movimentação de Materiais são somente tão boas quanto o arranjo físico da fábrica permite

Um bom arranjo físico de maquinários, equipamentos fixos e corredores é fundamental para a boa Movimentação de Materiais. Onde você está exigindo um novo edifício, há ilimitadas oportunidades de arranjar as várias áreas que possibilitem largura apropriada de corredores e áreas de estocagem suficientes, de modo a construir sua fábrica para se adaptar à Movimentação de Materiais. De qualquer modo, maiores tentativas de correlacionar Movimentação de Materiais e arranjo físico estão relacionadas ao edifício cujas dimensões físicas já estão estabelecidas.

Em algumas fábricas, há uma tendência com respeito à área de estocagem externa, com o propósito de liberar áreas internas onerosas para a produção. Em outras fábricas, notadamente nas montadoras de automóveis, os componentes em processo ou de montagem estão estocados acima da área de montagem, sendo auxiliados por transportadores aéreos. Um centro de controle libera a necessidade de componentes de montagem e guia-os até o ponto onde são instalados no automóvel. Outras fábricas estão estocando todos os itens na área de montagem, imediatamente próximo ao ponto onde o item vai para o produto semimontado.

3- Princípio do Fluxo de Materiais

“É essencial planejar um fluxo contínuo e progressivo de materiais. E o mais econômico.”

Durante o processo de fabricação, a distância a ser percorrida pelos materiais deve ser reduzida ao mínimo. O posicionamento das máquinas e instalações deve prever a redução da movimentação. Sob esse ângulo, o tipo de layout em linha reta seria o ideal. Evitando-se a movimentação com a ida e vinda de materiais para diversos pontos da fábrica, elimina-se uma das principais causas do congestionamento da movimentação e reduz-se o custo de modo apreciável. O fluxo em linha reta é a solução mais simples, porém, nem sempre exequível. Por isso, não haverá inconvenientes quando o fluxo obedecer a outra forma geométrica, como as semelhantes às letras U, L ou outras. Importa, antes, o seu caráter progressivo, isto é, a continuidade do fluxo na direção do produto final, sem desvios nem

trajetos inúteis.

O fluxo de materiais é, na verdade, o esqueleto da maioria dos recursos de produção, um dos primeiros passos no planejamento de um sistema de Movimentação de Materiais. Isto pode ser facilmente determinado através da sequência de operações que, por sua vez, irá determinar a distribuição dos equipamentos.

Muitas operações de Movimentação de Materiais falham por violar este princípio, de algum modo. Obstruções como passagens, colunas, escadas e elevadores impedem o movimento em linha reta. O tráfego de mão única, algumas vezes, aumenta ou interfere na aplicação deste princípio.

Regra: Movimento os materiais em linha reta

A menor distância entre dois pontos é uma linha reta, mas, algumas vezes, a distância entre dois pontos, quando medida por um elemento de tempo, não é uma linha reta, mas numa rota sinuosa.

Fluxo em linha reta é econômico em tempo e distância. Por conseguinte, economiza trabalho, esforço e equipamentos.

A condição ideal, naturalmente, é ter materiais entrando em um lado de uma fábrica ou armazém e saindo por outro lado. Quando o edifício não permite tal situação ideal, a próxima alternativa melhor é inverter o fluxo do material, de modo que flua através da fábrica em uma configuração em forma de U.

4 - Princípio da Simplificação

“Reduzir, combinar ou eliminar movimentos e/ou equipamentos desnecessários.”

As operações devem ser planejadas, sucessivamente, de tal modo que o material que passou por uma fase já se encontre no local e na posição desejados na fase seguinte.

Observando esse princípio, a simplificação evitará as movimentações intermediárias e o duplo manuseio. Adaptam-se, por exemplo, transportadores contínuos na saída de uma máquina com a finalidade de levar material à operação seguinte. Outras vezes, depende do próprio operador que a colocação de peças seja feita de tal modo que facilite o trabalho do próximo operador, seja na colocação em estantes ou paletes ou dentro de caixas.

A simplificação é uma fonte de máxima eficiência, economia de movimento e muitos outros aspectos da operação industrial. Ela deve ser uma meta na Movimentação de Materiais.

Regra: Desenvolva estudos e análises

Economias em movimento são obtidas pela aplicação do bom senso para encontrar caminhos mais simples, mais fáceis e melhores para a Movimentação de Materiais sem aumento de custo.

A simplificação de trabalho envolve sete etapas. Estas etapas complementam-se, mas cada uma leva à análise de problemas diferentemente. Uma ou mais etapas em combinação pode ser aplicada para solucionar o problema de Movimentação de Materiais.

- Etapa 1 - Análise de tempo e movimento
- Etapa 2 - Análise de medida de trabalho
- Etapa 3 - Análise de programação de distribuição de trabalho
- Etapa 4 - Análise de processo
- Etapa 5 - Análise de fluxos (layout)

- Etapa 6 - Análise de técnicas de segurança do trabalho
- Etapa 7 - Métodos padronizados, processos e equipamento.

5 - Princípio da Gravidade

“A força motora mais econômica é a gravidade.”

Este é, certamente, um princípio bastante óbvio - mas também é um dos que são deixados de lado com muita frequência devido a sua simplicidade.

Sempre que existir uma diferença de nível, por menor que seja, deve ser aventada a hipótese de efetuar a Movimentação dos Materiais por gravidade. Aliás, essas diferenças de nível são muitas vezes intencionalmente projetadas, a fim de possibilitar a movimentação. Num plano inclinado, do tipo escorregador ou de roletes, bastam poucos centímetros de diferença de altura para conseguir muitos metros de transporte horizontal por gravidade. Assim, as rampas oferecem, geralmente, reduzido declive. No caso de diferenças elevadas de nível, como no caso de um andar para outro, o transporte por gravidade pode ser feito por plano inclinado, porém este apresentará a forma de espiral, o que fará diminuir a velocidade e o impacto na chegada.

Muitos planos inclinados são do tipo móvel, permitindo grande flexibilidade em sua aplicação.

Regra: Use a gravidade onde possível para mover materiais

Um dos itens mais custosos na indústria é a força para percorrer um processo. Mas, quando a força gravitacional pode ser usada, uma economia é obtida.

Gravidade é universalmente utilizável como uma fonte de força livre. O bom senso dita seu uso em qualquer lugar plausível. Quando e onde possível, gravidade como uma força motora para mover materiais deve ser a primeira consideração feita para se verificar a possibilidade de seu uso. Em alguns instantes, o ambiente tem sido alterado para “fazer uso da gravidade”. Por exemplo, a primeira de uma série de estações pode ser construída de modo que os materiais fluam sucessivamente para os níveis inferiores.

6- Princípio da Utilização do Espaço

“O aproveitamento dos espaços verticais contribui para o descongestionamento das áreas de armazenagem e para a redução dos custos unitários de estocagem.”

Comparando-se, através de um estudo, o volume total em metros cúbicos disponível num local qualquer para a Movimentação e Armazenagem de Materiais com o volume efetivamente aproveitado, obter-se-á um coeficiente de aproveitamento espacial. Na prática, é bastante comum observar-se reduzido aproveitamento dos espaços verticais, tanto em relação à Armazenagem quanto à Movimentação de Materiais. O aproveitamento dos espaços verticais toma-se mais fácil e pouco dispendioso aplicando-se o princípio de empilhamento de materiais sobre paletes, que permite, com o auxílio de empilhadeiras, alcançar grandes alturas com facilidade. A única limitação desse procedimento é a taxa de compressão admitida para cada material, de acordo com o peso resultante da altura de empilhamento. Mesmo esse fator pode ser controlado por um acondicionamento adequado ou com estruturas porta-paletes. No projeto dos pisos de áreas de depósitos, será levada em consideração a carga por metro quadrado que estes deverão suportar.

O uso efetivo e eficiente precisa ser feito para todo o espaço disponível.

O espaço na Movimentação de Materiais é tridimensional e, portanto, contado como espaço cúbico.

- Nas áreas de trabalho, espaços agrupados e não-organizados e corredores bloqueados devem ser eliminados.
- Nas áreas de estocagem, o objetivo de maximizar a densidade de estocagem precisa ser equilibrado em relação à acessibilidade e seletividade.
- Ao transportar cargas dentro de uma instalação, o uso do espaço aéreo deve ser considerado como uma opção.

Regra: Economize Espaço

O espaço de estocagem é melhor avaliado em termos de capacidade cúbica.

A regra da economia de espaço afirma que o equipamento deve ser selecionado de modo a permitir a utilização do espaço cúbico para a estocagem.

Equipamentos de Movimentação de Materiais não devem ser utilizados somente para o transporte horizontal, mas, também, para a estocagem vertical. Dobrar a capacidade de estocagem é equivalente a cortar o espaço do piso pela metade. Grandes economias são obtidas quando é possível adquirir as vantagens do “direito aéreo”. Estocar mercadorias até 6,0 m é muito comum, dependendo do tamanho e da estabilidade do item, contenedor ou palete.

7- Princípio do Tamanho da Carga

“A economia em Movimentação de Materiais é diretamente proporcional ao tamanho da carga movimentada.”

Trata-se aqui de um dos princípios mais importantes da Movimentação de Materiais, também conhecido por princípio das cargas unitizadas. É considerado conhecimento empírico o fato de ser mais fácil movimentar um certo número de itens aglomerados em uma única unidade do que cada um desses itens separadamente. Além da economia direta na movimentação, há de ser considerada também a menor incidência de danos ao material. Os danos são um risco permanente na movimentação, e esse risco é diretamente proporcional ao número de operações a que cada item está sujeito.

Reduz-se grandemente o manuseio quando unidades pequenas são combinadas ou simplesmente agregadas para formar uma unidade maior. Esta, então, será movimentada por equipamento mecânico de capacidade adequada. A redução de custo de Movimentação de Materiais resultante da aplicação do princípio das cargas unitizadas pode variar de 10 a 90%, conforme o caso.

É recomendado, também, que, conforme aumenta o tamanho da carga, existe um limite além do qual se toma maior o custo, e é menos prático movimentar. Então, é lógico concluir outro axioma importante: “existe um tamanho de carga ideal definido em uma determinada operação de movimentação”. As considerações práticas impedem o tamanho da carga de se tornar excessivamente grande e de difícil movimentação.

Regra: Quando necessário, reprojete embalagens para melhor formação das cargas unitizadas e prevenir avaria do produto

Frequentemente, o tamanho e a forma do produto ou de sua embalagem podem impedir a formação de uma carga unitizada. Quando isto ocorre, é melhor averiguar as possibilidades de mudar o tamanho ou a forma da embalagem.

Outros fatores que limitam o tamanho das cargas são:

- Limitações do edifício - Colunas, larguras e altura das portas, capacidades dos elevadores, rampas e, especialmente, limitações de carga do piso.

- Largura dos corredores - Há limitações práticas para as larguras dos corredores. Eles não devem representar mais do que 35% do espaço total do piso. Corredores menores do que 1200 mm e maiores do que 4,0 m são geralmente custosos.
- Equipamentos de Movimentação de Materiais disponíveis. As cargas devem ser de tal tamanho que limitem o tamanho do equipamento de Movimentação de Materiais aos padrões, modelos populares que são, ao mesmo tempo, convenientes para o transporte de outros itens. Estes equipamentos devem ser suficientemente manobráveis e flexíveis para fornecer utilização econômica.

As cargas unitárias deverão ser adequadamente dimensionadas e configuradas numa forma tal a realizar os objetivos de fluxo de material e inventário em cada estágio da cadeia de suprimentos.

- Menos esforço e trabalho são necessários para coletar e movimentar quaisquer itens individuais como uma carga única do que movimentar muitos itens de uma só vez.
- O tamanho e a composição da carga podem mudar à medida que material e produto se movimentam através dos estágios de manufatura e dos canais de distribuição resultantes.
- Cargas unitárias grandes são comuns tanto antes como depois da manufatura, na forma de matérias-primas e produtos acabados.
- Durante a manufatura, cargas unitárias menores, incluindo poucos itens ou apenas um, rendem menos inventário em processos e menores tempos de throughput.
- Cargas unitárias menores são consistentes com as estratégias de manufatura que abraçam objetivos operacionais como flexibilidade, fluxo contínuo e entrega Just-in-Time.
- Cargas unitárias compostas de um mix de diferentes itens são consistentes com as estratégias de fornecimento customizado e/ou Just-in-Time conquanto a seletividade de itens não seja comprometida.

Regra: Uma carga unitária é aquela que pode ser estocada ou movimentada como uma entidade única de uma só vez, tal como um palete, contenedor ou contentor, sem levar em consideração o número de itens individuais que a compõem.

8- Princípio da Segurança

“A produtividade aumenta conforme as condições de trabalho se tornam mais seguras.”

É óbvio que todas as atividades de movimentação - em operação ou que estejam sendo planejadas - devem ser seguras, uma vez que um dos objetivos da Movimentação de Materiais é melhorar as condições de trabalho. Uma grande parte de todos os acidentes industriais ocorre no aspecto de Movimentação de Materiais na atividade produtiva. Uma medida de

significativa correlação é o número de acidentes típicos intimamente relacionados com as atividades ou equipamentos de movimentação. Por exemplo:

- a) Condições inseguras (causas sistêmicas)
 - Proteção inadequada de equipamentos.
 - Falta de proteção do equipamento.
 - Condição defeituosa do equipamento.
 - Arranjos perigosos (das pilhas de materiais, cargas em veículos, etc.).

b) Atos inseguros (causas pessoais)

- Operação de equipamento sem autorização, etc.
- Operação a velocidade perigosa.
- Manter dispositivos de segurança fora de operação.
- Uso de equipamentos sem segurança (necessitando reparos, etc.).
- Cargas Perigosas (transportadores, guindastes, etc.).
- Assumir posição ou postura perigosa.
- Trabalhando com equipamentos em movimento.
- Atitude inadequada (desrespeitando instruções, etc.).
- Falta de conhecimento (instruções incompletas, operários inexperientes).

Regra: Analise sempre a Segurança

O mero fato de que o equipamento motorizado acelera as operações necessariamente cria novos riscos à segurança, enquanto elimina outros. Estes novos riscos, em muitos casos, não existem. Por esta razão, os fabricantes de equipamentos têm achado necessário tornar estas máquinas tão seguras quanto possível. Um exemplo disto é o caso das

empilhadeiras elétricas, em que não é possível se movimentar se não houver alguém sentado no banco. Com isto, se o operador cair acidentalmente da empilhadeira, esta se desligará automaticamente e parará imediatamente.

9-Princípio da Ergonomia

As capacidades e limitações humanas precisam ser reconhecidas e respeitadas no projeto das tarefas e equipamentos de Movimentação de Materiais para assegurar operações seguras e efetivas.

Regra: A ergonomia é a ciência que busca adaptar o trabalho ou as condições de trabalho às habilidades do homem.

- O equipamento deve ser selecionado para eliminar mão- de-obra repetitiva e extenuante e que interaja efetivamente com os operadores.
- O princípio ergonômico abraça tanto tarefas físicas quanto mentais.
- O local de trabalho da Movimentação de Materiais e o equipamento empregado para auxiliar neste trabalho precisam ser projetados de modo que sejam seguros para as pessoas.

10-Princípio do Meio Ambiente

O impacto ambiental e o consumo de energia devem ser considerados como critérios ao projetar e selecionar sistemas de Movimentação de Materiais e equipamentos alternativos. A consciência ambiental origina-se de um desejo de não perder os recursos naturais, prever e eliminar os possíveis efeitos negativos de nossas ações diárias no ambiente.

- Contentores, paletes e outros produtos utilizados para formar e proteger as cargas unitárias devem ser projetados visando a reutilização, quando possível, e/ou devem ser biodegradáveis, quando apropriado.
- O projeto de sistemas deve acomodar a movimentação de calços usados, contentores vazios e outros subprodutos da Movimentação de Materiais.

- Materiais especificados como perigosos possuem necessidades especiais com relação à proteção contra derramamento, possibilidade de combustão e outros riscos.

11- Princípio da Mecanização

“Usar equipamento de movimentação mecanizado quando for praticável.”

- Máquinas não cometem erros quando trabalham adequadamente.
- Máquinas podem produzir a mesma quantidade no final ou no começo de um processo, mantendo uma medida de produção uniforme.
- Máquinas emprestam a si mesmas para exato controle, manual, mecânico ou elétrico, de modo que medidas de produção precisas podem ser mantidas.

O emprego de equipamentos mecanizados de movimentação aumenta a produtividade e reduz os custos.

Entretanto, a simples existência de equipamentos modernos de transporte não significa produção econômica e eficiente. Um transportador de correia, embora vantajoso no desempenho das suas finalidades, pode ser um elemento de obstrução de outras operações produtivas. Em alguns casos pode ser mais conveniente mover o operador do que as peças, como no caso de material pesado ou extremamente delicado e quebradiço. Portanto, a aplicação de equipamento para transporte tem de ser efetuada mediante estudo adequado, não só quanto às suas características técnicas, como também quanto à suas vantagens econômicas.

E, finalmente, convém lembrar um ponto importante: ao mecanizar o transporte, o equipamento destinado a esse fim se transforma numa peça do próprio processo industrial. Uma empilhadeira ou uma ponte rolante pode substituir dezenas de

homens. A sua paralisação pode representar a interrupção de todo o processo produtivo. Confiança no equipamento é, pois, fator fundamental.

Conclui-se que, havendo grande volume de material a ser transportado, a mecanização será economicamente vantajosa, mesmo quando houver mão-de-obra eficiente e de custo reduzido. Caso contrário, devem ser empregados sistemas mais simples, cujo custo fixo seja inexistente ou relativamente baixo.

Regra: É mais econômico usar equipamento de movimentação que a força do homem

Esta simples regra afirma que é melhor estar equipado com máquinas do que não estar. É baseada no fato de que custa menos por hora possuir e operar um equipamento de Movimentação de Materiais do que manter o trabalho de um homem.

Frequentemente, este fator econômico não é reconhecido imediatamente pelo usuário quando da compra do primeiro equipamento de Movimentação de Materiais. Por exemplo, uma operação comum frequentemente abrange empilhadeira e paletes e envolve o carregamento de caminhões, e os materiais são manualmente removidos do palete. A prática normal é designar dois ou mais homens no caminhão e ter um terceiro homem na empilhadeira para trazer os materiais e colocá-los nos veículos. Mesmo que seja possível manter um modo de trabalho igual entre a empilhadeira e o carregamento manual, o total de horas/homens para carregar três caminhões será maior do que se a cada um dos três homens for dada uma empilhadeira para garantir seus próprios materiais e carregar seus próprios caminhões.

12-Princípio da Seleção do Equipamento

“Na seleção do equipamento de movimentação, considerar todos os aspectos do Material a ser movimentado, o Movimento a ser realizado e o(s) Método (s) a ser (em) utilizado (s).”

Este princípio é, sobretudo, um lembrete para ser extremamente cuidadoso na seleção e especificação dos equipamentos de movimentação, estando certo de que todas as fases do problema foram completamente analisadas.

A seleção do equipamento de movimentação também deve ser realizada tendo em vista o menor custo por unidade movimentada.

Regra: Melhore a operação do equipamento com acessórios

Dispositivos e acessórios devem ser instalados nos equipamentos somente para aumentar a eficiência e a segurança, melhorar o moral ou reduzir a fadiga do operador.

Eles não devem ser adicionados a menos que encontrem essas necessidades econômicas.

Nós enfatizamos, contudo, que nem acessórios, nem dispositivos, devem ser adicionados aos equipamentos-padrão ou fabricados sob encomenda sem, primeiro, uma análise completa e uma justificativa econômica sobre seus usos. Sua compra aumenta o capital investido, o custo de manutenção e reparos e os custos operacionais e, também, leva a aumentos no custo de peças sobressalentes em estoque.

13- Princípio da Padronização

“Padronizar métodos, bem como tipos e tamanhos dos equipamentos de movimentação.”

A padronização em Movimentação de Materiais pode ser identificada como “um método melhor” de desempenho do trabalho. Muitas das grandes empresas publicam manuais, de modo que todas as operações de movimentação possam ser desempenhadas em bases padronizadas.

O sistema mais eficiente é geralmente aquele mais simples. Não é difícil entender porque a padronização é tão importante: ela permite a intercambialidade de equipamentos entre os departamentos e fábricas, permite uma estocagem de menos componentes e simplifica o treinamento de operadores no uso de acessórios.

A padronização não requer que somente uma dimensão de contentores, por exemplo, seja permitida, mas implica, preferivelmente, no menor número possível. Em alguns casos será impossível padronizar um tamanho de contenedor, especialmente onde um grande número de componentes heterogêneos é movimentado. Repetindo, padronização não significa um; ela significa o menor número possível.

A padronização é o resultado de uma análise dos métodos de trabalho e da consequente escolha do “método melhor”, que passa então a constituir o método-padrão. O método-padrão será sempre o método em vigor até a data em que for passível de aperfeiçoamento. Este último poderá surgir tanto por evolução tecnológica como por simples racionalização dos procedimentos relativos à mão-de-obra. Ainda em relação a esse princípio, a padronização diz respeito tanto aos métodos de trabalho quanto aos tipos de equipamentos utilizados.

Dentro das diversas categorias de equipamentos de Movimentação de Materiais, a padronização visa a evitar a existência de marcas e tipos diferentes para cada categoria. As seguintes vantagens advirão da padronização:

a) Métodos de trabalho uniformes, evitando-se diferentes técnicas de operação e, conseqüentemente, treinamentos múltiplos e especialização excessiva de operadores. Também, em relação aos trabalhos de manutenção, a uniformidade dos métodos de trabalho representa uma vantagem.

b) Investimentos consideravelmente menores em peças de reposição. Evitar-se-ão, principalmente, as faltas de peças quando existir apenas um único tipo de fábrica, pois não é

econômico manter um estoque completo de peças de reposição para equipamento diversificado. Mesmo tratando-se de peças existentes na praça, sua aquisição sempre determina certa demora, ficando, em consequência, inativo o equipamento e paralisada a produção. Assim, os custos de manutenção e os custos imputáveis devido a horas paradas são sensivelmente menores quando se adota a padronização do equipamento.

Desta padronização resultará, também, a especificação das instalações auxiliares, como altura de plataformas de carga e descarga, altura de vãos abertos e determinação de tipos e características das embalagens.

Deve-se coibir a tendência, infelizmente ainda tão comum, de adquirir um tipo diferente de equipamento de transporte cada vez que surgir a necessidade de uma substituição ou ampliação. Se determinando tipo ficou obsoleto, a solução deve consistir na sua eliminação imediata ou gradual.

Regra: Padronize Métodos e Equipamentos

Integrar a melhor prática sob condições é necessária para a máxima economia da Movimentação de Materiais. Uma mistura heterogênea de equipamentos não é tão econômica quanto um equipamento uniforme. Padronização é o resultado de uma análise completa do trabalho a ser feito, equipamento viável e métodos de operação. Na padronização de paletes, por exemplo, o objetivo é economia no custo das operações de movimentação e estocagem.

Padronização é “o melhor modo” de ter o trabalho feito da maneira mais fácil e mais rápida com menos gasto possível de dinheiro e esforço. Padronização é a fixação de bons hábitos de trabalho, de modo que o emprego dos maus hábitos fique difícil.

A determinação de um padrão requer uma análise completa. Por outro lado, padrões não são estáticos, mas podem ser mudados a qualquer momento por uma ideia nova, um projeto ou um comportamento. Há uma melhor maneira, um melhor método, um melhor equipamento para fazer um trabalho. Até surgir uma ideia melhor, ela deve ser mantida no manual de padrões e práticas.

Métodos, equipamentos, controles e software da Movimentação de Materiais devem ser padronizados dentro dos limites da realização dos objetivos de desempenho e sem sacrificar a flexibilidade, a modularidade e os resultados necessários.

Padronização significa menos variedade e customização nos métodos e equipamentos empregados.

- A padronização se aplica aos tamanhos dos contentores e outros componentes de formação de carga, bem como aos procedimentos operacionais e equipamentos.
- A padronização, a flexibilidade e a modularidade precisam ser compatíveis.

14-Princípio da Flexibilidade

“O valor do equipamento é diretamente proporcional a sua flexibilidade.”

Quanto maior a variedade de usos e aplicações à qual poucos equipamentos podem ser colocados, maior é sua flexibilidade, e o maior valor provém do ponto de vista de Movimentação de Materiais.

Flexibilidade no equipamento oferece a vantagem de o mesmo ser rapidamente adaptável a qualquer mudança que venha de tempos em tempos. Em qualquer organização progressiva, métodos e equipamentos estão constantemente em estado de mudança e melhoramentos.

A versatilidade na aplicação de métodos e equipamentos de movimentação contribui para a

redução dos custos.

Equipamentos que podem realizar diversos tipos de operações de movimentação e que têm uma grande variedade de usos e aplicações são, frequentemente, mais utilizados que as unidades específicas para determinado tipo de trabalho, especializadas.

Tendo em vista que a compra de equipamentos de movimentação, como, por exemplo, pontes rolantes, empilhadeiras, transportadores contínuos e outros, requer investimento apreciável, toma-se importante estudar o seu aproveitamento a longo prazo. Isso significa que as condições existentes para o transporte interno, no momento da compra, estão sujeitas a transformações pela própria dinâmica dos fenômenos na indústria. Portanto, é importante conhecer a versatilidade de cada tipo de equipamento para executar tarefas e operações distintas. Nesse particular, a mobilidade do equipamento é de grande importância.

Por exemplo, comparemos a instalação de uma ponte rolante com a aplicação de um guindaste motorizado. A ponte opera apenas dentro de um vão limitado estruturalmente, enquanto o guindaste pode ter a mesma capacidade de elevação e carga da ponte rolante, porém, com um campo de operação praticamente ilimitado. Assim, se não existir uma garantia efetiva de um elevado coeficiente de utilização da ponte, e se outras condições técnicas e operacionais não forem adversas à decisão, será recomendável a compra de um guindaste motorizado, e não a instalação da ponte rolante. O guindaste mais versátil é do tipo de lança móvel com rotação de 360°, o que facilita a carga e a descarga de materiais, especialmente os de maior peso unitário. Também na determinação da capacidade de carga do equipamento deve ser levada em consideração a sua aplicação em tarefas diversas.

Outro exemplo de versatilidade diz respeito à utilização de transportadores portáteis, isto é, seções independentes acionadas por motor, que podem ser transportadas a qualquer ponto de uma fábrica ou armazém, no qual se fizer sentir a necessidade de Movimentação de Materiais.

Regra: Flexibilidade do equipamento de movimentação

Grande ênfase tem sido dada por alguns praticantes da Movimentação de Materiais à necessidade de flexibilidade, significando que um equipamento deverá ser capaz de fazer tantos diferentes trabalhos quanto possível.

Por outro lado, a flexibilidade pode tornar-se um monstro de duas cabeças por causa do número de acessórios ou especificações necessárias preestabelecidas para permitir múltiplo uso. O capital investido num equipamento pode ser excessivo. O elemento tempo para mudar de uma operação para outra pode reduzir os benefícios do equipamento sob encomenda para um ponto igual ao do equipamento padrão.

15-Princípio do Peso Morto

“Quanto menor for o peso próprio do equipamento móvel em relação à sua capacidade de carga, tanto mais econômicas serão as condições operacionais.”

O excesso de peso do equipamento móvel não só custa mais dinheiro, como pode fazer necessária força adicional e tornar a operação mais vagarosa. Desta forma, é imprudente investir em um equipamento mais pesado do que é necessário pela operação a ser realizada.

Na aquisição de equipamentos de movimentação móvel, a relação entre a tara e o peso da carga útil deve ser examinada, pois sempre interessa transportar só carga útil. Assim, por exemplo, se a tara de um caminhão é de 3000 kg e a carga útil de 9000 kg, isso representa uma relação de carga para tara igual a 3:1, aliás, altamente favorável. Naturalmente, entram também fatores como a robustez e os custos totais de operação e manutenção, antes de

chegar-se a uma conclusão definitiva a respeito da seleção técnica do equipamento.

O rendimento do homem é aumentado quanto a fadiga é reduzida. O princípio de fadiga é reconhecido quando períodos de descanso são providenciados durante horas de trabalho.

Regra: Manter controles de equipamentos simples para reduzir a fadiga

Qualquer equipamento que tem um conjunto de controles complicado, requerendo concentração antes da ação, pode produzir fadiga no operador. Também pode haver acidentes quando a ação de uma pessoa torna-se vagarosa pela fadiga.

16-Princípio do Tempo Ocioso

“Reduzir tempo ocioso ou improdutivo, tanto do equipamento quanto da mão-de-obra da Movimentação de Materiais.”

Este princípio implica que o tempo de permanência do equipamento de movimentação nos locais de carga e descarga deve ser reduzido ao mínimo compatível com a operação.

Este princípio, em certos aspectos, é um corolário do princípio da carga unitizada, pois, reduzindo-se o tempo de operação nos terminais, haverá a liberação mais rápida do equipamento. Naturalmente, quando a operação nos terminais for mais demorada em virtude de não ser possível constituir cargas unitizadas, ou por outro motivo previsível qualquer, o equipamento deve ser estudado de tal modo que sua permanência não fique demasiadamente onerosa. Assim, na Movimentação de Materiais, uma empilhadeira ou um guindaste não devem ficar inativos, para não elevar o custo operacional.

Eventualmente, um carregamento pode ser rebocado por um trator engatado a diversas carretas. Estas últimas, representando um investimento bem mais reduzido, poderão permanecer à espera nos terminais, enquanto o trator continua a realizar outros transportes na fábrica. Deve ser mencionada aqui, ainda, outra propriedade física do equipamento de movimentação: uma unidade motora (trator, locomotiva ou semelhante) pode puxar uma carga muitas vezes superior àquela que ela mesmo poderia suportar, pois a carga está distribuída por diversos vagões: isto quer dizer, por diversos eixos transportadores. Enquanto o investimento correspondente à unidade motora é elevado, no caso dos vagões ele é relativamente reduzido. Principalmente para distâncias superiores a 100 m, o transporte com carretas toma-se economicamente interessante.

Regra: O uso do equipamento mecanizado em substituição à mão-de-obra geralmente aumenta a eficiência e a economia no manuseio

Pelo uso de equipamentos mecânicos, em vez de mão-de-obra, são obtidas eficiência e economia em Movimentação de Materiais.

Equipamentos mecanizados devem ser capazes, certamente, de justificarem-se em bases monetárias, como um investimento que o administrador pode fazer. Vamos

considerar o caso de equipamentos de Movimentação de Materiais. Suponha que o executivo de uma fábrica esteja interessado em aplicar uma unidade mecanizada, tal como um transportador ou empilhadeira, para substituir um método manual ou semimanual em uma operação em particular. Ele deve ser capaz de mostrar, pelo uso destes novos equipamentos, que eles irão se pagar em economias de trabalho efetivo em não mais do que um ano, e raramente em mais de dois anos.

Algumas das vantagens de equipamentos mecânicos são as seguintes, para os gerentes e para o trabalho:

1. A segurança aumenta
2. Operadores estarão menos cansados ao final do dia
3. Trabalho feito por equipamentos é geralmente mais barato
4. Maior volume de trabalho executado por um operador
5. Maior velocidade de movimentação é obtida, resultando em menos tempo inútil para os operadores, melhor controle de produção, um grande volume de produtos fabricados e mão-de-obra disponível para outros serviços na fábrica.

17-Princípio do Trabalho

O trabalho da Movimentação de Materiais deve ser minimizado sem sacrificar a produtividade ou o nível de serviço exigido pela operação.

- Simplificação dos processos por meio da redução, combinação, diminuição ou eliminação das movimentações desnecessárias reduzirá o trabalho.
- Considerar cada separação e colocação de material para dentro e para fora da estocagem como movimentações e componentes distintos da distância movimentada.
- Métodos de processo, sequências de operação e layouts de processo/equipamentos devem ser preparados para apoiar o objetivo de minimização do trabalho.
- Onde possível, a gravidade deve ser utilizada para movimentar materiais ou assistir em sua movimentação, respeitando a segurança e o potencial de avaria do produto.
- A menor distância entre dois pontos é a linha reta.

Regra: A medida do movimento de trabalho é o fluxo da Movimentação de Materiais (volume, peso ou conta por unidade de tempo) multiplicado pela distância movimentada.

18- Princípio da Automação

“As operações de Movimentação de Materiais podem ser automatizadas, onde viável, para melhorar a eficiência operacional, aumentar a responsividade, melhorar a consistência e a previsibilidade, diminuir os custos operacionais e eliminar a mão-de-obra repetitiva e potencialmente insegura.”

- Processos e métodos existentes devem ser simplificados e/ou passados pela reengenharia antes de qualquer esforço para instalar sistemas automatizados.
- Os sistemas de Movimentação de Materiais automatizados devem ser considerados, onde adequado, para a integração efetiva do gerenciamento de informações com o fluxo de materiais.
- Tratar todas as questões de interface como críticas à automação de sucesso, incluindo equipamento para equipamento, equipamento para carga, equipamento para operador e comunicações de controle.
- Espera-se que todos os itens que sejam movimentados automaticamente tenham características que acomodem a movimentação automatizada.

Regra: Automação é uma tecnologia preocupada com a aplicação de dispositivos eletromecânicos e sistemas baseados em computador para operar e controlar as atividades de produção e serviços. Sugere a ligação de múltiplas operações mecânicas para criar um sistema que pode ser controlado por instruções programadas.

19-Princípio da Movimentação

“O equipamento projetado para movimentar material deve ser mantido em movimento.”

Pode parecer paradoxal a simples enunciação deste princípio, se confrontada com o Princípio do Tempo Ocioso. Em resumo, significa o seguinte:

Sendo necessário o transporte e impossível a sua redução abaixo de certos limites práticos, cumpre efetuar-lo sem interrupção, do início ao fim do processo. Cada interrupção implica em descarga, área para espera, supervisão e controle, e todos os inconvenientes correlatos.

Da aplicação deste princípio resultaram as técnicas da produção em massa, em que inúmeras operações são processadas em movimento, e mesmo as estocagens intermediárias atuam como suporte da produção, caminhando em transportadores de velocidades variáveis, pois é possível, também, muitas vezes, um simples esforço de coordenação de setores produtivos e equipamentos, mediante balanceamento e programação mais eficientes. Todas as modernas técnicas de programação estão hoje à disposição da gerência, com vantagens visando ao descongestionamento das áreas de produção e à redução dos custos de Movimentação dos Materiais e diversos outros custos indiretos.

Certos equipamentos auxiliares são, também, elemento positivo para manter a produção em movimento. Tenazes articuladas automáticas, por exemplo, carregam um forno contínuo de normalização a partir de um transportador de esteira sem necessidade de esperas intermediárias ou uso de operadores.

A técnica de empregar empilhadeiras deriva, em grande parte, da necessidade e conveniência econômica do aproveitamento dos espaços verticais.

Pelo significado da palavra empilhadeira, ela é destinada a “empilhar” materiais, podendo autolocomover-se. Entretanto, muitas vezes a sua utilização é maior para vencer distâncias

horizontais do que alturas, quando outros equipamentos de menor custo total, como rebocadores, carrinhos porta-paletes, etc., executam as mesmas operações.

A frequência de utilização do equipamento também é responsável pela praticidade deste princípio.

Os tipos de equipamentos acima são de custo operacional mais reduzido quando os pesos das cargas a serem transportadas não forem elevados, e se for conveniente um fluxo descontínuo de materiais.

As pontes rolantes são mais adequadas ao transporte intermitente de unidades de maior peso, apesar de haver uma faixa de coincidência de pesos a serem movimentados pelos sistemas mencionados e que se situa em torno da capacidade mais reduzida das pontes rolantes. Ainda, as pontes exigem vãos livres para seu curso, o que não acontece com os transportadores de correntes que possuem maior flexibilidade de trajeto.

As correntes que deslizam dentro de perfis de chapa de aço ou ao longo de trilhos dispõem, a intervalos regulares, de ganchos, e sua circulação é feita num trajeto de circuito fechado. Além disso, as correntes para transporte podem atingir, num mesmo circuito, alturas diversas, isto é, pode-se carregar o material num ponto ao nível do solo da fábrica e elevá-lo ao longo do trajeto, passando por cima ou por baixo de pontos predeterminados.

O sistema em circuito fechado permite fazer com que a própria operação de transporte sirva, também, para a estocagem temporária de materiais, pois considera-se que os materiais em movimento estão à disposição do ponto de utilização, onde são retirados de acordo com as

necessidades da produção. Essa técnica constitui a chamada “estocagem circulante” e tem particular aplicação nas linhas de montagem.

Regra: Há mais economia em movimento se a velocidade é aumentada

Excessiva velocidade causa acidentes, aumenta os custos de manutenção e o consumo de lubrificantes e combustível. O aumento na velocidade economiza tempo, reduz a quantidade de equipamentos necessários, os materiais em relação de processo, o tempo necessário por unidade de tempo e, então, reduz custo.

20-- Princípio da Manutenção

“Planejar a manutenção preventiva e o reparo programado de todos os equipamentos de movimentação.”

No caso de equipamento de movimentação móvel, a prática da manutenção preventiva deve ser considerada indispensável.

Devido ao caráter essencial dos equipamentos de Movimentação de Materiais, que asseguram a própria continuidade da produção, a manutenção deve ser sempre do tipo preventiva. As paradas de equipamento são onerosas em virtude do custo das horas não-produtivas, elevadas em relação ao custo da manutenção preventiva. Frequentemente, devido à falta de peças de pequeno valor unitário em estoque, ocorrem prolongadas paradas.

A manutenção preventiva tende a reduzir drasticamente as intervenções de manutenção de emergência. Esta manutenção preventiva é composta de inspeções diárias, revisões específicas a intervalos regulares e revisões gerais. A lubrificação adequada do equipamento também deve merecer especial cuidado.

Regra: Repare antes que quebre

A produtividade do equipamento é aumentada se reparos são antecipados.

A falta de manutenção causa falha mecânica e elétrica e interrompe a operação do equipamento de Movimentação de Materiais. A maior economia resultante de um programa de manutenção e de um adequado programa de reparo não está nos menores gastos, mas, sim, em manter o equipamento em operação.

21- Princípio da Obsolescência

“Substituir métodos e equipamentos de movimentação obsoletos quando métodos e equipamentos mais eficientes vierem a melhorar as operações.”

Como todos os outros tipos de equipamentos, os destinados à Movimentação de Materiais estão sujeitos à depreciação. Analogamente, isto acontece com os métodos de movimentação. Novas ideias, técnicas, métodos e equipamentos são divulgados todos os dias, e o pessoal responsável pela Movimentação de Materiais deve estar alerta constantemente para assegurar-se de estar a par dos últimos desenvolvimentos.

A depreciação física não é difícil de ser observada e levada em consideração em uma análise, mas obsolescência é uma característica menos evidente. Muitos equipamentos velhos ou mesmo “arcaicos” ainda “trabalham”, até mesmo com custos de manutenção e reparo relativamente baixos. Todavia, novos equipamentos podem ser mais rápidos, ter maior capacidade, maior eficiência, etc., e o resultado é um menor custo por unidade movimentada - mesmo que seja necessário investir algum capital.

Regra: Equipamentos construídos para movimento deverão ser mantidos em movimento; equipamentos velhos deverão ser substituídos

Esta regra afirma que a economia em Movimentação de Materiais depende dos equipamentos “novos” sendo mantidos em movimento tanto quanto possível.

Afirma, em outras palavras, que o tempo inativo de equipamentos de Movimentação de Materiais “valiosos” deve ser mantido ao mínimo. Isto é especialmente verdadeiro para algumas unidades motorizadas, como uma empilhadeira. Isto também ocorre para os equipamentos não-motorizados, que podem ser “valiosos” do ponto de vista de Movimentação de Materiais. Um exemplo desta regra é a locomotiva de estradas de ferro (a unidade valiosa do equipamento), que é desconectada dos vagões e usada em outro local, enquanto o vagão está sendo descarregado. Outro exemplo é o sistema trator-reboque. O trator é desconectado do reboque e colocado em outro trabalho, enquanto o reboque é estacionado.

22-- Princípio do Controle

“Empregar o equipamento de Movimentação de Materiais para melhorar o controle da produção, o controle de estoques e a separação de pedidos.”

Uma vez que o equipamento de Movimentação de Materiais é usado para mover materiais através da fábrica e dos processos de produção, seu uso pode ser de grande utilidade no controle dos itens que estão sendo movimentados. Em muitos casos, o equipamento de movimentação define uma rota direta para o transporte e, desta forma, facilita o controle do material transportado.

Regra: O movimento contínuo de material é o mais econômico

A regra afirma que a eficiência da Movimentação de Materiais é maior quando se estabelece um fluxo uniforme de materiais, tão linear quanto possível, com o mínimo de interrupções e retornos, e quando o movimento se toma contínuo, ao invés de intermitente.

Não é sempre possível, na prática, atingir completamente o objetivo desta regra. Desta forma, é o objetivo ao qual nós devemos guiar nossos pensamentos. Sistema de transportadores, tanto aéreo como terrestre, são exemplos excelentes da aplicação da idéia. O transportador aéreo contínuo é um dos melhores exemplos. Sistemas de transportadores de correia, bem como sistema de roletes por gravidade, também merecem ser salientados.

23-- Princípio da Capacidade

“Usar os equipamentos de movimentação para auxiliar a atingir plena capacidade de produção.”

Em muitos casos, todos os princípios anteriores resumem-se neste, segundo o qual um dos principais objetivos da Movimentação de Materiais é incrementar a capacidade de produção. Quase todos os princípios anteriores contribuirão, de alguma forma, para que se tenha níveis de produção mais altos. Aqui, todavia, são enfatizados alguns aspectos das operações e dos outros princípios que se referem especificamente ao aumento ou à utilização total de capacidade de produção.

Regra: Estabeleça uma unidade de medida e mantenha todas as comparações

Essencialmente, isto significa selecionar alguns indicadores comuns de peso, volume ou medida líquida para usar como uma expressão de execução de trabalho. Poderiam ser números de peças, toneladas, metros cúbicos ou litros. Muitas operações usam uma medida de trabalho como “toneladas movidas por homem-hora”.

24-Princípio do Desempenho

“Determinar a eficiência do desempenho da Movimentação de Materiais em termos de

despesas por unidade movimentada.”

O custo unitário da movimentação decresce com o aumento do volume total movimentado.

Quanto mais perto da capacidade máxima projetada se realiza a movimentação, tanto menor será o custo unitário, expresso em valores como t/m movimentada. Por outro lado, o volume total também depende do coeficiente de utilização do equipamento no tempo disponível, isto é, durante o maior número de horas por mês ou ano, compatível com as boas normas de manutenção. Mas, o rendimento da operação de movimentação poderá diminuir também em virtude da lei do rendimento decrescente - quando se procurar ultrapassar a capacidade de transporte do equipamento.

Regra: Faça a carga unitizada tão grande quanto possível considerando as limitações do edifício, as capacidades e dimensões comuns do equipamento de movimentação, os corredores das áreas de produção e o volume do material pedido.

Há limites como para o tamanho das cargas que podem ser eficientemente movimentadas. Dimensões dos elevadores e espaço de corredor podem ou não limitar o tamanho da carga. O volume do material requerido frequentemente é o fator predominante num armazém de distribuição. Alguns dos fatores mais rígidos são as dimensões internas de veículos comuns, como caminhões, vagões, barcaças e navios. Outro fator pode ser a razão volume/peso do mesmo material

Admita que temos uma empilhadeira com capacidade para 2.000 kg. Os materiais a serem movimentados são fardos com polpa de celulose. Se um carregamento de fardos de 2000 kg for reunido, o tamanho da carga será demasiado grande para ser movimentado rápida e eficientemente através de portas e corredores.

25-- Princípio do Custo do Ciclo de Vida

Uma minuciosa análise econômica deve contabilizar todo o ciclo de vida de todos os equipamentos de Movimentação de Materiais e sistemas resultantes.

Os custos do ciclo de vida incluem todos os fluxos de caixa que ocorrerão entre o tempo em que o primeiro centavo é gasto para planejar ou comprar uma nova peça de equipamento ou para pôr em funcionamento um método novo até que o método e/ou equipamento seja totalmente substituído.

- Os custos do ciclo de vida incluem investimento de capital, instalação, setup e programação dos equipamentos, treinamento, teste do sistema e aceitação, operação (mão-de-obra, serviços públicos, etc.), manutenção e reparo, reutilização, valor e descarte final.
- Um plano para a manutenção preventiva e preditiva deve ser preparado para o equipamento, e o custo estimado desta manutenção e das peças de reposição deve ser incluído na análise econômica.
- Um plano a longo prazo de substituição dos equipamentos, quando se tornem obsoletos, deve ser preparado.

Regra: Embora o custo mensurável seja um fator primário, não é seguramente o único fator na seleção das alternativas. Outros fatores de natureza estratégica à organização e que formam a base da competição no mercado devem ser considerados e quantificados, sempre que possível.

Conclusão:

Na prática, a aplicação destes princípios não é simples, porque as soluções, manuais,

mecânicas ou mistas, que podem ser dadas a um determinado problema de movimentação são inumeráveis. Deve-se buscar, pois, a solução que consiga a máxima eficiência com a maior economia de aquisição, instalação e serviço.

Dos muitos conceitos básicos de uma boa movimentação, nos limitaremos a mencionar alguns poucos que, por sua generalidade, são os primeiros que se deve conhecer:

1º - A melhor movimentação é aquela que não existe. Quer dizer, convém eliminar todos aqueles movimentos de material que não sejam absolutamente indispensáveis. Em muitos casos, a simples troca de posição de uma máquina, em um processo de fabricação, suprime vários movimentos.

2º - Eliminar, da forma mais absoluta, o pessoal “flutuante”. Um objetivo primordial da movimentação deve ser o de evitar que a empresa disponha de pessoal que não tenha um posto fixo de trabalho, regular e contínuo. O trabalho do pessoal flutuante é de difícil controle e, além disto, perturba o conjunto.

3º - Deve-se buscar a flexibilidade. Quer dizer, toda instalação deve ser concebida de forma que permita todas aquelas variantes que uma consideração prévia do problema não havia previsto. Ter em conta que uma empresa está sempre em curso de melhoria e expansão.

4º - Coordenar as distintas operações de movimentação, evitando empregar, em uma seção, um método de baixo custo que leva a outro mais caro, em outra seção. Considerando o conjunto de uma empresa, não devemos buscar unicamente o “como se deve transportar”, mas estudar o “porque se deve transportar”.

Poderíamos ir enumerando outros conceitos não de menor interesse, tanto de caráter geral como de tipo especial para determinadas seções, como armazém, estoque, etc. Por exemplo:

- empregando-se os espaços do armazém ao máximo, aproveitando a altura.
- evitando-se a espera de mercadorias nas diferentes seções de fabricação. Com isto reduz-se o estoque e diminui-se o capital investido.

Tudo isto, harmonizado com o estudo dos gráficos das linhas de circulação e dos diagramas de tempos e movimentos, deve levar à conclusão de que existe a possibilidade favorável de obter uma redução nos custos que nos aconselha a partir para uma modernização da instalação de movimentação. Não esqueça que, dada a grande evolução atual nesta especialidade, existe um critério internacional que considera antiquada toda a instalação que não tenha sido sensivelmente melhorada durante um espaço de dois anos.

Axiomas dos Princípios

1. A máxima economia é obtida em Movimentação de Materiais pela minimização do tempo de utilização dos equipamentos.
2. A economia na Movimentação de Materiais é obtida quando o tamanho das unidades de carga é aumentado.
3. A economia na Movimentação de Materiais é determinada pelo desempenho, que é medido pela despesa por unidade de material movimentado.
4. A determinação das melhores práticas sob condições particulares é necessária para a máxima economia.
5. Maior economia é obtida quando equipamentos e métodos são substituídos por novos, se o investimento na substituição é excedido pela economia obtida dentro de um tempo razoável.
6. Maior economia de Movimentação de Materiais é obtida pelo uso de equipamentos e métodos que são capazes de uma variedade de usos e aplicações.
7. Maior economia é obtida quando a velocidade da Movimentação de Materiais é aumentada, desde que o custo deste aumento seja excedido pela economia obtida.
8. Maior economia é obtida quando a razão entre o peso morto e a carga é reduzida.
9. A produtividade do equipamento é aumentada com o uso de acessórios e outros componentes melhores situados para as diversas condições de operação.
10. A produtividade do equipamento é aumentada quando as condições de segurança no trabalho são respeitadas.
11. A produtividade do equipamento é aumentada com a utilização da manutenção preventiva.
12. Maior economia na Movimentação é obtida se os materiais são movidos em linha reta.
13. A produtividade do homem é aumentada se o cansaço do mesmo é reduzido pela utilização de equipamentos mecânicos e outros recursos.
14. O custo por unidade de carga é reduzido com o aumento das quantidades a serem movimentadas.
15. O custo por unidade de carga é elevado quando a quantidade a ser transportada excede a capacidade.

ONDE PRODUIR?

A resposta a esta pergunta, na indústria, é dada por um mecanismo das aproximações sucessivas. Em resumo, podemos distinguir, na resposta àquela pergunta, cinco etapas distintas e sucessivas, a saber:

1. Macrolocalização
2. Microlocalização
3. Projeto do edifício
4. Arranjo físico dos equipamentos
5. Arranjo físico do local de trabalho

Na primeira etapa, a resposta é dada indicando a região ou mesmo a cidade onde deve se localizar a indústria.

Na segunda etapa, a da microlocalização, já escolhida a cidade, passa-se à escolha do terreno onde será construída a fábrica.

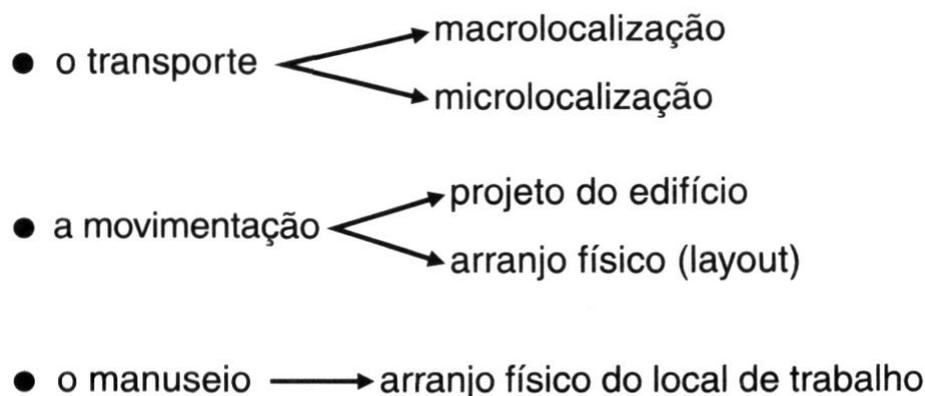
Na do projeto de edifício, já são localizados os diversos departamentos, incluindo aqueles destinados especificamente à produção, onde serão distribuídos os equipamentos.

Na quarta etapa, é fixada a posição exata destes equipamentos, dentro de cada departamento.

Na última etapa, arranjo físico do local de trabalho, dada a localização exata de cada equipamento, chega-se ao detalhe de posição de ferramentas, da entrada da matéria-prima e da saída desta, já tendo recebido a operação, etc.

Paralelamente, entre os aspectos comuns nas respostas à pergunta “onde produzir?”, nas suas diferentes etapas, devemos destacar que as soluções adotadas diferem, muitas vezes, apenas quanto à escala das distâncias envolvidas, empregando os mesmos métodos e raciocínios.

Assim, devemos considerar:



Nas operações de uma fábrica, a maioria da Movimentação de Materiais pode ser realizada pelo próprio pessoal da produção. Aqui, o ciclo de tempo de fabricação ou operação é grande e a proporção de tempo exigido para a função de Movimentação de Materiais, particularmente entre dois postos de trabalho ou atividades, é relativamente baixa.

Por outro lado, em produções do tipo encomenda existe um potencial maior para ruptura, causada pela inadequação de se apanhar todos os materiais exigidos e levá-los ao ponto de uso ao mesmo tempo; isto pode resultar em queda de rendimento da máquina, envolvendo equipamento produtivo caro.

Para as operações em linhas de montagem, as penalidades pela má Movimentação de Materiais e falha de apresentação do estoque na linha são grandes.

Para as indústrias de processo contínuo, os custos da ineficiência na Movimentação de Materiais são tão grandes que o sistema de movimentação é invariável quando integrado ao processo, e pode ser considerado como uma função, por si só, própria.

As operações de manufatura do tipo contínua e montagem, portanto, fornecem o maior alcance para o aperfeiçoamento na organização da Movimentação de Materiais.

TIPOS DE FABRICAÇÃO

As operações típicas 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, usinas de açúcar, 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 em que se processa sem 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 intensa, esta modalidade se aproxima bastante da operação contínua. É o processo que se desenvolve em regime de linha de montagem, encontrando exemplo 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 se caracteriza pela entrada da matéria-prima em uma das extremidades da linha de produção e a saída como 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 por produto.

As operações intermitentes são próprias de regimes mais baixos de produção e de fabricação de pequenos lotes sob encomenda. Justificam-se quando não existe uma padronização na produção; por outro lado, a operação intermitente confere grande flexibilidade à linha de fabricação; todas as operações semelhantes são agrupadas em uma mesma área.

A estampagem, a soldagem, os banhos eletrolíticos, etc. de todas as peças, quaisquer que sejam as etapas da fabricação, convergem para um mesmo conjunto de máquinas, dando origem a um fluxograma que, à primeira vista, parece se constituir em uma superposição de trajetórias do material, pouco racional. Este tipo de layout é denominado layout por processo funcional.

Os tipos de produção - em série, por processo e encomenda - têm relação direta com o equipamento para a Movimentação de Materiais.

A produção em série exige um processo contínuo e adequado ao tipo das peças e volumes movimentados. Produtos a granel, grandes peças unitárias, pequenos volumes, líquidos industriais, etc. exigem tratamentos e técnicas diferentes. Os processos de movimentação para produção dessa natureza compõem-se, geralmente, de equipamentos especializados, com flexibilidade limitada.

A produção por processo admite equipamentos de operação intermitente que movimentam cargas unitárias. Pode, em certos casos, utilizar processos contínuos, com grande capacidade ociosa. Apesar da necessidade de uma área maior de espaço útil, sua operação exige investimentos menores.

A fabricação de produtos por encomenda é mais complexa. A diversificação exagerada da produção e o ritmo irregular da operação podem gerar situações altamente ociosas. Nessas condições, é necessário estabelecer um compromisso entre a flexibilidade do equipamento e sua capacidade de movimentar, economicamente, peças com tamanho, volume e formato diversos.

Há várias formas de produção sob encomenda, mas que podemos sintetizar em três grandes

categorias:

- dentro de uma linha de produtos;
- utilizando processos previamente definidos;
- sem nenhuma pré-orientação.

No primeiro caso se encontram as fabricações de máquinas operatrizes especiais, os fabricantes de bens de capital que atuam nas áreas de cimento ou siderurgia, especializados em determinadas linhas de equipamentos e os fabricantes de barcos ou navios.

Para a fabricação sob encomenda, cujo parâmetro é a utilização de processos predeterminados, são exemplos as fundições de peças especiais, as ferramentarias que vendem usinagem e as caldeirarias que não possuem linhas de produtos definidas.

Quanto à fabricação sem nenhuma pré-orientação, é o caso menos frequente de empresas que atuam na fabricação de protótipos especiais, ou mesmo itens de tecnologia avançada, como, por exemplo, de laboratórios ou institutos de pesquisa.

INSTALAÇÕES SEGUNDO O TIPO DE INDÚSTRIA

1. Indústrias Monolineares

A fabricação se faz ao longo de um circuito único, sempre o mesmo, que é percorrido sucessivamente por todos os produtos.

Ex: cimento e laminação.



2. Indústrias Sintéticas ou Convergentes

As matérias-primas e produtos semiacabados, provenientes de diversas fontes, convergem para a linha de produção ou montagem.

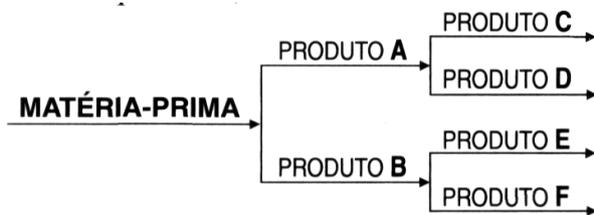
Ex.: embalagem de líquidos.



3. Indústrias Analíticas ou Divergentes

Parte de uma matéria-prima que, por diversos tratamentos em diversas linhas de fabricação específicas, vem a resultar nos mais variados produtos.

Ex.: produtos químicos, destilarias



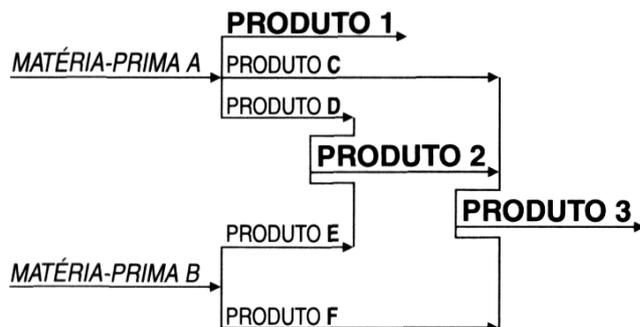
4. Indústrias Convergentes/Divergentes

Partindo de um certo número de matérias-primas para fazer um produto intermediário, que diverge a seguir em diversas linhas de fabricação, resultando, finalmente, em produtos diferentes.



5. Indústrias Divergentes/Convergentes

Algumas matérias-primas permitem obter um certo número de produtos intermediários que, por combinação entre si, possibilitam a obtenção de produtos finais diferentes.



Conclusões:

Os arranjos físicos possíveis são de número infinito, mas é evidente que:

- a) As indústrias monolíneas permitem a otimização, até o menor detalhe, dos sistemas de movimentação, uma vez que a fabricação permanece sempre a mesma.

Este ponto é particularmente interessante em virtude do volume de produtos a movimentar. A movimentação se faz de modo contínuo ou descontínuo, conforme o caso.

- b) No caso de indústrias sintéticas ou convergentes, os estudos realizados devem visar, em geral, um arranjo físico flexível em favor da movimentação e permitir uma grande produção versátil, modificável conforme se deseje ou à medida que apareçam novos produtos.
- c) Nas indústrias analíticas ou divergentes, o estudo realizado deve, em geral, objetivar uma instalação permanente.

A movimentação é feita de modo contínuo e frequentemente os materiais a movimentar

são fluídos, conduzidos por bombeamento através de tubulações.

- d) No último caso (indústrias convergentes/divergentes ou divergentes/convergentes), as instalações devem permitir uma grande flexibilidade para mudanças na produção.

A movimentação é feita de modo contínuo ou descontínuo, conforme o sistema de programação da produção.

INTER-RELAÇÕES ENTRE A MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS E AS INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

O projeto das instalações industriais pode ser definido como:

A análise, a conceituação e o projeto de uma combinação de instalações físicas e suas inter-relações, envolvendo as atividades de mão-de-obra, materiais e métodos necessários

para fabricar um produto ou fornecer um serviço para alcançar os objetivos de seus empreendedores e gerentes - eficientemente, economicamente, com segurança e lucro.

O termo planejamento físico das instalações pode referir-se a uma instalação existente ou à concepção de uma instalação de trabalho que envolverá o projeto da mais efetiva inter-relação entre equipamentos para operação, mão-de-obra, Movimentação de Materiais, instalações para estocagem, serviços e equipamentos auxiliares.

Existem muitas ligações entre as atividades de Movimentação de Materiais num empreendimento e suas instalações, como a sua localização, os meios de transporte e muitos aspectos do edifício propriamente dito. Em todos os casos, a localização das instalações industriais terá relacionamento com as operações de Movimentação de Materiais. Por exemplo, indústrias como as siderúrgicas, de vidro, químicas, etc. devem selecionar localizações de fácil acesso aos seus fornecedores de matérias-primas.

Considerações sobre o transporte relacionam-se com as atividades de Movimentação de Materiais na fábrica com a natureza das operações de embarque e desembarque. Instalações projetadas para usar um tipo de transporte têm problemas mais simples de movimentação do que aquelas que usam vários tipos de transporte.

Também o custo de terreno influencia na localização de indústrias ou expansões, e técnicas de estocagem vertical podem criar áreas de expansão da fabricação sem prejuízo dos custos de descentralização. Atualmente, as Leis de Zoneamento restringem construções no terreno, além de uma certa ocupação, mas as instalações de armazéns estruturais ou infláveis podem ser incorporadas, pois em alguns municípios, estes são considerados como equipamentos.

No projeto do prédio propriamente dito, o espaço para o pé direito e a largura dos corredores pode ser um fator de limitação na seleção do tipo de equipamento para a movimentação, ou na determinação do tamanho das cargas que podem ser movidas eficientemente. O

projeto do piso, em termos de capacidade e acabamento superficial, deve levar em consideração os tipos de equipamentos de movimentação que podem ser usados. E quando da consideração da possibilidade de se usar equipamento de transporte aéreo, o suporte requerido deve ser projetado prevendo-se posições e dimensionamento de colunas e coberturas.

Também a futura conversão de local de fabricação para local de estocagem, ou vice-versa, pode ditar um compromisso de projeto que favorecerá a função mais importante que aquele local irá servir.

Outros detalhes construtivos importantes, como portas, plataformas de carregamento,

elevadores, saídas de emergência e tipos de instalações, como banheiros, escritórios, etc., devem ser levados em consideração em função de possíveis efeitos que podem ter sobre as atividades de Movimentação de Materiais.

A intenção é assegurar que quando as instalações industriais são projetadas, os planos de Movimentação de Materiais necessários sejam integrados ao projeto. Para isto ser feito é necessário entender o processo envolvido no projeto de instalações, como também os fatores envolvidos na Movimentação de Materiais, através do ciclo inteiro de atividades.

TIPOS DE LAYOUT

Existem três tipos de layout, assim chamados clássicos:

Em cada uma dessas três diferentes situações de layout, a movimentação exerce uma influência fundamental.

1. Layout por posições fixas:

- Produto (ou material) é relativamente grande.
- Quantidade é relativamente pequena.
- Processo é relativamente simples.
- A movimentação é uma característica Grande ou muito Sólida (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.

É evidente que só um estudo cuidadoso poderá indicar o tipo adequado para cada caso. Algumas diretrizes gerais, entretanto, podem ser estabelecidas.

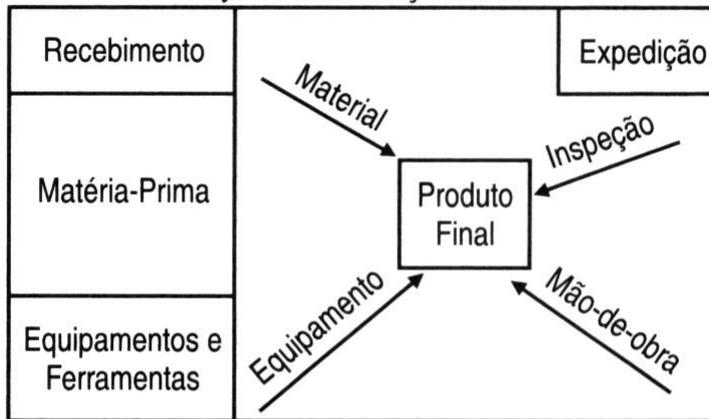
O layout por produto é indicado no caso de instalações que produzem um pequeno número de itens, em grande quantidade. Exemplos típicos são a indústria automobilística, com suas linhas de produção características; indústria eletrônica, com suas linhas de produção e de montagem, etc. Consegue-se grande 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. E

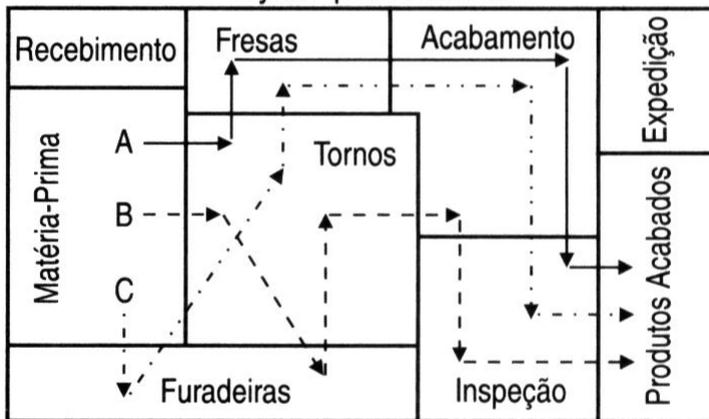
característico de indústrias de fabricação sob encomenda ou fábricas que produzem uma grande variedade de itens. Utilizam-se máquinas universais, que garantem flexibilidade de instalação: entretanto, o fluxo dos diversos produtos torna-se mais complicado.

TIPOS DE "LAYOUT"

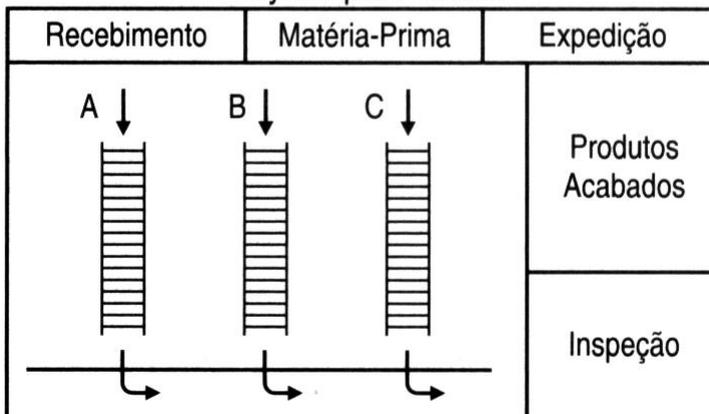
"Layout" em Posições Fixas



"Layout" por Processo

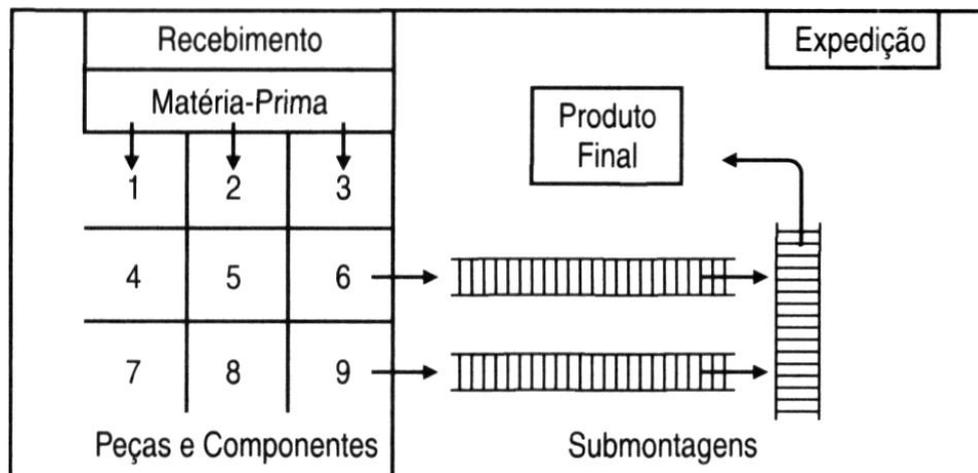


"Layout" por Produto



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.

“Layout” Misto



Entretanto, a maioria das situações reais apresenta situações mistas. Veja, 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.

A Movimentação de Materiais deve ser analisada junto com o Layout. Para tal, uma série de dados é necessária: produto (dimensões, características, quantidade) – edificação (espaçamento das colunas, resistência do piso, dimensão de corredores, portas, etc.) - método (sequência das operações, métodos de produção, equipamento de produção, etc.) - custo da movimentação - área necessária para o funcionamento do equipamento.

Ainda se deve atentar para a possibilidade de alteração frequente no layout básico (devido à mudança no produto, processo ou regime de produção). Nestes casos, o fator flexibilidade do equipamento passa a ter importância fundamental, pois o equipamento deverá operar em condições de regime irregular de Movimentação de Materiais de formatos diversos e, em muitos casos, estar apto a receber a adaptação de dispositivos especiais; em outra situação, o transporte e a movimentação seriam atendidos por equipamentos especializados para uma só modalidade de operação.

Não só a área em planta, como o espaço vertical, interessa 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.

MANUFATURA CELULAR

A manufatura celular é a divisão física das máquinas da instalação de manufatura em células de produção. Cada célula é projetada para fazer uma família de peças, que é definida como um conjunto de peças que exigem máquinas, ferramental, operações de máquinas e/ou matrizes e dispositivos semelhantes.

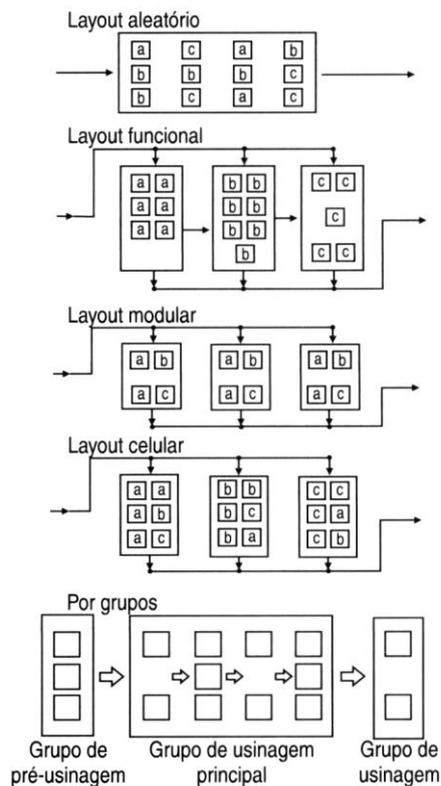
Na realidade, é um método de produção de pequenos lotes que pode ser utilizado em situações de trabalhos diversos.

Essencialmente, as peças diferentes são agrupadas em famílias baseadas nas suas similaridades na forma e formato, e não no seu uso final. Isto permite que sejam usadas linhas de produção para a família, ao invés de máquinas individuais ou centros de usinagem (ou máquinas de tipos semelhantes).

Normalmente, as peças dentro da família vão desde a matéria-prima até as peças acabadas dentro de uma única célula. Geralmente, a instalação de manufatura não pode ser dividida completamente em células especializadas. Em vez disso, parte da instalação permanece como uma grande e funcional produção por encomenda, que foi denominada célula restante.

Em um sistema de manufatura celular, todas as operações da peça devem ser completadas na célula. As dimensões físicas da célula devem ser pequenas e suficientes para que um carrinho de mão ou um guindaste giratório possam proporcionar capacidades suficientes de Movimentação de Materiais. As distâncias e os tempos de movimentação dentro da célula são insignificantes, por causa da proximidade da máquina necessária seguinte. A única movimentação significativa necessária no sistema da manufatura celular é a da matéria-prima desde o almoxarifado até a célula e a de peças acabadas para o armazém.

Layouts alternativos: aleatório, funcional, modular, celular e por grupos



As letras a, b e c indicam tipos diferentes de máquina

Essas são apenas duas movimentações, em contraste com as múltiplas nas produções por encomenda, onde as máquinas são organizadas por função e as peças precisam de ampla movimentação porque devem passar de uma área funcional para outra. Esta movimentação geralmente exige uma empilhadeira e um operador, ou uma ponte rolante e um operador. As áreas funcionais podem ficar a centenas de metros de distância em uma grande produção por encomenda e precisar de até uma semana de tempo de trânsito. Por isso, a manufatura celular reduz o tempo de Movimentação de Material entre as operações e, dessa forma, o custo de Movimentação de Material.

TIPOS DE MOVIMENTAÇÃO

Existem três tipos de movimentação:

Movimentação em sequência de fabricação

E aquela na sequência do processo de fabricação, isto é, desde a descarga da matéria-prima e componentes no armazém de entrada até a embalagem e expedição, passando por todas as fases do processo de manufatura.

Movimentação secundária

Determinadas operações ou processos exigem a própria Movimentação do Material através da máquina. Assim, algumas máquinas dispõem de um transportador contínuo que as alimenta ou transporta o material à fase seguinte. Outras vezes, como no caso das cabinas para pintura ou estufas, o material circula através delas, sendo o movimento da produção levado, por transportadores contínuos de circuito fechado, até os pontos de consumo. Se o operador não retirar a peça, esta voltará às suas mãos após completar o circuito. Este sistema, aliás, economiza espaço, pois são eliminados os pontos de estocagem junto às máquinas, sendo o estoque verdadeiramente “circulante” pela fábrica.

Movimentação operacional

Na operação de linha de montagem, por exemplo, existem, além da sequência de circulação, os movimentos referentes ao trabalho de montagem propriamente dito. Estes movimentos dizem respeito ao transporte para a conjugação dos componentes e dos movimentos manuais do operador, tais como ajustar, soldar, parafusar, etc. Tratando-se aqui de movimentos que integram os métodos de trabalho, o seu estudo e análise são de competência da engenharia de métodos que, com o auxílio da técnica do estudo de tempos e movimentos, resolverá os problemas para a sua racionalização.

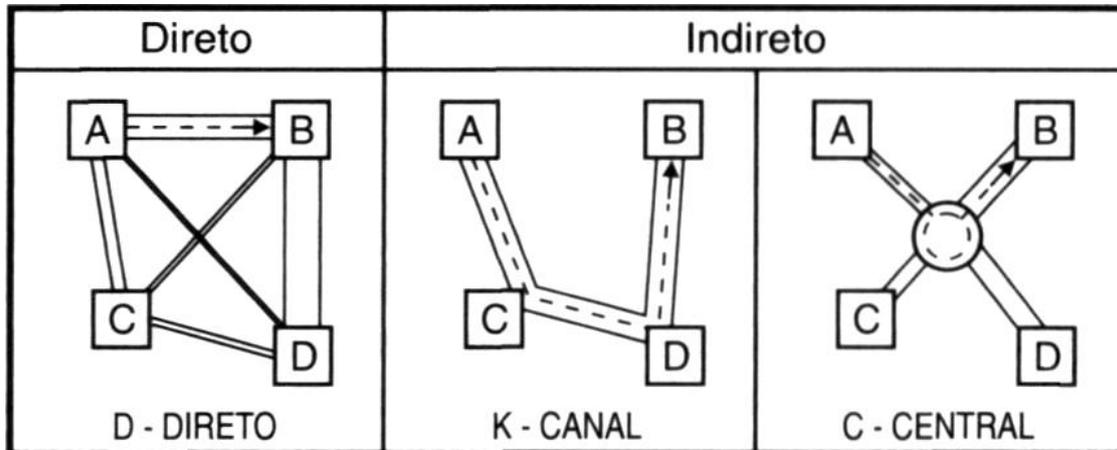
A movimentação de materiais em processo é a principal área de redução de custo na manufatura, pela disponibilidade que o empresário tem em programar tanto a entrada quanto a saída para a produção. Ele pode escolher entre:

- Transformar o material em processo em estocagem de curto prazo e requisitar os componentes de acordo com as demandas ou
- Interligar as funções de produção com sistemas celulares ou automatizados de movimentação, acompanhados por uma grande variedade de opções para controle.

A escolha de um sistema de Movimentação de Materiais em processo é crítica porque os postos de trabalho em processo ou os locais de estoque representam um investimento não-produtivo. O fluxo de materiais através da produção é uma manifestação física do fluxo de caixa.

O material em processo é, portanto, o fator mais importante no sistema de Movimentação de Materiais na manufatura, sendo também críticos os custos de mão-de-obra. A maior parte da movimentação feita através da instalação é desempenhada por operadores habilitados ou semi-habilitados, os quais poderiam ser melhor aproveitados na operação de máquinas ou seções de montagem.

SISTEMAS CLÁSSICOS DE MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS



Sistema Direto:

Os materiais se movimentam da origem ao destino pelo caminho mais curto. Quando a intensidade de fluxo é alta e a distância é curta ou moderada, este sistema é mais econômico, especialmente se os materiais tiveram características especiais e o tempo for um fator importante.

Sistema de Canal:

Os materiais se movimentam numa rota preestabelecida e são levados ao destino junto com outros materiais, movimentando-os para outras áreas. Quando a intensidade de fluxo é baixa ou moderada e a distância é moderada ou longa, este sistema é econômico, especialmente se o layout for irregular ou as instalações forem muito separadas.

Sistema Central:

Os materiais são movidos, num itinerário preestabelecido, da origem para uma central de consolidação para classificação e expedição, de onde são enviados ao seu destino. Quando a intensidade de fluxo é baixa e as distâncias moderadas ou longas, este sistema, frequentemente, é econômico, especialmente se a fábrica for quadrada e o controle importante.

RELAÇÃO ENTRE A MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS E O LAYOUT

Um produto, peça ou material é de pouco valor até que esteja no lugar certo, no tempo certo. A Movimentação de Materiais deve se entrelaçar com as outras operações numa sequência, a mais lógica possível.

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. Nenhum aspecto da atividade industrial está mais relacionado com outros que esses. Na verdade, Movimentação de Materiais é uma consequência do layout.

LAYOUT → MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS

(Causa)

(Efeito)

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 layout da fábrica é geralmente o responsável pelo desenvolvimento do fluxo geral e do arranjo físico dos recursos, com o layout projetado frequentemente em função do fluxo estabelecido. Por isso é extremamente importante que o pessoal de layout trabalhe conjuntamente com a Movimentação de Materiais.

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. É quase um problema de aproximações sucessivas, para que se atinja a solução ideal. É claro que certas limitações (edificação antiga, carência de espaço, etc.) podem cercear a livre escolha do sistema almejado.

Daí se fundir diretamente ao layout, integrando um processo global que visa ao maior rendimento e a maior economia.

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. O fluxo de materiais depende e é praticamente sinônimo da Movimentação de Materiais.

A importância da relação entre o arranjo físico e a Movimentação de Materiais de um projeto industrial é:

- 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.

A tabela ao lado ilustra a relação entre o planejamento do arranjo físico e os fatores para a Movimentação de Materiais e a inter-relação entre os mesmos.

Talvez o fator mais importante que afeta a eficiência e o custo da Movimentação de Materiais, em qualquer empresa, é o arranjo físico. Sempre que as peças e materiais se movimentam, isto custa dinheiro. Na fábrica ideal, a matéria-prima entra por um lado, atravessa as várias etapas de processamento na ordem exata e emerge do outro lado para ser expedida.

Relação entre o planejamento do layout e os fatores de movimentação

FATORES DE MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS ETAPAS DO PLANEJAMENTO DO LAYOUT	MATERIAL			MOVIMENTO				MÉTODO		
	1 Estado Físico	2 Características	3 Quantidade	4 Origem e destino	5 Roteiro	6 Logística	7 Tipo de movimento	8 Unidade de movimentação	9 Equipamento	10 Mão-de-obra
1. Determinar e analisar os dados básicos A. Nível de produção B. Especificações C. Processos produtivos D. Modelos de produção E. Número de máquinas F. Requisitos de mão-de-obra	X	X				X	X	X	X	X
2. Determinar o fluxo de materiais A. Roteiro de produção B. Modelos gerais de fluxo de materiais C. Relação entre atividades D. Tipo de fluxo			X	X	X				X	
3. Estabelecer as necessidades A. Espaço para armazenagem B. Espaço para atividades auxiliares C. Espaço para produção	X	X		X				X	X	X
4. Alocar áreas às atividades A. Flexibilidade para expansão B. Diagrama para alocação de áreas		X	X	X	X					
5. Projetar sistemas de Movimentação de Materiais A. Métodos gerais de Movimentação de Materiais B. Equipamentos de Movimentação de Materiais C. Métodos específicos de Movimentação de Materiais	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6. Planejar a área de trabalho A. Fluxo geral dos materiais B. Fluxo através das áreas de trabalho C. Arranjo físico da área de trabalho				X	X	X			X	
7. Coordenar as atividades de planejamento A. Planejamento do arranjo físico B. Diagrama de fluxo C. Relação com o plano diretor D. Relação entre áreas de serviço			X	X	X	X			X	X
8. Construir o Plano Diretor A. Terreno disponível B. Localização dos edifícios C. Arranjo físico final	X		X	X	X	X			X	X

Obviamente, isto não é possível na maioria das fábricas. Para a maioria das empresas, o arranjo físico existente representa um compromisso entre aquele ideal e as restrições existentes (espaço disponível, localização de departamentos que não podem ser mudados, processos de fabricação e equipamento produtivo).

Na prática, entretanto, cada empresa pode descobrir oportunidades de reduzir os custos de movimentação estudando o arranjo físico e a sequência de processamento, e rearranjando a fábrica de forma a ter uma mínima movimentação para cada peça ou material. Além disso, é possível acelerar o fluxo de materiais, reduzir acidentes ocasionais e eliminar congestionamentos na movimentação.

No planejamento de uma nova fábrica, é possível evitar custos de Movimentação de Materiais pelo estudo cuidadoso do arranjo físico antes de começar a produção. A probabilidade de ocorrer problemas futuros pode ser minimizada fazendo a nova fábrica tão flexível quanto possível, do ponto de vista da Movimentação de Materiais. Em outras palavras, a fábrica deve ser planejada não somente para o sistema produtivo em uso, mas, também, levando em conta possíveis mudanças.

Se a fábrica já estiver construída, há pouco o que fazer quanto à localização de colunas e outros obstáculos estruturais ou quanto à localização de certos equipamentos especiais. Mas, deve-se ter em mente as necessidades futuras para quando planejar outras mudanças. Por exemplo, pode ser melhor despendar mais dinheiro na compra de um transportador portátil, mais caro que um fixo, e, quando os métodos mudarem, este transportador poderá ser facilmente rearranjado. Naturalmente, existem ocasiões em que são necessárias instalações permanentes. Mas elas devem ser estudadas cuidadosamente, com vistas a arranjos alternativos. É melhor gastar um pouco mais e elaborar um arranjo físico adaptável a futuras mudanças.

Objetivos do Plant Layout e da Movimentação de Materiais

Da mesma maneira que os escopos de ambos, Plant Layout e Movimentação de Materiais, estão estreitamente relacionados, também estão seus objetivos. Abaixo estão indicados alguns objetivos do Plant Layout e a seguir de cada um estão alguns da Movimentação de Materiais relacionados com cada objetivo do Plant Layout:

1. Facilitar o processo de manufatura.
 - Fluxo eficiente de materiais.
 - Minimizar gargalos de produção.
 - Despacho rápido para os clientes.
2. Minimizar Movimentação de Materiais
 - Maiores cargas unitizadas.
 - Menor quantidade de materiais danificados.
 - Melhor controle dos materiais.
3. Manter flexibilidade de arranjo
 - Flexibilidade nos métodos e equipamentos de movimentação.
 - Sistema de Movimentação de Materiais coordenado.
 - Planejamento de expansões da Movimentação de Materiais.
4. Manter alta performance dos processos
 - Menor tempo de ciclo de produção.
 - Velocidade constante de produção.
 - Menor quantidade de material em processo.
5. Otimizar o investimento no equipamento
 - Menor tempo improdutivo por máquina.
 - Reduzir movimentação entre as operações.
6. Fazer uso econômico da área
 - Melhor utilização da área.
 - Utilização da movimentação no processo produtivo.
7. Promover uso eficiente da força de trabalho
 - Minimizar a movimentação manual.
 - Fazer uso eficiente de contentores.
8. Promover segurança, conforto e o interesse do funcionário
 - Menor fadiga.
 - Melhorar o conforto.
 - Elevar o nível de moral.

Portanto, atingir os objetivos do Plant Layout quase sempre implica em se conseguir atingir os objetivos da Movimentação de Materiais.

