

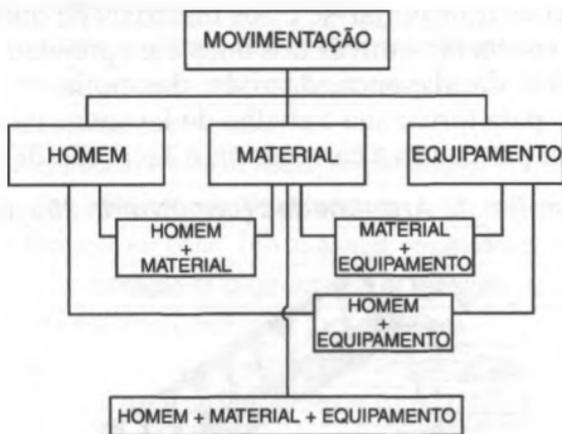
**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROJETO DE FÁBRICA**

Introdução à Movimentação e Armazenagem de Materiais

Para que a matéria-prima possa ser transformada em produto acabado, pelo menos um dos três elementos básicos de produção (homem, máquina e material) deve se movimentar; sem que exista esta movimentação, não se pode pensar em termos de produção.

Na maioria dos processos industriais, o material é o elemento que predomina na movimentação. Em casos especiais, como na construção de aviões, equipamentos pesados, etc., homem e máquina convergem para o material, que permanece parado durante as etapas de manufatura.

Os movimentos do processo industrial



O desafio que se apresenta às indústrias é claro: fazer produtos de maior qualidade a um custo menor e de maneira mais oportuna. Nenhuma tecnologia está mais alinhada para vencer este desafio do que a Movimentação de Materiais, tratada também como a intralogística.

Em uma fábrica típica, a Movimentação de Materiais responde por:

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

Estima-se que a Movimentação de Materiais representa entre 15% e 20% do custo total de um produto fabricado. Certamente, ela é um dos primeiros lugares onde procurar por reduções no custo.

A Movimentação de Materiais também é um dos primeiros campos onde procurar por melhoramentos da qualidade. As estimativas indicam que entre 3% e 5% de todo o material movimentado é danificado. Os arranhões e riscos nas paredes e no piso das instalações de manufatura são prova suficiente dos problemas de qualidade que surgem da movimentação descuidada dos materiais.

Neste ponto, poderá ser concluído que a resposta ao nosso problema competitivo poderia ser a minimização ou até a eliminação da Movimentação de Materiais. A economia no custo da mão-de-obra e equipamento seria tremenda e, quanto menos um produto fosse movimentado, menor seria a probabilidade de danificá-lo.

No entanto, simplesmente eliminar os movimentos não é uma resposta.

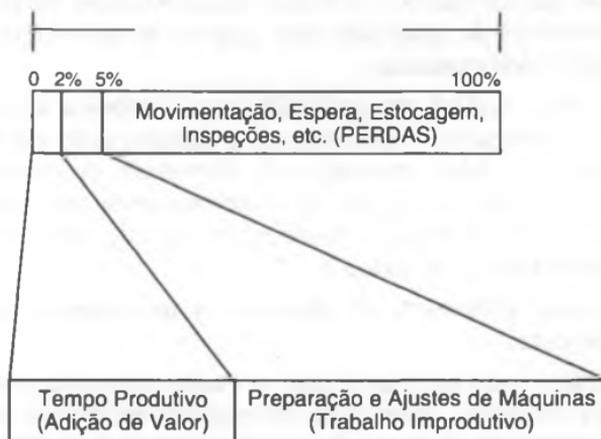
A Logística é um meio pelo qual os custos totais de manufatura são reduzidos, através de inventários reduzidos, segurança melhorada, furtos reduzidos e controle melhorado. A Movimentação de Materiais também é um meio através do qual a qualidade da manufatura é melhorada, pela redução de inventários e danos.

Em indústrias razoavelmente eficientes, encontra-se um índice de 67 toneladas de materiais movimentados no ciclo de produção para cada tonelada de produto acabado. Em casos mais extremos, essa quantidade pode atingir até 180 toneladas de materiais movimentados por tonelada de produto acabado.

A simples operação de fazer uma dobra numa chapa é realizada em poucos segundos, porém a movimentação do material ou da peça pode tornar essa operação complexa, demandando a permanência excessiva de peça no piso da fábrica.

Um estudo desenvolvido pela IMAM Consultoria, em toda a cadeia logística de uma carga expedida, revelou 73 etapas de Movimentação de Materiais entre o descarregamento da matéria-prima dos caminhões e a descarga do produto acabado no local de destino. Cada vez que o material foi movimentado, custos de movimentação foram acrescidos ao custo do produto. Isto teve que ser compensado no preço ao cliente.

Análise do Tempo Total na Manufatura Convencional



A Movimentação de Materiais é vista em qualquer lugar, mas frequentemente depende de pequenos esforços e possui aparência insignificante.

Em muitos casos, e principalmente em indústrias metalúrgicas, a atenção se concentra na máquina que executa a operação. Procura-se aprimorá-la, dotá-la de dispositivos e requisitos que aumentam seu desempenho, esquecendo-se, no entanto, de analisar a movimentação da chapa, o seu manuseio nos postos de trabalho e, depois de trabalhada, novamente o seu manuseio para a operação seguinte ou para um pulmão de espera entre uma operação e outra.

À medida que as quantidades ou as dimensões da peça a ser produzida crescem, esta movimentação começa a

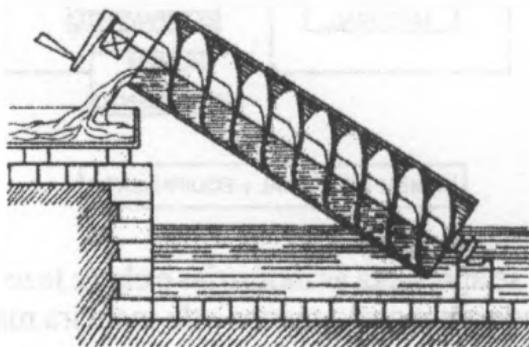
impor mecanização, obrigando o industrial a considerar o abandono de proezas manuais de transporte entre postos de produção.

A partir desses exemplos podemos dizer que o campo de Movimentação e Armazenagem de Materiais é bastante recompensador para efetuar-se estudos com os objetivos de reduzir custos, aumentar a produtividade e a qualidade.

A EVOLUÇÃO DA MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS

Desde o início dos tempos, o homem vem tentando resolver o problema de transportar-se e aos materiais de que se serve para sua existência. Através dos anos ele aprendeu a aplicar os princípios da alavanca, da roda, das polias e do plano inclinado - para tornar seu trabalho de levantar, movimentar de um lugar para outro e carregar mais fácil, rápido e seguro.

Rosca sem-fim de Arquimedes (construída 250 anos a.C.)



Provavelmente, os primeiros registros de atividades da Movimentação de Materiais estão baseados nos murais do Antigo Egito, os quais registram o movimento de pesados blocos de pedra e estátuas. Entretanto, não se conhece exatamente como os egípcios ergueram aqueles obeliscos e estátuas gigantes. Muitas teorias têm sido propostas, baseadas em estudos arqueológicos, juntamente com as representações primitivas dos murais.

Breve histórico da Movimentação de Materiais

Pré-história	Alavanca, plano inclinado, rodas, polias, etc.
3.500 a.C.	1º carrinho que se conhece (museu do Egito).
1.800 a.C.	Egito - armazéns para 7 anos de abundância e 7 anos de escassez.
450 a.C.	Movimentação de 2.300.000 blocos para a construção da pirâmide de Queops.
30 a.C.	Fluxos na escrita "A Arquitetura", por Marcus Eitrubius Pollio.
1436	Os venezianos estabelecem uma linha (1ª linha) de montagem para a construção de navios.
1500	O livro "De Re Metallica", de G. Agricola, mostra: carrinho de mão, veículos de tração para minas, sarilho, bombas de sucção, moinhos de água.
1700	Josiah Wedgewood (Inglaterra) aplica a movimentação mecânica na produção de louças de porcelana.
1780	Oliver Evans (USA) cria seu moinho de farinha "automático" próximo à Philadelphia (Relatado no livro: "The Young Mill Wright and Miller's Guide", publicado em 1795).
1796	Bollon e Walf (Inglaterra) cria os guindastes giratórios e aparelhos de elevação.
1860	Bolton & Wright instalam a 1ª ponte rolante.
1860	São introduzidos os primeiros transportadores contínuos para granéis.
1880	Taylor estuda os movimentos (manuseios) nos postos de trabalho.
1906	Primeira empilhadeira motorizada.
1913	Henry Ford introduz a linha de montagem progressiva.
1914	Ford introduz a padronização de embalagens.
1920	Era da "Produção em Linha". Uso de paletes, empilhadeiras manuais, empilhadeiras motorizadas, mototrilhos, etc.
1930	Introdução da aplicação da carga unitizada na indústria e no comércio.
1946	Cantoneiras metálicas e perfuradas para estanterias.
1950	Era da Mecanização. Os problemas de Movimentação de Materiais são equacionados pela aplicação do equipamento.
1960	Computadores e automatização se tornam um meio de controle da atividade de Movimentação de Materiais.
1966	Transelevadores em armazenagem automática.
1970	Evolução para Logística Integrada.
1980	Just-in-Time / Qualidade Total
1988	Globalização / ISO 9000
1992	Tecnologia da Informação
1994	ISO 14000 - Logística Reversa
1996	Condomínios e Consórcios Modulares
1998	Comércio Eletrônico
2000	Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento
2005	RFID - Identificação por Radiofrequência
2008	Green Buildings
2010	Sustentabilidade e Logística Verde

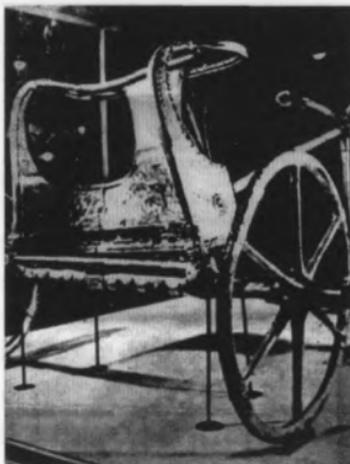
Heródoto (450 anos A.C.) citou a existência de mecanismos para movimentação dos 2.300.000 blocos, alguns com mais de 100 toneladas, utilizados na construção da Pirâmide de Queops. O museu do Cairo exhibe o carrinho mais antigo que se conhece, construído 3.500 anos a.C., encontrado na tumba de Tutankamon. Na Roma antiga, a arte contemporânea e as escrituras contêm várias ilustrações, das quais a maior parte é sobre a Movimentação dos Materiais.

Um engenheiro e arquiteto, Marcus Eitribius Pollio, escreveu, aproximadamente no ano 30 A.C., um manual intitulado “*A Arquitetura*”, cujas informações foram tomadas de registros da Grécia antiga, de algumas centenas de anos atrás.

A construção de pirâmides e edifícios, a mineração, o movimento de pedras para as estátuas, o transporte de água para as obras, a construção de navios e o embarque de cargas forçaram o desenvolvimento de guindastes, roldanas, carrinhos de mão e mecanismos similares.

Ainda nos séculos XIII e XIV, a força humana era muito utilizada em construções de prédios e, em 1436, os venezianos estabeleceram a primeira “linha progressiva de montagem” para a construção de navios em três etapas.

O carrinho mais antigo - 3500 anos A.C.



Outros escritos antigos, como de São Gallo (1445-1516), deixaram registros mostrando como as colunas eram erguidas e as cargas içadas.

Durante os anos de 1500 foi aplicada a movimentação na produção de armamentos e roupas. Nos anos de 1600 a 1700, as indústrias de produção em série surgiram na Inglaterra com o desenvolvimento das fundições de ferro, que produziam mais de 100 t/semana, e das máquinas que transformavam algodão em tecidos.

Oliver Evans instalou, em 1780, um sistemas de correias transportadoras para o transporte contínuo em sua indústria, localizada perto da Philadelphia. Logo após o desenvolvimento dos processos de manufatura, as atividades relacionadas à movimentação desenvolveram-se rapidamente em muitas direções. Este desenvolvimento está bem documentado por Eli Whitney, Eli Terry e muitos outros.

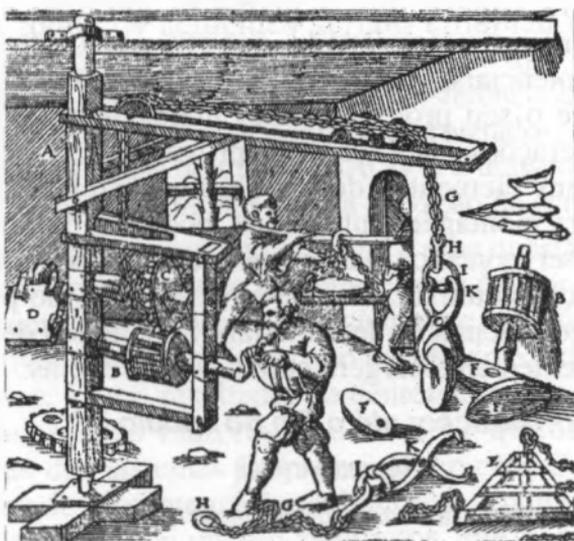
Somente no século passado o homem tornou-se completamente consciente das vantagens da produção em massa. Como a capacidade produtiva tem aumentado, há a necessidade de movimentar em massa os materiais. Mas a Movimentação de Materiais foi reconhecida como uma parte vital ao processo industrial somente nas duas ou três décadas passadas.

Com a Revolução Industrial e o crescimento do sistema de manufatura, o homem continuou a desenvolver equipamentos de manuseio para a realização de trabalhos onde a força humana e animal eram insuficientes em capacidade e velocidade. Com o crescimento da indústria, a importância do custo da mão-de-obra tornou-se mais evidente, e foi necessário reduzir a mão-de-obra de "Material Handling", que usualmente soma-se ao custo do produto.

Nos anos de 1880, Frederick W. Taylor, o pai da administração científica, mostrou provavelmente o seu maior experimento até a época na Movimentação de Materiais, que foi o estudo dos movimentos (manuseio) nos postos de trabalho. E, ainda, devemos lembrar que Frank B. Gilbreth mostrou muitos de seus experimentos, em torno do ano de 1900, sobre operações de movimentação de tijolos e outros materiais na construção civil.

Provavelmente, Henry Ford deu à Movimentação de Materiais um de seus maiores avanços quando instalou, em 1913, um transportador contínuo para mover os chassis de automóveis ao longo da linha de montagem.

Guindaste de coluna do século XIV



É realmente interessante que a Movimentação de Materiais nunca apareceu destacadamente até a II Guerra Mundial, quando a ausência da mão-de-obra masculina nas indústrias forçou as empresas a encontrarem um meio de movimentação para as cargas pesadas. As empilhadeiras, que tinham sido desenvolvidas em 1906, tornaram-se um “cavalo de batalha” na evolução da Movimentação de Materiais.

Isto foi seguido, nos anos de 1930, pela introdução das cargas unitizadas.

A habilidade das pessoas manusearem materiais é um dos fatores principais do desenvolvimento das civilizações. A canalização da água para irrigação na antiga Babilônia, o transporte de blocos de pedras para as grandes pirâmides do Egito, carretas de alimentos e suprimentos através da Europa sob o comando de Napoleão e a movimentação dos suprimentos necessários durante a Primeira e Segunda Guerras Mundiais são problemas familiares de Movimentação de Materiais, comuns a todos nós.

Desde esses tempos, a Movimentação de Materiais na indústria começou a desenvolver-se com novos equipamentos, novas instalações, e com a explosão do crescimento industrial no pós-guerra. O que observamos hoje é um contínuo desenvolvimento de conceitos, equipamentos e sistemas, para melhorar as atividades cada vez mais integradas na cadeia de abastecimento, produção e distribuição dos materiais.

A evolução da concepção da Movimentação de Materiais pode ser assim descrita:

- **No passado:** homens e animais transportavam os materiais com seu próprio esforço.
- **No presente:** homens movem os materiais utilizando-se de equipamentos para reduzir seu esforço.
- **Concepção moderna:** materiais em movimento automático entre processos automáticos de fabricação.

AS CINCO GERAÇÕES DA MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS

As gerações da Movimentação de Materiais evoluíram desde a manual, mecanizada, automatizada, integrada e inteligente. Espera-se que a quinta geração da Movimentação de Materiais seja a inteligente e que, embora, ainda em desenvolvimento, desempenhe um papel ainda maior nas futuras gerações de sistemas de Movimentação de Materiais.

A Primeira Geração

A Movimentação de Materiais de primeira geração envolve movimentar, estocar, controlar e proteger os materiais manualmente. Embora exista desde a primeira atividade de Movimentação de Materiais (apanhar uma maçã), a de primeira geração ainda ocorre nas instalações contemporâneas. Um alto percentual de atividades humanas na logística estão envolvidas no desempenho da Movimentação de Materiais de primeira geração.

Embora muitas pessoas discutam que vivemos numa “era de automação”, e a maioria das publicações, cursos, programas de treinamento e conferências focalize, principalmente, as soluções de última geração, a Movimentação de Materiais de primeira geração é mais um padrão do que a exceção. Além disso, as soluções de primeira geração continuam a ser válidas para muitas das necessidades de Movimentação de Materiais.

A utilização dos contentores, para facilitar a Movimentação de Materiais, a utilização de sistemas de estanterias com prateleiras e gavetas de estocagem modular de material e a utilização de cartões “Kanban” para realizar o controle de material são exemplos de Movimentação de Materiais de primeira geração. Ela ocorre nas estações de trabalho e entre as estações de trabalho. Além disso, é comum encontrar níveis significativos de Movimentação de Materiais manual até mesmo quando ocorre uma alta mecanização e/ou automação: por exemplo, uma pessoa elevando uma caixa de materiais de um transportador contínuo ou colocando uma caixa numa estrutura porta-paletes.

Os sistemas de Movimentação de Materiais de primeira geração readquiriram sua “respeitabilidade” durante o final da década de 1980 e início da de 1990, devido ao sucesso do Just-in-Time. Os defensores do JIT foram altamente críticos das soluções de Movimentação de Materiais de primeira geração; discutiram que a utilização de “puxadores humanos de contentores” era mais flexível do que as demais tecnologias de Movimentação de Materiais, e a comunicação de contato cara a cara auxiliava e reduzia os “problemas de processo a processo”.

Já que os sistemas de Movimentação de Materiais de primeira geração são a “escolha econômica” em muitas situações, por que tão pouca atenção é dada ao projetá-los? Frequentemente, as estações de trabalho são projetadas de modo insatisfatório, tanto em termos ergonômicos quanto de Movimentação de Materiais. Movimento excessivo para alcançar resultado nas dimensões inadequadas do local de trabalho e materiais posicionados de modo insatisfatório; movimento ineficiente entre as estações de

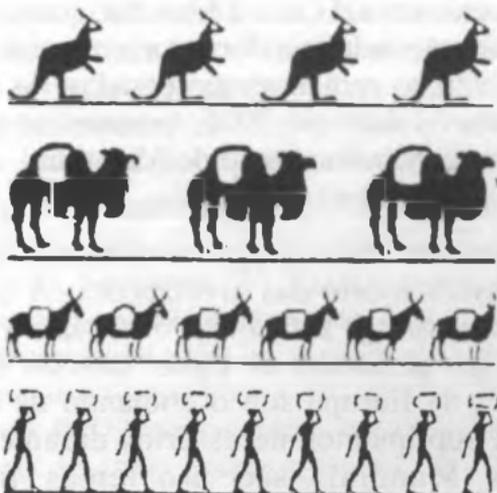
trabalho ocorre devido aos layouts insatisfatoriamente projetados; acidentes que ocorrem devido à elevação excessiva; e outros princípios básicos de Movimentação de Materiais que são ignorados, freqüentemente, ao se projetar sistemas de primeira geração.

A experiência sugere que a primeira geração é a mais freqüentemente menosprezada quanto a seus benefícios econômicos potenciais. Quando os sistemas de primeira geração são viáveis, se o seu projeto receber maior atenção, como os sistemas de gerações mais recentes, provavelmente será difícil justificar alguns elementos destes últimos sistemas. Produtos projetados para montagem automática, por exemplo, freqüentemente podem ser montados manualmente a um custo muito menor do que a solução automatizada; de modo similar, no projeto de sistemas de Movimentação de Materiais, as soluções de primeira geração freqüentemente surgem como as vencedoras.

1ª Geração: até o fim do século XIX

Manual (Animal)

*Homens (animais) movimentando materiais
com seu próprio esforço.*



O número de acidentes relacionados com a Movimentação de Materiais denota a falta de atenção dada ao projeto dos sistemas de primeira geração. A principal fonte de acidentes industriais, muitos deles relacionados com a Movimentação de Materiais, refere-se aos problemas na coluna, devido à elevação manual de materiais. Se atenção adequada fosse dada ao projeto dos sistemas de primeira geração, todos os acidentes seriam eliminados. Utilizando contentores, dispositivos de elevação do tipo pantográfico, manipuladores industriais, mesas de transferência do tipo esfera e niveladores automáticos devidamente projetados, padronização das alturas dos locais de trabalho, AGV's e transportadores contínuos, por exemplo, eliminar-se-ia a elevação de cargas pesadas.

A movimentação manual do material é uma questão séria. Maior atenção está sendo dada ao tamanho e peso das cargas levantadas manualmente. Muitos países, especialmente na Europa, reduziram significativamente o peso máximo permitido e individual que se pode elevar. Como resultado, contentores menores estão sendo utilizados; cargas maiores que 12 a 17 quilos estão sendo eliminadas dos sistemas de primeira geração. Como disse um engenheiro de Movimentação de Materiais, "precisamos projetar contentores que sejam tão pequenos que seria impossível sobrecarregá-los, ou tão grandes que nenhuma pessoa tentaria levá-los manualmente - qualquer coisa entre estes dois pontos resultará em acidentes e tempo perdido".

Maior atenção precisa ser dada à Movimentação de Materiais, e maior ênfase precisa ser dada ao projetar sistemas dos quais os homens são integrantes.

A Segunda Geração

A Movimentação de Materiais de segunda geração inclui a utilização de transportadores contínuos, veículos industriais e manipuladores, monotrilhos, guindastes e içadores para movimentar material; a estocagem de materiais em estantes, carrosséis e estruturas de estocagem que utilizam equipamentos de recuperação controlados por homens; a proteção do material por meio de sua unitização com faixas, filme encolhível e esticável,

bem como a aplicação de espuma na caixa, acondicionamento interno e calços; e a utilização de comutadores-limitadores, solenóides, paradas mecânicas e dispositivos mecânicos para controlar os equipamentos.

Embora a utilização da movimentação mecanizada seja dos tempos dos egípcios, empregando cabaças, cordas e a roda para bombear água, não foi até o final de 1800 que ímpeto considerável foi dado à utilização de métodos mecanizados de movimentação. Tais métodos continuaram a representar a “tecnologia mais recente”, até que surgiram as soluções automatizadas após a Segunda Guerra Mundial. O surgimento da linha de montagem no início do século XX providenciou o ímpeto necessário para acelerar a utilização das tecnologias de Movimentação de Materiais de segunda geração na manufatura. Transportadores contínuos, veículos de elevação e guindastes tornaram-se lugar comum em todas as fábricas de manufatura.

Em 1920, um princípio já governava a Movimentação de Materiais econômica: na Movimentação de Materiais, execute somente as operações que sejam absolutamente necessárias, e execute estas operações de forma tal a assegurar o menor custo. A solução dos problemas de movimentação é assegurada não somente pela utilização de dispositivos mecânicos, mas, também, pela atitude mental do projetista. Uma atitude mental adequada, visando ao trabalho, é um pré-requisito ao sucesso. Se o gerente estiver convencido de que vale a pena solucionar o problema a partir do ponto de vista da manufatura e acreditar, profundamente, que a simplicidade do mecanismo e método não é somente essencial, mas a evidência direta de uma solução sábia, ele rejeitará os diversos planos contemplados e recusará considerar seu trabalho realizado até que tenha um plano absolutamente simples com o qual executar o trabalho.

Apesar das discussões por parte de alguns adeptos do “Just-in-Time” que “se apaixonaram” pelas soluções de primeira geração, e acreditam que as mesmas são as soluções da Movimentação de Materiais, a movimentação mecanizada ainda é o método econômico para movimentar, estocar, controlar e proteger

materiais para determinadas necessidades. Como observado anteriormente, a movimentação manual é *a solução correta* para muitas aplicações; entretanto, a movimentação de primeira geração nem sempre domina as gerações mais recentes, especialmente a movimentação de segunda geração.

A movimentação mecanizada amplia a capacidade humana em termos de peso elevado e transportado, velocidade, precisão e repetibilidade da movimentação, altura de alcance e esforço. De modo interessante, algumas pessoas acreditam que a movimentação manual é mais flexível do que as soluções de gerações mais recentes. Entretanto, se a flexibilidade é definida em termos de habilidade em acomodar as necessidades variáveis de velocidade, precisão, repetibilidade, peso, altura e esforço, é claro que as soluções de primeira geração nem sempre serão mais flexíveis do que as de segunda geração.

Outras pessoas discutem que o benefício da Movimentação de Materiais é a comunicação cara a cara que ocorre entre operações sucessivas. Se este é o motivo principal para uma solução de primeira geração, então é necessário questionar a escolha. Na era da comunicação atual, muitas opções encontram-se disponíveis, não somente os contatos cara a cara.

Tendo considerado, resumidamente, os aspectos positivos dos métodos de movimentação de segunda geração, é importante notar os aspectos negativos da movimentação mecanizada: investimento de capital, custos de manutenção e obsolescência tecnológica. Os programas de manutenção preventiva e de substituição planejada são essenciais às soluções de segunda geração que continuam a ser *a escolha econômica* no decorrer de um longo prazo. Ademais, pode-se facilmente perder os benefícios da movimentação de segunda geração quando o candidato errado é eleito para executar a tarefa de movimentação: é necessário cuidado para casar capacidades com necessidades.

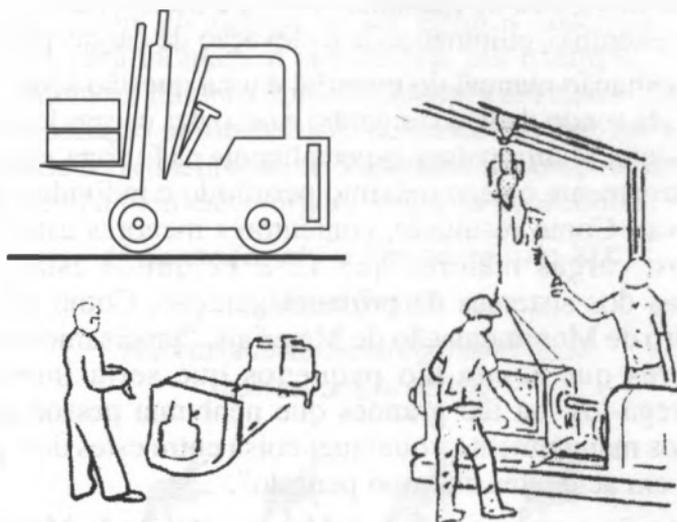
A escolha entre a movimentação de primeira e segunda geração envolve uma análise entre investimentos de capital e despesas operacionais. Num ambiente no qual as necessidades de movimentação mudam radicalmente, os investimentos de capital

são mais difíceis de justificar. Além disso, quando os equipamentos de segunda geração estão em funcionamento, freqüentemente, é difícil justificar a substituição do equipamento “que ainda funciona” por equipamentos com melhores características de desempenho.

2ª Geração: dos anos 1900 até 1950

Mecanizada

Homens movendo (direção) materiais utilizando equipamentos para reduzir o esforço.



No geral, o equipamento de Movimentação de Materiais é parcialmente abandonado na indústria das Américas; mais atenção é dada para manter e melhorar os equipamentos de Movimentação de Materiais na Europa e no Japão. A filosofia “se não estiver quebrado, não conserte” não funciona para nos beneficiar; ao contrário, devemos adotar um enfoque empresarial de exigir que o uso continuado de todos os equipamentos além de cinco anos seja rigorosamente justificado. E mais, devemos reconhecer que alguns obtiveram uma vantagem competitiva por meio da adoção das filosofias de “se não tiver quebrado, quebre-o” e “se não quiser que quebre, melhore-o”.

A Terceira Geração

A Movimentação de Materiais de terceira geração, a Movimentação de Materiais automatizada, não é nova! Muitos engenheiros de Movimentação de Materiais acreditam que a terceira geração tenha entrado em cena durante a última década. Realmente, as primeiras patentes de veículos guiados automaticamente (AGV), paletizadores automáticos, identificação automática, transelevadores de estocagem e recuperação automática, robôs e sistemas de sortimento automático foram publicadas nas décadas de 1950 e 1960. Durante as décadas de 1970 e 1980, controles automáticos foram acrescentados aos mon trilhos, veículos de elevação, carrosséis, rebocadores, estanterias de fluxo, transelevadores e outros equipamentos de movimentação.

Inicialmente, a demanda da comunidade usuária foi para maior sofisticação de hardware. Como resultado, sofisticados controles de hardware foram desenvolvidos. Entretanto, devido ao rápido desenvolvimento da tecnologia de computador durante as décadas de 1970 e 1980, a demanda logo mudou para maior sofisticação nos métodos utilizados para controlar material e outras operações de manufatura e distribuição. Infelizmente, nossa demanda de sofisticação superou o ritmo de nossa habilidade em entregar o software necessário. Como resultado, uma série de “histórias de terror” surgiu, na qual os sistemas estavam atrasados em anos e o custo superava as cotações originais. A necessidade da simplicidade aprendida pelas primeira e segunda geração foi reaprendida pela terceira geração!

Se somente uma das quatro dimensões da Movimentação de Materiais (movimentar, estocar, controlar e proteger materiais) deve ser automatizada, então recomendamos automatizar a função de controle. Exemplos de controle da terceira geração que são fornecidos junto com a movimentação de primeira e segunda geração, estocagem ou proteção incluem ligar veículos de elevação e o computador através de terminais de rádio, a instalação de terminais de computador em carrinhos contentores empurrados manualmente na separação de pedidos e a utilização

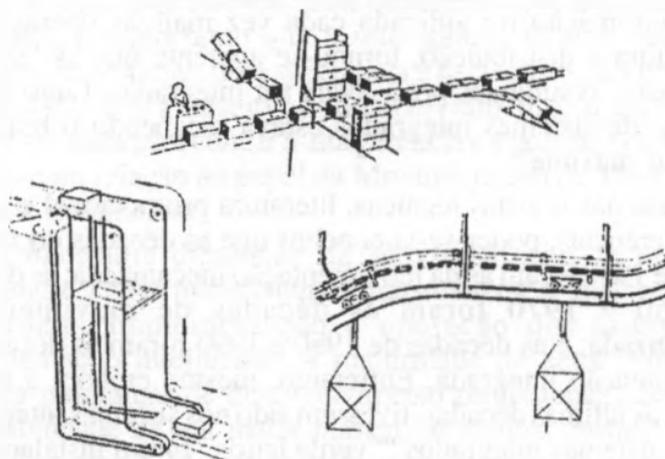
de equipamentos de identificação automática num outro sistema de primeira ou segunda geração.

Deve-se notar que nossa referência para controlar inclui tanto o hardware para controle do equipamento quanto o software para o gerenciamento ou controle de sistemas. Embora alguns possam preferir distinguir entre tecnologia de controle de hardware necessária para controlar a máquina de estocagem/recuperação e tecnologia de controle de gerenciamento necessária para controlar um armazém, as duas estão realmente tentando executar a mesma coisa: obter uma resposta desejada de um dado conjunto de inputs. A diferença, evidentemente, nos controles do equipamento e controles de gerenciamento é que os equipamentos são “mais fáceis” de controlar do que as pessoas.

3ª Geração: dos anos 1950 até 1980

Automática

Homens movimentando (controles) materiais automaticamente entre processos.



Um desenvolvimento promissor nos sistemas de controle para armazéns que começou em 1980 é a utilização da programação orientada ao objeto. Com muita frequência, ocorre uma desconexão

entre o projeto de um sistema de armazenagem e o sistema de controle que é produzido. Um motivo importante disto é a “distribuição” de responsabilidades do projetista de sistemas de armazenagem e o projetista de sistemas de controle. Com a programação orientada ao objeto, deve-se ser capaz de produzir o sistema de controle diretamente do projeto de sistema de armazenagem.

Dadas as melhorias na tecnologia de comunicações e as pressões competitivas para ganhar participação de mercado nas informações, espera-se que os sistemas de controle desempenhem um maior papel na Movimentação de Materiais na próxima década do que em qualquer década anterior. Tem sido dito que a pessoa ou organização que controla as informações, controla o mundo. Entretanto, para que o sistema de controle entregue a vantagem máxima, é preciso ir além do pensamento de terceira geração e abraçar o pensamento de quarta e quinta geração.

A Quarta Geração

Durante o final da década de 1970 e início da de 1980, à medida que a automação foi aplicada cada vez mais às operações de manufatura e distribuição, tornou-se aparente que as “ilhas de automação” resultantes precisavam ser integradas. Logo após, o conceito de sistemas integrados estava recebendo o brasão de “solução máxima”.

Com base nas revistas técnicas, literatura promocional e artigos de conferências, poder-se-ia concluir que as décadas do final de 1800 até 1950 foram as da movimentação mecanizada; as décadas de 1960 e 1970 foram as décadas de movimentação automatizada; e as décadas de 1980 e 1990 foram as décadas da movimentação integrada. Entretanto, mesmo embora a ênfase, durante as últimas décadas, tivessem sido nos sistemas integrados, poucos sistemas integrados “verdadeiros” foram instalados. Os sistemas resultantes tenderam a ter interface e não ser integrados. Para empregar uma analogia da química, as misturas químicas nos compostos químicos foram o resultado do esforço para realizar sistemas integrados.

O benefício sinérgico prometido da integração dos sistemas foi que “o todo seria maior que a soma de suas partes”. Entretanto, a utilização de procedimentos de justificativa incremental não captaram totalmente os benefícios da integração. Como resultado, foi difícil justificar a utilização da integração ampla do sistema.

Quais são as implicações do estado atual de sistemas integrados no século XXI? Primeiro, é óbvio que a quarta geração não está totalmente amadurecida. Segundo, para que ampla integração do sistema ocorra, os componentes individuais precisarão “perder suas identidades”; ao invés de sistemas de controles separados para distribuição e manufatura, um único sistema de controle existiria num sistema integrado. Terceiro, poderíamos não desejar ter sistemas integrados; sistemas com interface poderiam ser exatamente aquilo que precisamos *neste ponto no tempo*. Quarto, não somente muitas empresas não integraram o hardware e o software de Movimentação de Materiais, mas, também, não integraram a função de Movimentação de Materiais em sua própria organização de manufatura e distribuição.

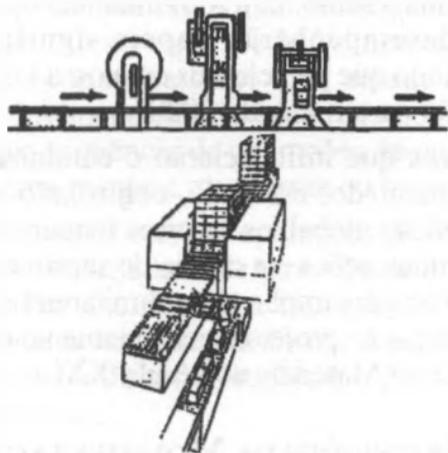
Em essência, um sistema integrado deve ser encarado como “um equipamento simples”, ao invés de uma coleção de equipamentos. Dentro de um contexto mais limitado, vimos isto ocorrer no projeto de máquinas de usinagem multifuncionais de múltiplos eixos, onde a movimentação, estocagem, proteção e controle das ferramentas e peças de trabalho são parte *integrante* da máquina. Combinações similares de funções ocorreram no desenvolvimento de equipamentos de paletização e embalagem automáticas.

O conceito de “máquina única” fornece uma meta útil para aqueles que se empenham por sistemas integrados. Num vasto número de exemplos, os gargalos para realizar uma versão de “máquina única” de estocagem são os gargalos da Movimentação de Materiais. Os principais problemas a serem superados parecem ser aqueles associados com movimentar, estocar, controlar e proteger materiais, contentores e acessórios; e a solução para tais problemas depende de eliminar, criticamente, a variação inesperada no sistema.

4ª Geração: dos anos 1980 até...

Integrada

*Materiais em movimento automático
entre processos automáticos.*



Com base na terminologia do National Institute of Standard and Technology, o sistema integrado resultante poderia ser uma “máquina virtual”, não uma máquina física única. A “máquina virtual” comportar-se-ia como, mas não necessariamente se pareceria com uma máquina única; dentro da “máquina virtual”, as tecnologias de Movimentação de Materiais de primeira, segunda e terceira gerações seriam utilizadas. Daí, as soluções de quarta geração poderiam se integrar (ou fazer interface) com pessoas, equipamentos e sistemas de controle.

A Quinta Geração

A movimentação inteligente de quinta geração encontra-se apenas no estágio embrionário, quando comparada com as outras gerações. Ao tratar o assunto da movimentação inteligente, é importante distinguir a inteligência artificial (ou máquina) da inteligência natural (ou humana). No caso da Movimentação de Materiais, ambas desempenham papéis importantes.

Embora a inteligência artificial e seus sistemas técnicos associados não tenham tido o impacto esperado na prática e projeto da Movimentação de Materiais, sinais recentes de progresso sugerem que a quinta geração desempenhará um papel proeminente no século XXI. Sistemas especiais estão sendo utilizados pelos veículos guiados automaticamente e monotrilhos “inteligentes” para tomar decisões on-line de roteirização e despacho. No recebimento e na expedição, os sistemas especiais estão sendo procurados para direcionar um robô na paletização ou despaletização de cargas mistas, carregamento e descarregamento de caminhões de entrega e designando locais de estocagem para as cargas mistas. Para auxiliar o projetista, os sistemas especiais foram desenvolvidos para configurar caminhos para os AGV e estoques-pulmões para configurar e selecionar tecnologias de estocagem para cargas unitizadas e pequenas peças.

Entretanto, para que a inteligência artificial dê um retorno máximo, precisa ser baseada no alicerce empresarial da inteligência natural. Uma vez que a qualidade do desempenho de um sistema especial não será melhor do que a qualidade de seu input, é importante que a inteligência natural produza a inteligência artificial; um especialista é necessário, se um sistema especial deve ser desenvolvido. Obviamente, mais atenção precisa ser dada para educar a alta gerência e a gerência de segundo escalão com relação ao papel da Movimentação de Materiais em sistemas integrados.

Uma importante dimensão da Movimentação de Materiais inteligente é ganhar maior compreensão referente à “melhor prática” no projeto, implementação e operação dos sistemas de movimentação inteligente. A maturidade do setor, junto com intensos programas de desenvolvimento profissional, resultou na disponibilidade de um maior número de muitos profissionais de Movimentação de Materiais, brilhantes e capazes.

Não defendemos a Movimentação de Materiais apenas em nome da Movimentação de Materiais. Apenas aplaudimos a empresa que insistiu que os equipamentos continuassem em uso, somente

e somente se pudessem ser justificados, assim realmente aplaudimos a empresa que faz com que qualquer atividade de Movimentação de Materiais seja justificada pelo valor que fornece.

5ª Geração: a partir dos anos 1990...

Inteligente

A melhor Movimentação de Materiais é a de mínimo movimento e estocagem!

natural



artificial



Não somos tão ingênuos para acreditar que uma empresa pode ter sucesso sem a Movimentação de Materiais. Assim sendo, ao invés de insistir em não ter nenhuma Movimentação de Materiais, adotamos a visão que “movimentar menos é melhor”. Esta reivindicação é desenvolvida mais completamente a seguir, à medida que consideramos as quatro funções da Movimentação de Materiais: movimentar, estocar, controlar e proteger materiais.

As Forças da Mudança

Com base no grau de mudança que foi experimentado na Movimentação de Materiais nas últimas décadas, é seguro concluir que mudanças significativas ocorrerão durante as próximas décadas. Realmente, a mudança entre 1995 e 2020,

provavelmente, será significativamente maior do que a experimentada entre 1945 e 1995. As expectativas da população de um mundo mais saudável, mais seguro, mais limpo, mais verde e mais rico poderão ser realizadas se nosso mundo se tornar mais sábio. E, a Movimentação de Materiais e a Logística desempenharão papéis significativos na realização do mundo que planejamos em nossa visão de 2020, isto é, nossa visão para o ano de 2020.

As forças motrizes que influenciarão o caminho no qual o material é movimentado, estocado, controlado e protegido incluem a competição global, os recursos humanos, o impacto ambiental, as comunicações e a cadeia de suprimentos. Já que estes tópicos têm amplas implicações, limitaremos nosso foco ao impacto das forças no projeto e gerenciamento dos sistemas de Movimentação de Materiais no século XXI.

DEFINIÇÕES DA MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS

Antigamente, definia-se a Movimentação de Materiais como o manuseio de artigos pelo uso da força muscular, movimento e peso do corpo. Os tipos de manuseio são erguer, empurrar, puxar, transportar, baixar e manipular. Uma tarefa como carregar ou descarregar caixas é facilmente identificada como movimentação manual.

Movimentação de Materiais, em uma definição bastante genérica, consiste na preparação, colocação e posicionamento de materiais, a fim de facilitar sua movimentação e estocagem. Todas as atividades que se relacionam com o produto, exceção feita às operações de processamento e inspeção, são de Movimentação de Materiais.

Essa interpretação ampla da Movimentação de Materiais é ditada pelo fato de que o máximo de economia no movimento somente pode ser obtido se for observado o que ocorre com o material, desde a sua primeira movimentação como matéria-prima até seu carregamento nos veículos de entrega, no setor de expedição.

A Movimentação de Materiais é uma função de prestação de serviço que inclui o deslocamento dos materiais “de e para” processos produtivos e comerciais. É uma atividade comum a todos os ramos de negócios.

A Movimentação de Materiais não forma, mede, processa ou altera o material. “O serviço” de Movimentação de Materiais move e estoca os materiais até eles serem necessários. “A produção” da Movimentação de Materiais coloca ou posiciona materiais em uma seqüência de operações de processamento que mudará, de alguma maneira, sua forma ou tamanho.

Em alguns casos, entretanto, as operações de Movimentação de Materiais são realizadas dentro de uma operação de processamento. Por exemplo, um transportador contínuo pode mover os produtos através de um forno, uma cabine de pintura, uma sala de testes ou de refrigeração, e o produto é processado durante o movimento.

Indiferentemente ao ramo de negócio, seja numa operação produtiva, seja na prestação de serviço, a Movimentação de Materiais existe em todas as áreas.

Movimentação de Materiais pode ser definida de várias maneiras. É importante, entretanto, entendê-la numa composição das três definições que seguem:

1. Movimentação de Materiais é “A ARTE E A CIÊNCIA”, envolvendo a embalagem, a movimentação e a estocagem e o controle de materiais em alguma forma (definição adotada pelo Instituto IMAM);
2. Movimentação de Materiais é a criação de “TEMPO E ESPAÇO” a ser utilizado por um material;
3. Movimentação de Materiais é “MATERIAIS EM MOVIMENTO”.

A palavra-chave na primeira definição é “ARTE”. Movimentação de Materiais não é uma ciência bem definida, na qual todos os procedimentos estão contidos num manual, na forma de padrões para serem aplicados, resultando em soluções sempre ótimas.

Isto é conflitante muitas vezes, e o objetivo da Movimentação de Materiais é a pesquisa para encontrar uma solução que satisfaça as situações mais variadas e ainda com incerteza dos requisitos de um movimento. A interpretação deste dilema requer não somente uma compreensão científica da Movimentação de Materiais, mas uma grande sensibilidade para as atividades do projeto de um sistema de Movimentação de Materiais.

A principal idéia da segunda definição de Movimentação de Materiais é que ela “acrescenta valor a um produto”. A tradicional expressão filosófica da Movimentação de Materiais diz - “não adiciona valor”. Este ponto de vista não está contribuindo para a devida importância da Movimentação de Materiais. A afirmação que Movimentação de Materiais acrescenta valor a um produto é compreendida no contexto da armazenagem. Qualquer gerente de materiais e/ou armazém compreende claramente o valor da Movimentação de Materiais de onde e quando este foi processado e para onde e quando será necessário.

Eles definem este valor de um produto como sendo a disponibilidade. Na conjuntura atual, o valor da disponibilidade é definido como o valor do tempo e do lugar utilizado. Um produto tem, portanto, três valores reais: da forma, tempo e espaço utilizado. As atividades de manufatura estão relacionadas com a forma, e as atividades da Movimentação de Materiais dependem do tempo e do espaço utilizado.

A definição de Movimentação de Materiais como sendo “Materiais em Movimento” pode parecer um pesadelo de semântica. Entretanto, ao contrário desta definição, que descreve exatamente a extensão do campo da Movimentação de Materiais, ela é qualquer movimento de alguma coisa numa unidade industrial, armazém ou terminal de carga, desde a recepção, embalagem, estocagem, até a expedição. Até mesmo num hospital, a Movimentação de Materiais está presente. Roupas sujas ou limpas, refeições, remédios, medicamentos, equipamentos, informações e lixo são tipos de materiais que se submetem a uma constante movimentação. Portanto, a Movimentação de

Materiais não pode ser vista somente numa instalação industrial, mas como uma atitude necessária em várias empresas.

A Movimentação de Materiais, portanto, será considerada como uma extensão, não uma atividade totalmente científica, na qual adiciona os valores do tempo e lugar utilizados por todos os materiais.

O objetivo da Movimentação de Materiais é transportar e estocar os materiais do início ao término do processo, sem retrocesso e com um mínimo de transferências, e entregá-los nos locais apropriados de trabalho ou centros de produção, de modo a evitar congestionamentos, atrasos e manuseios desnecessários. Assim:

- Movimentação de Materiais é a produção e eliminação de movimentos de materiais em qualquer superfície ou combinação de superfície, por quaisquer meios que incluam estocagem e todos os movimentos, exceto operações de processamentos e consumos ou uso do material.
- Movimentação de Materiais é uma operação ou conjunto de operações que envolve a mudança de posição de coisas para qualquer processamento ou serviço, e/ou sua armazenagem interna ou externamente numa mesma unidade fabril, depósito ou terminal.
- Movimentação de Materiais se ocupa com o movimento de coisas, quer estas se encontrem em estado sólido, líquido ou gasoso, por meio de um ciclo completo de operações, desde a fonte de matérias-primas, incluído o recebimento e a estocagem antes da utilização, sua movimentação até o processamento, entre as diversas fases de processamento, e a movimentação até o estágio de produto acabado, incluindo a embalagem, armazenagem e distribuição.

É um fator indispensável em qualquer empreendimento produtivo, distribuidor ou comercial. Invariavelmente, tal movimentação absorve tempo, mão-de-obra e dinheiro. Espaço também se constitui em um custo de movimentação.

A EXTENSÃO DO CAMPO DA MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS

A Movimentação de Materiais é uma atividade comum a todos os ramos de negócios e está relacionada com o transporte, a armazenagem (recebimento, estocagem, seleção de pedidos, embalagem e expedição) e a distribuição de matérias-primas e produtos acabados; e o máximo de economia somente pode ser obtido se for observado o que ocorre com o produto, desde a sua primeira movimentação como matéria-prima nos depósitos da fábrica até sua colocação no veículo de entrega no setor de expedição. Evidentemente, tal movimentação absorve espaço, tempo, mão-de-obra e dinheiro.

Ao falar de fluxos logísticos devemos iniciar por fazer uma distinção entre os transportes propriamente ditos e as operações de movimentação. Pode-se inferir a seguinte classificação:

- I. Transportes propriamente ditos são movimentos de longa distância, desde a origem até a fábrica, para matérias-primas, e desde a fábrica ao destino, para os produtos acabados. Efetuam-se por caminhão, trem, navio, avião, etc. Não correspondem à movimentação, mas a afetam no sentido de que as suas instalações são influenciadas pelos sistemas de recepção ou expedição, com os correspondentes controle, armazenagem, embalagem, marcação, etc. empregados.
 - II. Transportes internos na fábrica, para que os materiais sigam a linha de produção até chegarem à expedição. Estes sim concernem a movimentação e referem-se àqueles movimentos que excedem do alcance da mão do operário. Dito em outras palavras: movimentos que, ao serem efetuados por um homem, o obrigam a servir-se de suas pernas.
 - III. Manuseios de material nos diversos postos de trabalho. Manuseios que se efetuam dentro do alcance da mão e dos braços. Quer dizer, se os realizarem, um homem não necessitará recorrer às suas pernas.
-

Muitos autores têm oferecido suas definições, mas todos parecem concordar com uma coisa, pelo menos: que a **Movimentação de Materiais** é considerada “dentro” da empresa - para diferenciá-la da movimentação externa, que é comumente expressa por transporte.

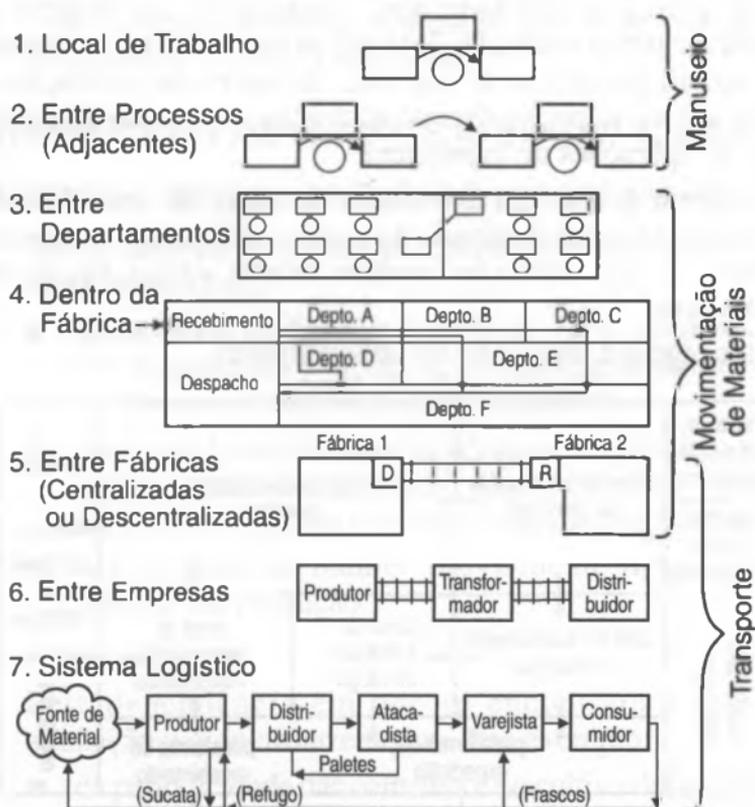
É válida a seguinte analogia para distinguir estas três interpretações:

Manuseio: Arranjo físico no posto de trabalho ou células: posição do operador, ferramentas, materiais. Vencer distâncias em cm.

Movimentação: Arranjo físico da fábrica. Localização física de equipamentos, materiais, operários e instalações. Vencer distâncias em m.

Transporte: Localização de fábricas e armazéns. Vencer distâncias em km.

Manuseio, Movimentação e Transporte



ABORDAGEM DA MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAGEM DE MATERIAIS

Considerando a Movimentação de Materiais como sendo função de movimento, tempo, lugar, quantidade e espaço, vamos analisar o que está por trás desses elementos e as conseqüências a que essa análise nos leva:

1. **Material:** o material é qualquer material, volume ou carga unitizada, em qualquer forma - sólido, líquido ou gasoso.
2. **Quantidade:** a demanda varia entre operações em qualquer processo de produção.
3. **Movimento:** materiais, peças e produtos acabados devem ser movimentados de um lugar para outro.
4. **Tempo:** cada passo ou processo num empreendimento requer que os suprimentos estejam disponíveis no momento que são necessários.
5. **Lugar:** o material é de pouco significado em qualquer atividade, a não ser que esteja no local próprio para o uso.
6. **Estocagem:** a estocagem do material oferece um pulmão entre as operações, facilita o uso eficiente de pessoas e máquinas e oferece organização eficiente de material. As considerações de estocagem do material incluem tamanho, peso, condição e possibilidade de empilhamento do material; as vendas necessárias; e restrições físicas, como capacidade de carga do piso, condição do piso, espaço entre as colunas e altura livre.

Os problemas de estocagem, muitas vezes, ficam em silêncio. O material comprimido na parte inferior de uma pilha, muitas vezes, permanece escondido por longo tempo. Pior ainda são os materiais presos, escondidos atrás do estoque recebido mais recentemente, às vezes esquecidos e pedidos novamente, atrasando a produção ou expedição e à espera da obsolescência, enquanto são usados estoques mais prontamente disponíveis.

7. **Espaço:** espaço de armazenagem, usado ou não, é um dos mais importantes elementos em qualquer fábrica - ele custa dinheiro.

As necessidades de espaço e o controle de estoques são influenciados pelo tipo de fluxo de material.

8. **Controle:** o controle verdadeiro do material exige o controle físico e da condição do material.

O controle físico é o controle da orientação, da seqüência e do espaço entre os materiais. O controle da condição é a consciência, em tempo real, de locação, quantidade, destino, origem, proprietário e programa dos materiais.

É o controle bom que torna efetivo um sistema eficiente de movimentação. As relações são simbióticas.

Some os oito elementos acima e o propósito básico da Movimentação de Materiais estará definido. Estes oito elementos não podem ser considerados separadamente - um afeta o outro. Para projetar um bom sistema, todos os elementos devem estar integrados de tal maneira que seus desempenhos conjuntos resultem numa movimentação suave, eficiente e segura dos materiais, peças e produtos.

Conclusão: "Movimentação de materiais fornece a quantidade certa do material certo, na condição certa, no lugar certo, na posição certa, pelo método certo, seguramente, na seqüência certa, pelo custo certo."

Relação Entre Movimentação e Armazenagem

MOVIMENTAÇÃO → FLUXO
(DINÂMICO)

ARMAZENAGEM → ESTOQUE
(ESTÁTICO)

Nos extremos de qualquer movimento (deslocamento), o material permanece parado. Para cada deslocamento tem-se duas paradas (estocagens).

Portanto, a Movimentação de Materiais depende da Armazenagem e vice-versa.

A Armazenagem (estocagem) é a Movimentação de Materiais com velocidade zero.

ARMAZENAGEM OU ESTOCAGEM DOS MATERIAIS?

Armazenagem é a denominação genérica e ampla que inclui todas as atividades de um local destinado à guarda temporária e à distribuição de materiais (depósitos, almoxarifados, centros de distribuição, etc.)

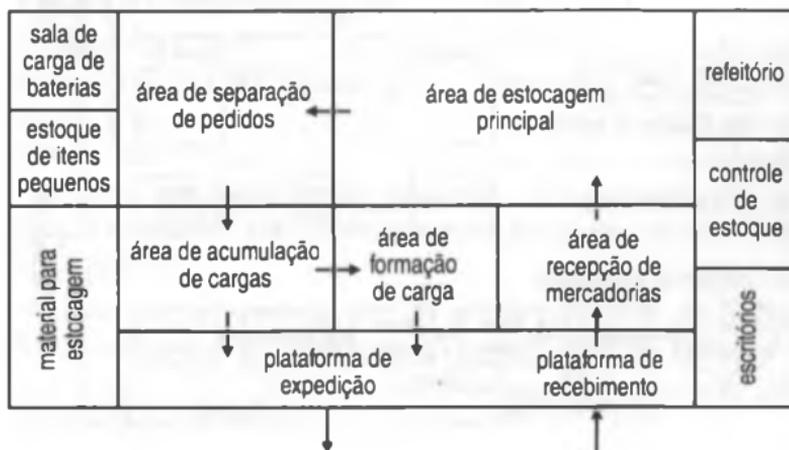
Armazenagem é um conjunto de atividades que diz respeito à estocagem ordenada e distribuição de produtos acabados dentro da própria fábrica ou em locais destinados a este fim, pelos fabricantes, ou através de um processo de distribuição.



Estocagem é a atividade que, a princípio, diz respeito à guarda segura e ordenada de todos os materiais no armazém, em ordem prioritária de uso nas operações de produção, e ainda quanto às peças, mesmo acabadas, esperando despacho para as operações de montagem.

Estocagem é uma das atividades do fluxo de materiais no armazém e o local destinado à locação estática dos materiais. Dentro de um armazém podem existir vários locais de estocagem.

A estocagem é uma parte da armazenagem.



FUNÇÕES DA ARMAZENAGEM

Armazenar é uma função da Logística que envolve o tratamento dos materiais entre o tempo de produção e a sua venda ou usuário final.

Em um sentido mais prático, armazenar refere-se à estocagem aliada a uma ampla gama de funções voltadas para a movimentação, tais como consolidar, separar, classificar e preparar as mercadorias para redespacho.

A armazenagem tem a função de:

- criar utilidade de tempo: produtos agrícolas, hortifruti-granjeiros, moda, sazonais, etc.;
- criar utilidade de localização: material certo no local certo;
- criar utilidade de forma: maturação do produto, melhoria da qualidade (fumo, bebidas, etc).

A ARMAZENAGEM E SUA IMPORTÂNCIA NO SISTEMA LOGÍSTICO

Os fatores que mostram a necessidade da armazenagem são:

1. Necessidade de compensação das diferentes capacidades das fases de produção:

- necessidade da fixação do volume ótimo da produção de componentes e produtos, e conseqüente diminuição do número de preparações de máquinas;
- necessidade da aplicação de técnicas de produção mais aperfeiçoadas para obtenção de produção em número mais elevado, como é o caso da produção em série;
- necessidade de manter previamente uma reserva mínima na produção.

2. Equilíbrio sazonal

Pela dependência em que se encontram a fase de aquisição e a de armazenagem. Por exemplo:

- da periodicidade das colheitas e do cultivo dos produtos alimentícios;
-

- nos efeitos da moda, quanto à determinação dos artigos próprios da estação respectiva, no caso da indústria têxtil.

3. *Garantia de continuidade da produção*

É essencial regular a montagem dos produtos:

- em períodos de aumento da produção, pois os prejuízos por quebra de ritmo são muito elevados;
- em caso de insegurança de fornecimento das matérias-primas de origem internacional;
- quando os fornecimentos ou as promessas de fornecimento a curto prazo dependem, da parte do fornecedor, da existência de matérias-primas ou de produtos semi-acabados, e a obtenção ou entrega destes só é possível a longo prazo.

4. *Custos e especulação*

Convém aguardar uma oportunidade de obtenção de ganhos ou de estabilização das conjunturas:

- sempre que a aquisição de maiores quantidades se revele mais econômica;
- quando os preços das mercadorias armazenadas se encontram sujeitos a oscilações no mercado mundial.

RAZÕES CONTRA A MANUTENÇÃO DE UM ARMAZÉM OU DOS ESTOQUES

1. A mercadoria estocada custa.
2. Ocupa espaços em edifícios e acarreta custos em instalações, administrações, mão-de-obra e equipamentos.
3. Os materiais estocados mobilizam capitais, traduzidos em juros a serem pagos.
4. A armazenagem exige a ocupação de espaços em edifícios, em instalações próprias.

5. A armazenagem requer estruturas administrativas e organizações de controle.
6. O material “envelhece”, deteriora com o tempo e pode perder sua validade (por exemplo, produtos farmacêuticos), caso não haja uma rotatividade bem planejada.
7. Um grande armazém comporta percursos longos e, conseqüentemente, maiores custos de movimentação.

Conclusão: A armazenagem (estocagem) é um mal necessário.

BENEFÍCIOS DA MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS

Os benefícios podem aparecer na forma de redução de capacidade ampliada e melhoria das condições de trabalho.

Redução de Custos

Os programas de redução de custos têm duas grandes metas:

- reduzir o custo da Movimentação de Materiais e
- reduzir os custos totais, através de melhores procedimentos de movimentação.

Isto significa, algumas vezes, um aumento dos custos da Movimentação de Materiais, para que seja obtida uma redução nos custos totais (“trade off”).

Outras formas pelas quais as reduções de custo podem ser realizadas através da melhoria da Movimentação de Materiais são:

- 1- Redução do trabalho de Movimentação de Materiais executado através de mão-de-obra direta, tal como pessoal de separação, expedição, estocagem e recebimento.
- 2- Redução da mão-de-obra indireta associada às atividades de Movimentação de Materiais, incluindo pessoal de controle de produção, pessoal de almoxarifado de ferramentas, inspetores de qualidade de recebimento, pessoal de controle de estoques, etc.
- 3- Redução dos danos, perdas e extravios de materiais através de uma movimentação mais cuidadosa.

- 4- Redução da burocracia e dos serviços administrativos associados, através de sistemas de movimentação que minimizem as necessidades de controle.
- 5- Redução da quantidade de materiais no sistema, através de um fluxo mais rápido e menos estocagem de materiais em processo, tais como nas células de manufatura.
- 6- Redução da quantidade de materiais auxiliares, tais como materiais de embalagem, paletes, etc.

Aumento da Capacidade

O aumento da capacidade é usado, freqüentemente, como uma justificativa para aperfeiçoamento de um sistema de movimentação, quando uma empresa necessita de mais espaço ou de aumento da produção.

Melhorias na Movimentação de Materiais podem aumentar a capacidade dos fatores seguintes:

1. Melhor utilização do espaço

Os sistemas de estocagem utilizam-se de contentores que são empilhados uns sobre os outros quando cheios, e são completamente desmontáveis quando vazios.

Suponha que os materiais estejam estocados, atualmente, somente até 2 metros de altura. Uma mudança que use o espaço até a altura de 4 metros irá dobrar a capacidade de estocagem.

2. Otimização no layout para reduzir distâncias e perda de espaço

Analisando o fluxo de materiais entre as operações, o volume envolvido, as intensidades de fluxo e a duração da Movimentação de Materiais, é normalmente possível reduzir o tempo de movimentação e as necessidades de espaço.

Rearranjar o equipamento e criar sistemas de movimentação que reduzam a distância que o material deve percorrer são objetivos permanentes.

Um estudo de localização e dimensionamento dos corredores geralmente revela uso desnecessário deste espaço. A adoção de empilhadeiras retráteis ou pantográficas pode economizar

um espaço considerável em corredores. Cada metro quadrado de espaço de corredor economizado pode ser multiplicado por 6 metros ou mais, quando diz respeito a um sistema de estocagem de alta densidade.

Em alguns armazéns, um simples rearranjo do estoque para melhor posicionar os materiais de alta rotatividade pode diminuir o tempo de movimentação dos separadores de pedidos.

Alguns dos benefícios a se esperar de uma melhor Movimentação de Materiais

- Redução no custo de movimentação.
- Economia de espaço.
- Redução de estoques, por um melhor controle do estoque.
- Redução das perdas decorrentes de movimentação e armazenagem inadequadas.
- Valorização da classificação da sucata, através de movimentação seletiva.
- Redução do trabalho humano e elevação da sua dignidade.
- Tornar o trabalho mais interessante e eficaz.
- Redução de fadiga.
- Tornar o trabalho mais seguro.
- Aumento da capacidade produtiva.
- Racionalização do fluxo de trabalho.
- Melhora da distribuição e dos roteiros.
- Melhora da localização e do layout das instalações.
- Aumento da eficiência do recebimento e expedição.
- Melhor controle administrativo
- Segurança na operação
- Reposta rápida ao cliente
- Flexibilidade em mudar para atender novas necessidades
- Maior satisfação no trabalho
- Redução do investimento

3. Maior Utilização do Equipamento

Muitos equipamentos de produção não trabalham a plena capacidade porque são limitados pela frequência com a qual os materiais são entregues ou removidos do

equipamento ou do local de trabalho. Um sistema de movimentação adequado, ou o controle eficiente de um sistema de movimentação existente, pode aumentar bastante a utilização do equipamento de produção.

Por exemplo, uma prensa operava em média a 60% de sua capacidade teórica. Depois que os sistemas foram automatizados (isto é, providos de alimentação e remoção automáticas e contínuas de peças e retalhos ao longo da seqüência de operações), a utilização do equipamento subiu para 80%. Este aumento de 33% na produtividade realizou-se tanto na forma de aumento do tempo disponível para a operação, quanto através da redução do número de máquinas necessárias e, conseqüentemente, de uma correspondente redução de espaço e custos.

Fornecendo-se um carrinho porta-paletes para os operadores de prensas, pode-se aumentar também a utilização da prensa, porque os operadores não terão que esperar por uma empilhadeira ou ponte rolante para mover o material entre operações.

4. *Carga e Descarga de Veículos mais Rápidas*

O desenvolvimento de sistemas de unitização de cargas (paletes e contentores) para carga e descarga de veículos de transporte reduziu muito o tempo de carga. Desta forma, o veículo de transporte pode dispender mais tempo movimentando e menos tempo esperando os materiais nas plataformas de carga. Isto não só diminui o custo de operação, como reduz o número de pontos de carga e descarga, com uma correspondente redução do número de operadores.

Criação de Melhores Condições de Trabalho

1. *Segurança para o Homem, Materiais e Equipamentos*

Isto pode ser alcançado através de um sistema de Movimentação de Materiais adequado. Por exemplo, quando se instalam dispositivos de proteção ao longo de um transportador de correia, o número de acidentes diminui.

Custos de acidente, tempo perdido em decorrência de acidentes, etc. são reduzidos devido à melhor movimentação. A quantidade de materiais e equipamentos danificados também diminui.

2 *Tarefas mais Fáceis*

Quando cargas pesadas devem ser movimentadas, a freqüência de transferência pode ser significativamente afetada pela capacidade física e pelas condições dos operadores. Muitos sistemas de movimentação são justificados, em parte, pelo fato de terem eliminado o esforço excessivo da tarefa, resultando num fluxo de trabalho mais constante através de uma maior produção. Isto pode acarretar, também, uma menor rotatividade de funcionários, menos treinamento de novos trabalhadores e aumento do moral.

3 *Trabalho mais Leve*

Se o trabalho é fisicamente mais leve, pode ser possível aumentar a produtividade, uma vez que o esforço manual foi reduzido devido à movimentação.

4 *Eliminação de Enganos*

Em algumas atividades, é muito fácil o operador se confundir e deslocar o material para um local errado, usar quantidades erradas, desperdiçar ou danificar materiais ou, de alguma outra forma, interromper a operação de produção. Se sistemas adequados de movimentação são instalados, espera-se que tais erros nunca venham a acontecer.

Melhores Condições de Atendimento

Os sistemas adequados de movimentação e armazenagem freqüentemente aumentam o valor de um produto para o consumidor. A adoção de tal sistema de movimentação pode pesar na decisão de um cliente de usar um fornecedor, em vez de outro. Isto pode ser conseguido das seguintes formas:

1. *Rapidez do Serviço*

Se os procedimentos de movimentação garantem ao cliente um atendimento imediato, ou com alguma vantagem sobre o tempo de

entrega dos concorrentes, isto pode constituir a principal razão para a obtenção ou manutenção de um negócio.

2 *Redução de Custos para Clientes e Fornecedores*

O desenvolvimento da carga unitizada propicia aos fornecedores e clientes cortarem seus custos, uma vez que eles não necessitam movimentar itens individuais, ou assumir isoladamente a despesa de paletizá-los: basta formular um sistema para intercâmbio de paletes.

A redução da atividade de embalagem de materiais e de seus custos é obtida, algumas vezes, através de técnicas de unitização da carga. Isto pode auxiliar o fornecedor a diminuir seus custos para o cliente. Além disso, a unitização dos materiais pelo comprador pode ser simplificada pelo projeto adequado da embalagem, reduzindo desta forma o custo da desembalagem e arrumação do material em embalagens de consumo. A padronização pode ser feita pelo fornecedor no final de suas linhas de montagem ou outras operações finais.

O contêiner de 20, 30 e 40 pés para o transporte, integrado ao sistema de recebimento, pode ser descarregado na unidade de produção, trazendo grandes economias. Isto pode interessar ao cliente, pois reduz seus custos de recebimento e preserva a integridade de cada lote de material. O uso de contêiner pode mesmo eliminar a necessidade de estocagem coberta ou fechada. Devido à grande rapidez de descarga, ele pode reduzir a quantidade de material no ciclo fornecedor - produtor - transportador - cliente.

Imagem da Empresa

Enquanto pode ser difícil provar que um sistema de movimentação e armazenagem de materiais justifica-se somente por seu retomo de investimento, uma publicidade pode resultar em um sistema verdadeiramente notável. Muitos gerentes argumentam que, ao levarem possíveis clientes para visitarem suas fábricas, eles ficaram tão impressionados que foi obtido um pedido graças à impressão de eficiência, qualidade e serviço das instalações de Movimentação e Armazenagem de Materiais.

Além disso, uma fábrica ou armazém bem instalado pode obter grande publicidade técnica de profissionais, que tanto pode atrair clientes quanto aumentar a reputação da empresa em todos os círculos.

Uma fábrica ou armazém sem filas de caminhões na portaria é admirado tanto pelos funcionários e fornecedores quanto pelos clientes. Isto pode elevar o conceito da empresa na comunidade e tornar bastante fácil contratar e manter os melhores profissionais.

LIMITAÇÕES E RESTRIÇÕES NA MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS

É um mau procedimento em engenharia e na administração olhar somente os benefícios, e ignorar as limitações. Os sistemas de Movimentação de Materiais, às vezes, têm conseqüências negativas que podem ser bem distinguidas. Estas, entretanto, podem ser avaliadas antes das mudanças serem adotadas. Algumas dessas possíveis desvantagens são:

1. Capital Adicional Investido

Deve-se verificar se realmente existe a vantagem de um investimento no sistema de Movimentação de Materiais em relação a outras áreas do empreendimento. Deve-se assegurar que os ganhos esperados não sejam baseados numa comparação entre o sistema mais mecanizado e o sistema atual, mas entre o novo sistema proposto e a melhor versão do sistema presente.

2. Perda de Flexibilidade

Se o sistema de Movimentação de Materiais foi projetado para um material com um certo tamanho, forma, volume ou demanda de produção e instalado para uma seqüência particular de operações, devemos estar cientes do impacto das mudanças em potencial. O sistema proposto é “flexível o suficiente” para ser rápido e economicamente adaptado para uma certa faixa de mudanças no produto ou técnica de produção? Se não, o custo da troca de

sistema e o tempo perdido devem ser incluídos na avaliação, ou deve ser mostrado que o investimento será satisfatoriamente recuperado antes que a proposta inicial de Movimentação de Materiais necessite de mudanças. Muitos sistemas de transportadores contínuos tornaram-se um fracasso econômico neste ponto.

3. *Vulnerabilidade a Paradas*

Desde que o sistema de Movimentação de Materiais é composto de equipamentos, dispositivos e controles elétricos, deve ser previsto que ele pode falhar às vezes. O que acontecerá então? Quanto tempo ele ficará fora de serviço, e o que será feito enquanto ele estiver em manutenção? Se isto for sério, o sistema de Movimentação de Materiais precisa ser reprojetoado para prever uma maior reabilitação, com técnicas alternativas de movimentação no caso de falha, ou por um estoque intermediário enquanto o sistema está em manutenção. Tudo isso pode resultar num custo adicional que deve ser computado no sistema de Movimentação de Materiais.

4. *Manutenção*

Onde estiver previsto um novo sistema de Movimentação de Materiais devemos estar cientes de que ali será necessária uma maior manutenção. Isto pode significar o aumento do número de técnicos de manutenção ou pelo menos uma previsão para obtê-los quando for necessário. Deve ser previsto um número extra de peças do equipamento para reposição, e um plano de paradas periódicas para manutenção. Pode ser necessário, também, uma nova área de manutenção, ou ampliação da existente.

5. *Custos de Equipamentos Auxiliares*

Freqüentemente, o novo sistema de Movimentação de Materiais implicará em custos adicionais para serviços e equipamentos auxiliares. Por exemplo, a adoção do sistema de empilhadeiras elétricas implica na aquisição do equipamento, baterias e carregadores. Se for decidido o uso

de GLP como combustível, tanques especiais de estocagem e cuidados extras com a segurança devem ser previstos. Qual é seu custo? Também as empilhadeiras precisam de paletes? Quantos serão necessários e qual será seu custo? Seu preço pode ultrapassar o custo da empilhadeira! E se o palete quebrar, de quanto será o custo de sua manutenção?

A identificação desses obstáculos não deve servir para desencorajar a adoção de métodos modernos de movimentação, mas para enfatizar que um balanço cuidadoso de todos os benefícios e limitações é requerido antes da decisão final ser tomada.

O CONCEITO DE SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS

A palavra “sistema” tem muitos significados. Neste livro, ela não se refere ao equipamento, como, por exemplo, “sistema de empilhadeira e paleta”. O “sistema”, ao contrário, significa a maneira ou o padrão do relacionamento de todos os movimentos, num sentido geográfico e físico.

Um sistema de Movimentação de Materiais:

- Deve ser uma solução pesquisada totalmente completa para um problema de Movimentação de Materiais.
- É usualmente resultante de uma composição integrada de todas as instalações/atividades, e deve incluir o fluxo de informações.
- Envolve o escopo total do problema, sendo viável e econômico.
- Visualiza todos os aspectos da Movimentação de Materiais como uma unidade.
- Considera todas as atividades relacionadas - de todas as fontes de fornecimento a todos os consumidores.



O enfoque “sistêmico” da Movimentação de Materiais exige que o analista visualize os problemas da Movimentação de Materiais, as atividades de distribuição física e todas as funções estreitamente relacionadas como um sistema único, global. Este ponto de vista envolve uma consideração muito mais ampla de todas as atividades de movimentação que possam estar relacionadas com:

1. A Movimentação de Materiais de todas as fontes de suprimentos.
2. Todas as atividades de movimentação internas ou periféricas à fábrica propriamente dita.
3. As atividades de movimentação relacionadas com a distribuição de produtos acabados a todos os clientes da empresa.

Este ponto de vista mais amplo, mais abrangente, tem o objetivo teórico de conceituar uma solução total para o problema global de movimentação, em termos de um “sistema teórico ideal”. É, então, tarefa do pessoal de Movimentação de Materiais projetar a maior parte do sistema total que seja possível, implementar as partes que sejam viáveis de se instalar e continuar a trabalhar em outras partes do sistema “teórico”. Dentro de um período de tempo, muitas destas partes podem ser implementadas, à medida que os meios se tornam disponíveis e sua instalação se torna prática e/ou econômica. Enquanto o enfoque “sistêmico” pode parecer excessivamente teórico, ele serve como um meta válida para o projeto de um plano global de Movimentação de Materiais. A extensão até onde é levada a concepção de “sistema total” depende da importância da atividade de Movimentação de Materiais na empresa considerada, bem como da economia efetiva de se estender o sistema global de movimentação até os diversos clientes. Obviamente, a implementação total de um enfoque como este é muito mais simples quando as fontes de suprimento, os processos de fabricação e os clientes estão limitados em número, complexidade e distâncias. Além disso, o pessoal de Movimentação de Materiais deve trabalhar estreitamente ligado aos principais fornecedores de sua empresa, tendo em vista o aperfeiçoamento de todas as atividades de Movimentação de Materiais nas quais possam ter um interesse comum. Estas atividades podem incluir coisas como o método de embalagem das matérias-primas na fábrica do fornecedor, o método de carga e/ou despacho destes materiais para sua própria fábrica e o efeito que estas duas atividades poderiam ter na descarga, estocagem e/ou utilização dos materiais em sua fábrica.

A mesma filosofia aplicada à parte do ciclo de movimentação-distribuição referente a produtos acabados envolve um grau semelhante de cooperação entre a fábrica produtora e pelo menos seus principais clientes. Aqui, novamente, a investigação deve incluir sérias considerações sobre técnicas e métodos de embalagem para consumo, embalagem para transporte, carga e despacho. Em cada caso deve ser dada uma atenção detalhada a tudo que possa facilitar as atividades de movimentação e armazenagem dos clientes que irão receber os materiais.

SISTEMA INTEGRADO DE MOVIMENTAÇÃO E ARMAZENAGEM DE MATERIAIS

Se é verdade que os problemas da Movimentação de Materiais foram tratados de forma muito simplória no passado, é óbvio que há necessidade de recomeçar e dar um novo enfoque, caso se queira descobrir as oportunidades de economia intrínsecas à movimentação e atividades relacionadas. Com a contínua diminuição dos lucros causada pela elevação dos custos e aumento da competição em todo os ramos do comércio e da indústria, a administração está sendo forçada a procurar oportunidades de melhorar em todos os lugares e em todos os itens de custo. A Movimentação de Materiais tem mostrado enormes possibilidades de economia. Estas economias, todavia, não podem ser obtidas se as abordagens ao acaso do passado continuarem a ser utilizadas. Além disso, o rápido aumento da variedade de novos dispositivos de movimentação existentes no mercado representa um contínuo desafio ao pessoal de Movimentação de Materiais na sua busca por melhores métodos. Existe, ainda, uma grande quantidade de novas técnicas analíticas disponíveis para a análise dos problemas de Movimentação de Materiais.

Uma das conclusões gerais que podem ser assumidas com respeito à análise da Movimentação de Materiais é que seu escopo está se ampliando rapidamente e sua importância está sendo mais amplamente reconhecida. Cronologicamente, a atividade

de Movimentação de Materiais em uma companhia seguirá, na maioria das vezes, um dos três estágios de desenvolvimento: convencional, contemporâneo ou sistêmico.

Na interpretação “convencional” da Movimentação de Materiais, a ênfase principal recairá sobre a Movimentação de Materiais de um local para outro, geralmente dentro dos limites da unidade fabril. As atribuições do pessoal de Movimentação de Materiais consistem unicamente em encontrar a melhor forma de mover alguma coisa de um ponto A para um ponto B. Seu interesse está em situações que constituem problemas individuais, isolados e independentes de Movimentação de Materiais.

Usualmente, o analista está trabalhando “com viseiras” e está simplesmente “apagando incêndios” na área de Movimentação de Materiais. Geralmente, ele se encontra ocupado “pulando de galho em galho” para atender às necessidades imediatas daqueles que pedem seus serviços - com a maior parte de sua atenção voltada para aqueles que gritam mais alto. Pouca atenção será dada, nem haverá muito interesse em que seja, aos possíveis inter-relacionamentos entre as situações individuais de movimentação com as quais ele está se mantendo ocupado. Pode-se concluir facilmente que o setor de Movimentação de Materiais que opera desta maneira não é muito eficiente, nem progressista.

Do ponto de vista “contemporâneo”, existe uma concepção global, em termos de fábrica, com a atenção encontrada no fluxo geral de materiais em uma empresa. O pessoal encontra-se envolvido com o inter-relacionamento entre todos os problemas de movimentação e com a possibilidade de estabelecer um plano geral para toda a Movimentação de Materiais.

Seus esforços são dirigidos para relacionar cada problema e sua solução com todos os outros, de forma a obter um sistema de Movimentação de Materiais totalmente integrado. Este ponto de vista está se tornando, hoje, mais comum nas empresas... mas não com a frequência suficiente.

Quando um especialista em Movimentação de Materiais menciona sistema, a palavra pode significar:

1. Uns poucos metros de um transportador, com um homem em cada ponta para carregar e descarregar.
2. Um complexo com equipamento de Movimentação de Materiais controlado por computador.
3. Nenhuma destas coisas mas, simplesmente, um conjunto de idéias e princípios governando a seleção e o uso de um grupo infinitamente variável de homens e máquinas.

O integrador de sistemas dentro do contexto de um sistema de Movimentação de Materiais é um termo que foi cunhado para descrever uma organização que não há muito tempo poderia ter sido chamada de empresa de engenharia. Um integrador de sistemas está equipado para fornecer um conjunto completo de serviços de engenharia necessários para levar um projeto desde o estágio de definição do problema até a implementação e aceitação do sistema por parte do usuário final. A partir do ponto de vista do sistema de Movimentação de Materiais integrado, um integrador de sistema possui a experiência e as aptidões necessárias para identificar os problemas de fluxo de material; para definir as necessidades do sistema; conceitualizar soluções; desenvolver e testar projetos alternativos do sistema; e montar e gerenciar os recursos necessários para implementar o projeto escolhido. Ademais, um integrador de sistema está disposto a assumir a responsabilidade financeira pelo desempenho do sistema.

Além disso, ao utilizar pessoas com específicas aptidões técnicas e de projeto, como engenheiros de software, o integrador de sistemas formará uma equipe de gerenciamento de projeto que incluirá membros do próprio quadro de funcionários do usuário final e, quando adequado, fornecedores de equipamentos específicos.

Finalmente, um integrador de sistemas pode ou não estar associado a um fabricante de equipamentos. Entretanto, quando existe tal associação, tal equipamento pode ou não ser empregado no projeto do sistema final, dependendo dos problemas de fluxo de material que estão sendo solucionados. Ademais, a escolha de qualquer produto ou componente é feita rigidamente na base de sua habilidade em satisfazer as necessidades do usuário final e as do projeto do sistema. Se há alguma dúvida, quando chega o momento de fazer a correspondência correta do equipamento com as necessidades de desempenho, o ativo envolvimento do usuário final no projeto, não somente como um observador interessado, é uma das melhores políticas que o dinheiro pode comprar.

Um integrador de sistemas, como definido claramente, tem muito a oferecer ao usuário final. Entretanto, este último, seguramente, tem uma escolha a fazer quanto a quais serviços serão necessários. Para a empresa usuária de maior porte, algumas, se não todas, as aptidões de gerenciamento de projeto podem ser internas, e somente os serviços de projeto serão necessários. Em outros exemplos, onde há menos ou até mesmo nenhum recurso interno, um integrador de sistemas de serviços completos é a melhor aposta.

CARACTERÍSTICAS DE UM SISTEMA BEM-SUCEDIDO

Na tabela a seguir, um total de 21 itens de sucesso foram identificados. Estes itens são as características ou os atributos mais desejáveis dos sistemas integrados de Movimentação de Materiais.

O propósito original da pesquisa e classificação subsequente foi estabelecer um fórum e a base para a discussão significativa entre os líderes da indústria envolvidos no trabalho da integração do sistema. Quando foi decidido compartilhar, então, essas visões abertamente, a tendência foi compartilhar todas! Entretanto, após cuidadosa consideração, e para não ser injusto ou ter uma ação tendenciosa para o leitor devido às possíveis tendências na classificação, estas não foram incluídas na lista. São apresentadas

aqui simplesmente como uma lista de verificação. Ao planejar um projeto grande ou pequeno, revise cada item na lista com cada membro de sua equipe de projetos.

Na tabela que segue, alguns itens diferentes foram identificados como os atributos mais importantes de eventos e ações tomadas, que conduzirão a um Sistema Integrado de Movimentação de Materiais otimizado. Como na lista anterior, os leitores devem considerar todos os itens importantes. Há alguma duplicidade entre as listas. Entretanto, neste caso, os itens são considerados de ação. Como um suporte adicional para sua análise, os itens foram agrupados em três categorias de ação. A primeira inclui ações e questões internas ao usuário final. A segunda focaliza o relacionamento entre o usuário e o integrador de sistema e todos os fornecedores. A terceira categoria inclui itens que falam mais à questão do projeto de sistema específico. Revise e verifique todos os itens em todas as três categorias.

1. Para consideração do usuário final interno, eventos e ações específicos que devem ser tomadas para ajudar a conduzir a um sistema de sucesso de Movimentação de Materiais Integrado por computador...

- O projeto do sistema é precedido por uma minuciosa definição do problema e uma análise profunda das necessidades.
- Desde o início há um único especialista de projeto comprometido com o usuário de alto nível.
- Desde o início, e durante todo o curso do projeto, há critérios de aceitação bem definidos pelo usuário.
- O usuário final compreende e está comprometido com o desenvolvimento e implementação em fases.
- O projeto que está sendo implementado é orientado por um plano-mestre maior da empresa para crescimento e/ou realizar uma vantagem competitiva no mercado.
- O usuário emprega seu próprio software como parte de sua equipe de projeto.

O Sucesso de um Sistema Integrado de Movimentação de Materiais

- É projetado e disposto para apoiar uma estratégia operacional. Por exemplo, manufatura ágil e/ou "Just-in-Time".
- Executa como projetado em termos de satisfazer as especificações de throughput, confiabilidade e disponibilidade.
- Integra o fluxo de material com controles operacionais em tempo real.
- Atende a um usuário final necessário, e não foi instalado simplesmente para empregar a tecnologia mais recente.
- É comercializado pela flexibilidade no projeto, para permitir mudança e/ou adições futuras.
- É marcado por interfaces simples ou bem definidas com outros equipamentos de processamento e estações de trabalho.
- É um sistema onde o usuário final compreendeu e está comprometido com um desenvolvimento e implementação em fases.
- Obedeceu às medidas financeiras planejadas em termos de gasto real e retorno através de ganhos de produtividade e economia de custo.
- É marcado por conexões diretas e facilmente compreendidas para um sistema de informações de nível superior.
- Inclui documentação minuciosa e acurada.
- É marcado por ser uma parte de um plano-mestre empresarial maior para crescimento e/ou realizar uma vantagem competitiva no mercado.
- Emprega a aquisição de dados automatizada e movimentação de informações como componentes significativos do sistema.
- Utiliza controle o mais descentralizado possível.
- É fácil de manter pelos funcionários disponíveis.
- Desfruta de suporte e serviços "pós-venda" disponíveis.
- Desfruta de informações e feedback sobre o fluxo de material, que é adquirido e gerenciado em tempo real.
- Utiliza componentes padrão e módulos de software sempre que possível.
- Sabia-se de início que poderia ser operacional por parte dos fornecedores envolvidos.
- Tem uma história de projeto passível de auditoria, que documenta as tarefas, eventos e fases que fizeram com que o sistema fosse instalado.
- Cumpriu a data de start-up planejada.
- Marcado por um programa de treinamento "projetado", que incluiu o primeiro envolvimento e análise do usuário.

2. Para o usuário, integrador, consideração do fornecedor, eventos e ações específicas a serem tomadas, que ajudarão a realizar um sistema de sucesso de Movimentação de Materiais Integrado por computador...

- O desenvolvimento de documentos de controle de projeto mutuamente acordados e assinados.
- Desde o início, delinear e acordar claramente quanto às responsabilidades do usuário/fornecedor.
- Desde o início, e durante todo o curso do projeto, um grupo de sólido desenvolvimento de trabalho entre usuário/fornecedor.
- Marcos do projeto e uma programação de pagamento de fornecedores são claramente delineados.
- O projeto é marcado por um contrato de desempenho com fornecedores.
- O pessoal operacional do usuário está envolvido no projeto desde os primeiros estágios.
- As revisões de projeto são realizadas frequentemente, durante todo o ciclo de vida do projeto.
- O usuário participa do desenvolvimento e análise de um programa de treinamento projetado e está envolvido neste esforço em cada início de estágio.

3. Para consideração do projeto do sistema, eventos e ações específicas a serem tomadas, que ajudarão a realizar um sistema de sucesso de Movimentação de Materiais Integrado por computador...

- Durante o projeto do software, modularidade e uma arquitetura estruturada são exigidas, rendendo manutenção e melhoria fácil e incorporando documentação acurada e fácil de ler.
- Uma hierarquia de controle consistente é empregada em todas as fases do projeto do sistema.
- O projeto do sistema precede à seleção de equipamento.
- O teste de pré-expedição é parte integrante da implementação do projeto.
- Os projetos preliminares são analisados quanto à simplificação antes do estágio de revisão crítica.
- Uma análise (usualmente feita por simulação) do projeto do sistema será utilizada para verificar a realização das especificações de throughput, confiabilidade e disponibilidade, e será novamente verificada antes da aceitação do sistema.

Definimos um sistema integrado dentro do contexto de três características: controle do fluxo de informações; uma conexão de fluxo de material bem definida entre todos os estágios de processo de produção; e as interfaces que existem entre sucessivos estágios de Movimentação de Materiais. Além disso, houve uma ênfase no papel dos controles na forma de hardware, software e o meio de controle ou comunicação, como uma cola que une todo o trabalho.

Quando a discussão voltou-se para a integração do sistema, foi mencionado que o usuário final tem, seguramente, escolhas a fazer quanto aos serviços que serão necessários. Uma compreensão mais profunda destes serviços e os tipos de fornecedores destes serviços deve ser útil para qualquer usuário final potencial, quando chegar o momento de procurar um fornecedor de projetos.

O DILEMA ORGANIZACIONAL

Pode-se concluir que a Movimentação de Materiais tem tido um crescimento ordenado de aceitação na indústria como um todo. Como é, então, que a Movimentação de Materiais pode ser tão negligenciada? É muito provável que a maior razão recaia nos muitos locais físicos no ciclo de fluxo de materiais para o qual as atividades de movimentação ocorrem, assim como nos muitos componentes organizacionais nos quais várias atividades de movimentação relacionadas são encontradas. Poderá ser observado que essas atividades de movimentação são dimensionadas para muitos locais, sob diferentes jurisdições, tendo diferentes graus de experiência e suporte econômico. Também a movimentação é usualmente obscurecida pelas funções primárias (como produção, montagem, inspeção, distribuição, etc.). Assim, procedimentos de Movimentação de Materiais desenvolvem-se em torno de costumes e boas práticas. Eles são muito provavelmente formados sem muitas idéias, como suas influências em operações adjacentes e pequenas ou nenhuma consideração de sua influência em operações que vão além destas atividades que não são de responsabilidade de nenhum indivíduo. Para maior harmonia dos problemas, as atividades de Movimentação de Materiais são influenciadas por fiscalizações e decisões de diferentes departamentos, como projeto, transporte, embalagem, produção e vendas. Como resultado, nós vemos uma produção moderna introduzida entre métodos de Movimentação de Materiais de desconhecidos resultados ou de eficiência questionável.

Como sugerido acima, esta descrição tem sido alterada rapidamente após a II Guerra Mundial. Aumento de custos de mão-de-obra, integração requerida nos sistemas automáticos de produção e a necessidade econômica de manter maior e mais rápida a produção e veículos de transporte operando próximo à sua capacidade têm desenvolvido a Movimentação de Materiais. Nos campos da produção, armazenagem e

distribuição, o computador está tendo um profundo efeito por causa da grande velocidade e outras vantagens, as quais não podem ser totalmente obtidas com antiquados procedimentos de Movimentação de Materiais. O automatismo de informações de manuseio acusa suas fraquezas.

Um outro fator que encoraja o progresso da Movimentação e Armazenagem de Materiais é a economia de mão-de-obra em trabalhos do tipo produtivo, o que propicia um considerável retorno. Assim, desde os anos 1940, quase todas as médias e grandes empresa e muitas milhares de pequenas empresas têm dado incentivos à Movimentação de Materiais.

Em adição, há provavelmente outras razões lógicas para a negligência da Movimentação de Materiais no passado. Por exemplo, a simples falta de conscientização, por parte dos administradores, do tamanho do campo de ação e do significado da Movimentação de Materiais certamente tem impedido os engenheiros de Movimentação de Materiais de fazerem uma total contribuição. Por outro lado, tem havido pouco esforço para melhorar o status profissional de Movimentação de Materiais. Como demonstrado, profícuos esforços têm sido feitos, agora, nesta direção.

Também tem contribuído para o dilema o escasso material impresso dos aspectos básicos da Movimentação de Materiais, deixando os profissionais da área sem recursos válidos de referência para atacar os problemas de frente.

Para aumentar a confusão, os recentes avanços no campo da logística de distribuição física e administração de materiais têm encoberto a situação. Provavelmente por causa da falta de desenvolvimento lógico por parte do pessoal de Movimentação de Materiais, a distribuição física tem tropeçado na adoção de muitas áreas de atividades, as quais são segmentos lógicos da Movimentação e Armazenagem de Materiais. Ao mesmo tempo, os administradores de material têm acrescentado aos seus arquivos de execução, controles de produção e inventários todas as atividades de movimentação desses materiais correlatas que se

pode imaginar. Certamente, há lugar no presente para um esforço concentrado de pessoas altamente capacitadas em todos os três campos para cooperar mais estreitamente umas com as outras e para mais claramente definir as regras individuais de cada uma, bem como suas interligações.

ATRIBUIÇÕES DOS PROFISSIONAIS DE MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS

Um profissional com cursos de aperfeiçoamentos ou com experiência em estudos, projetos e/ou controle operacional das atividades de Movimentação e Armazenagem de Materiais deve estar plenamente capacitado a:

1. Desenvolver e recomendar procedimentos e padrões relacionados com a engenharia de Movimentação e Armazenagem de Materiais.
 2. Auxiliar as áreas de operações no desenvolvimento de sistemas integrados de Movimentação e Armazenagem de Materiais.
 3. Fazer recomendações, emitir pareceres e especificar tecnicamente projetos de Movimentação e Armazenagem de Materiais.
 4. Iniciar e promover a padronização de equipamentos e métodos de Movimentação e Armazenagem de Materiais.
 5. Coordenar as implantações e examinar o desempenho dos sistemas integrados de Movimentação e Armazenagem de Materiais.
 6. Desenvolver e coordenar a implementação de procedimentos relacionados com todas as atividades do fluxo de materiais.
 7. Estudar a viabilidade (técnica/econômica/organizacional/social) de utilização de equipamentos de Movimentação e Armazenagem de Materiais.
 8. Avaliar e selecionar componentes dos sistemas de Movimentação e Armazenagem de Materiais.
-

9. Estabelecer políticas para reparos e manutenção (preventiva) de equipamentos de Movimentação e Armazenagem de Materiais
 10. Desenvolver estudos para descobrir oportunidades para aperfeiçoamento dos sistemas de Movimentação e Armazenagem de Materiais.
 11. Manter-se continuamente atualizado sobre os equipamentos, métodos e procedimentos de Movimentação e Armazenagem de Materiais (livros, revistas, cursos, conferências, palestras, etc.)
 12. Determinar as necessidades e requisitos de equipamentos para o sistema Movimentação e Armazenagem de Materiais.
 13. Analisar e consultar fontes de informações sobre métodos de Movimentação e Armazenagem de Materiais, embalagem, equipamentos, etc.
 14. Pesquisar e desenvolver métodos de embalagens, unitização, projeto de contentores, etc. (sempre que possível, padronizados).
 15. Projetar e desenvolver dispositivos e acessórios auxiliares para equipamentos de operações de Movimentação e Armazenagem de Materiais. (Fazer o desenho mecânico e o protótipo, avaliar, alterar e aprovar, finalmente).
 16. Tomar medidas e ações corretivas nos problemas de recebimento e expedição, relacionados com o fluxo de materiais na Movimentação e Armazenagem de Materiais.
 17. Manter sempre os usuários dos sistemas de Movimentação e Armazenagem de Materiais informados dos problemas relacionados com equipamentos e métodos.
 18. Desenvolver parâmetros básicos para estabelecer as necessidades de equipamentos para Movimentação e Armazenagem de Materiais.
 19. Auxiliar o controle da produção e engenharia nos programas e políticas de Movimentação e Armazenagem de Materiais.
-

20. Revisar e atualizar os sistemas de Movimentação e Armazenagem de Materiais quando for necessário.
21. Preparar e distribuir relatórios de desempenho, aproveitamento e custos de Movimentação e Armazenagem de Materiais.
22. Prevenção de dados, extravios e segurança em materiais e equipamentos para Movimentação e Armazenagem de Materiais.
23. Treinamento do pessoal de operação e supervisão para melhorar, continuamente, o desempenho das atividades de Movimentação e Armazenagem de Materiais.
24. Estudos de custos e métodos de controle dos custos de Movimentação e Armazenagem de Materiais.
25. Estudar os sistemas de comunicações relacionados com a Movimentação e Armazenagem de Materiais.
26. Analisar o fluxo de Movimentação e Armazenagem de Materiais em fábricas e armazéns e sugerir modificações para melhorias (redução de custos e aumento de produtividade) de layouts e instalações.
27. Desenvolver métodos adequados e seguros de estocagem para proteção dos materiais, equipamentos e edifícios.
28. Desenvolver alternativas, anteprojetos, projetos, desenhos mecânicos e especificações técnicas precisas e adequadas para cada caso de Movimentação e Armazenagem de Materiais.
29. Analisar cotações de preço e especificações técnicas e processar aprovações de orçamentos de fornecedores de equipamentos de Movimentação e Armazenagem de Materiais.
30. Desenvolver e propor (após análise econômica - sistema atual x proposto) estudos de sistemas avançados e fontes de informações para métodos e sistemas de Movimentação e Armazenagem de Materiais.

CAPÍTULO 3

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 referencia 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, freqüentemente, 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 idéias 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 seqüência 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. É 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 seqüência 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: Movimente 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 torna-se mais fácil e pouco despendioso 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 torna 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

Freqüentemente, 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.

Freqüentemente, este fator econômico não é reconhecido imediatamente pelo usuário quando da compra do primeiro equipamento de Movimentação de Materiais. Por exemplo, uma operação comum freqüentemente 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 homem 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 grande 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 conseqüente 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 conseqüência, 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 idéia nova, um projeto ou um comportamento. Há uma melhor maneira, um melhor método, um melhor equipamento para fazer um trabalho. Até surgir uma idéia 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 provem 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, freqüentemente, 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, torna-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 torna-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, seqüências 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 idéias, 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 torna 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 freqüentemente 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 um 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 praticas 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 PRODUZIR?

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.

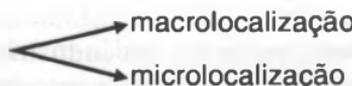
Na do projeto de edifício, já são localizados os diversos departamentos, incluindo aqueles destinados especificamente à produção, onde serão distribuídos os equipamentos.

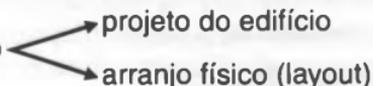
Na quarta etapa, é fixada a posição exata destes equipamentos, dentro de cada departamento.

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:

- o transporte 
 - macrolocalização
 - microlocalização

- a movimentação 
 - projeto do edifício
 - arranjo físico (layout)

- o manuseio → arranjo físico do local de trabalho

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 freqüente 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.

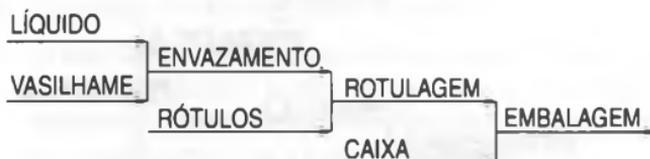
Ex: cimento e laminação.



2. Indústrias Sintéticas ou Convergentes

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

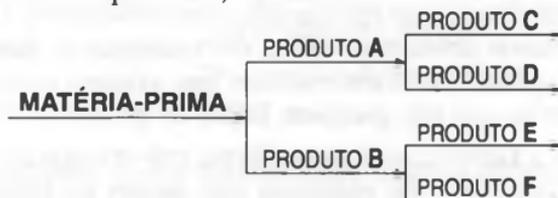
Ex.: embalagem de líquidos.



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.



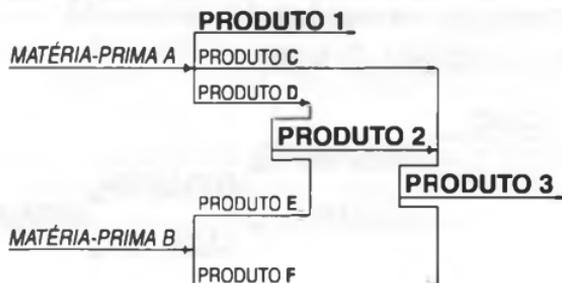
4. Indústrias Convergentes/Divergentes

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 freqüentemente 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.

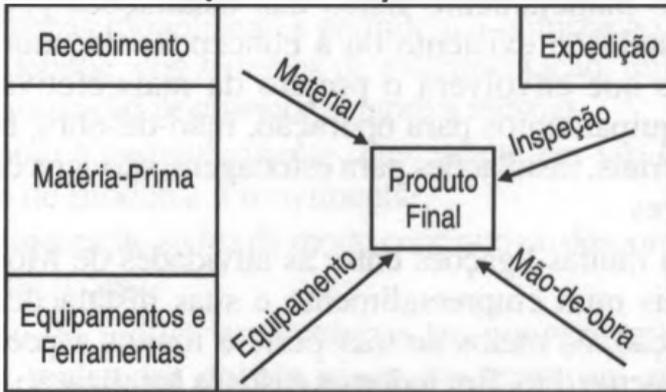
É evidente que só um estudo cuidadoso poderá indicar o tipo adequado para cada caso. Algumas diretrizes gerais, entretanto, podem ser estabelecidas.

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.

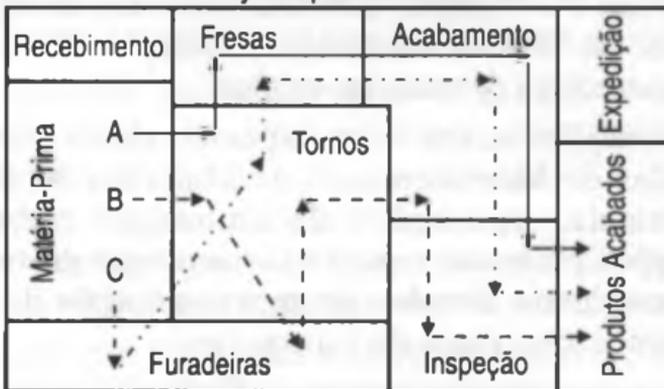
No layout por processo, máquinas semelhantes são agrupadas em centros de produção e o produto a ser fabricado percorre os diversos centros, onde sofre as operações necessárias. É característico de indústrias de fabricação sob encomenda ou fábricas que produzem uma grande variedade de itens. Utilizam-se máquinas universais, que garantem flexibilidade de instalação: entretanto, o fluxo dos diversos produtos torna-se mais complicado.

TIPOS DE "LAYOUT"

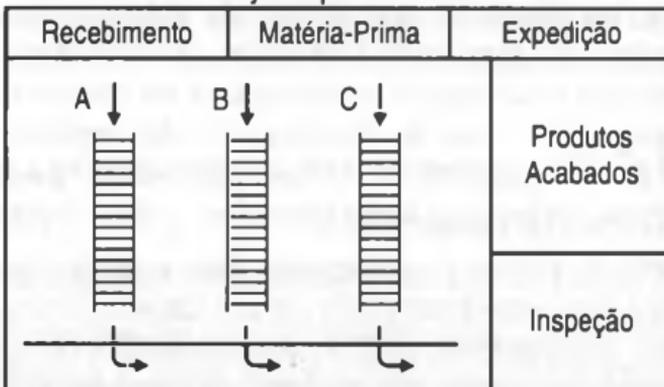
"Layout" em Posições Fixas



"Layout" por Processo

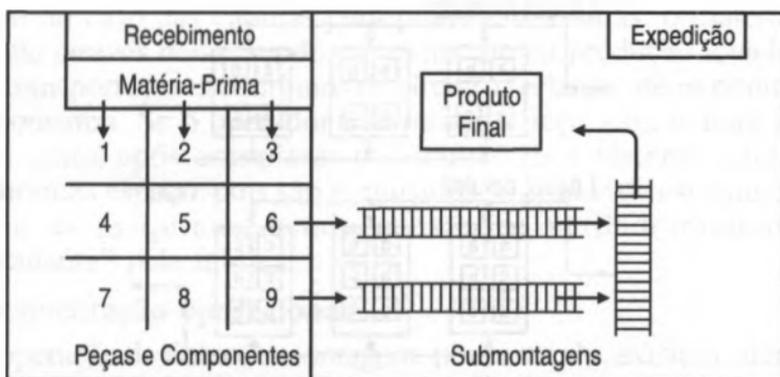


"Layout" por Produto



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 (seqüência 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 freqüente 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, interessam para a análise, já que o deslocamento de veículos industriais exige, também, a desobstrução vertical.

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

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.

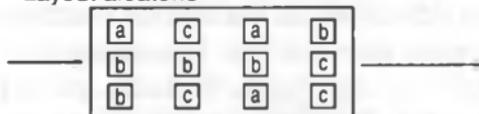
Essencialmente, as peças diferentes são agrupadas em famílias baseadas nas suas similaridades na forma e formato, e não no seu uso final. Isto permite que sejam usadas linhas de produção para a família, ao invés de máquinas individuais ou centros de usinagem (ou máquinas de tipos semelhantes).

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.

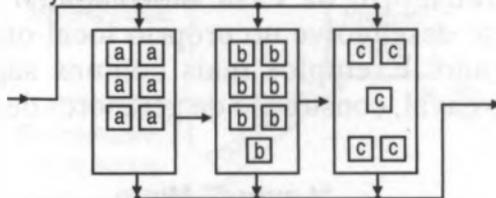
Em um sistema de manufatura celular, todas as operações da peça devem ser completadas na célula. As dimensões físicas da célula devem ser pequenas e suficientes para que um carrinho de mão ou um guindaste giratório possam proporcionar capacidades suficientes de Movimentação de Materiais. As distâncias 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. 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.

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

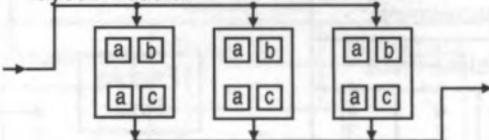
Layout aleatório



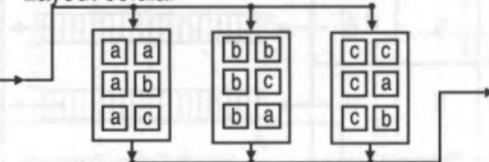
Layout funcional



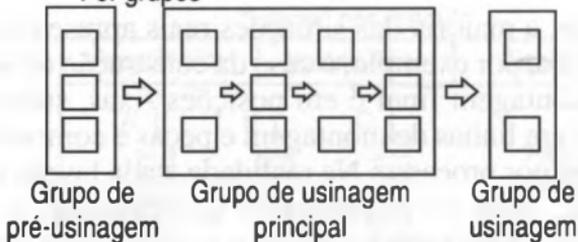
Layout modular



Layout celular



Por grupos



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

TIPOS DE MOVIMENTAÇÃO

Existem três tipos de movimentação:

Movimentação em seqüência de fabricação

É aquela na seqüência 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 seqüência 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.

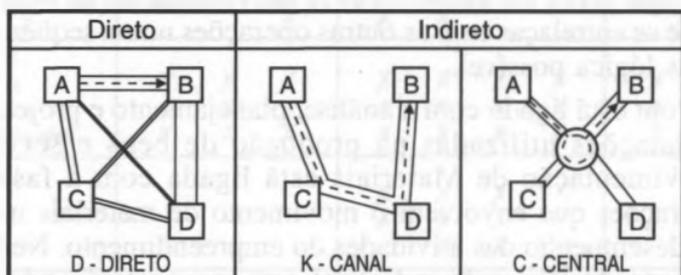
A movimentação de materiais em processo é a principal área de redução de custo na manufatura, pela disponibilidade que o empresário tem em programar tanto a entrada quanto a saída para a produção. Ele pode escolher entre:

- 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, freqüentemente, 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 seqüência, 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
(Causa)



MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS
(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.

Dá-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			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		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
8. Construir o Plano Diretor A. Terreno disponível B. Localização dos edifícios C. Arranjo físico final	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 seqüência 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 depender 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.

Layout, Movimentação e Controles são Inter-relacionados

A Movimentação Industrial de Materiais é como o Transporte Ferroviário

