



## Armazenagem e movimentação de materiais

### INTRODUÇÃO

A competição e mesmo a prospecção de novos mercados acabou por transformar as atividades de armazenagem de materiais em uma estratégia importante na busca da eficiência operacional e da capacidade de atender aos mercados em franca expansão.

Diferentemente dos armazéns do passado, os centros de distribuição, hoje, exercem um papel fundamental no sentido de prover alta qualidade nos serviços prestados aos clientes das empresas.

Ter disponibilidade imediata de produtos e um rápido atendimento às solicitações dos clientes levaram as empresas a incluírem nas equações de custos logísticos totais uma nova variável, que é a localização e o custo de manutenção de um depósito ou centro de distribuição.

Esse centro de distribuição, ou mesmo depósito, tem, entre outras finalidades, a capacidade de agregar valor ao serviço prestado aos clientes por ter a disponibilidade imediata do produto para atender às exigências de consumo de forma personalizada (*on demand*), na velocidade requerida e na flexibilidade desejada pelo consumidor.

Especialmente com o aumento acelerado das compras via *e-commerce*, essa nova forma de aquisição de produtos e serviços demandou um novo processo de atendimento às exigências dos clientes, além de provocar certa ansiedade por parte do comprador, no sentido de ter o produto para consumo ou deter a posse do bem adquirido no menor espaço de tempo possível.

Os centros de distribuição ou depósitos são fatores-chave para esse processo de atendimento aos clientes, além de também promoverem o gerenciamento do

fluxo de materiais que por eles circulem e controlem as informações em tempo real, contribuindo significativamente para um adequado serviço ao cliente.

Ter um centro de distribuição bem localizado é uma estratégia logística importante e pode representar ganho em competitividade, por causa da disponibilidade do produto no espaço geográfico dos mercados em que as empresas atuam.

Em uma primeira análise, pode-se dizer que a exigência de um centro de distribuição ou depósito recai no conceito de transporte à velocidade de “zero quilômetro por hora”. Embora seja um exemplo pouco adequado, é possível citar o transporte de soja para o Porto de Paranaguá, onde ocorre uma verdadeira armazenagem em grandes caminhões que aguardam sua vez para desembarcar o produto a ser exportado.

Em termos de custos logísticos, as estimativas apontam que, em média, a armazenagem e o manuseio de materiais nos centros de distribuição absorvem entre 12 e 40% dos custos logísticos.

A flutuação do percentual de custos estimados para o processo de armazenamento e movimentação de materiais é decorrente do tipo de material a ser armazenado e movimentado, da existência ou não de sistemas automatizados para promover o manuseio dos produtos e da localização do centro de distribuição, entre outras variáveis a serem consideradas no levantamento dos custos logísticos envolvidos nessas operações.

A Figura 7.1 apresenta um esquema resumido de uma análise de balanceamento de custos logísticos (conhecida também como análise de *trade-off*) entre a produção, o transporte, a armazenagem e o manuseio de materiais.

Entre as razões para a existência de um centro de distribuição ou depósito, pode-se citar:

- Dar suporte ao atendimento às necessidades dos clientes.
- Atender às oscilações de consumo por intermédio da coordenação entre a oferta e os requisitos de demanda do mercado.
- Reduzir os custos nas operações de consolidação de cargas e desmembramento de pedidos.
- Aumentar consideravelmente o nível de serviço aos clientes.
- Colaborar com o processo de comercialização de produtos.

A crescente expansão dos mercados consumidores obrigou as empresas a melhorarem significativamente os serviços de atendimento a esses mercados, sob pena de serem alijados pela concorrência cada vez mais acirrada.

Para uma efetiva participação nos mercados expandidos além dos limites geográficos mais próximos das unidades produtivas, duas possibilidades se apresentam: de um lado, o suprimento a esses mercados pode ser realizado por ampliação do

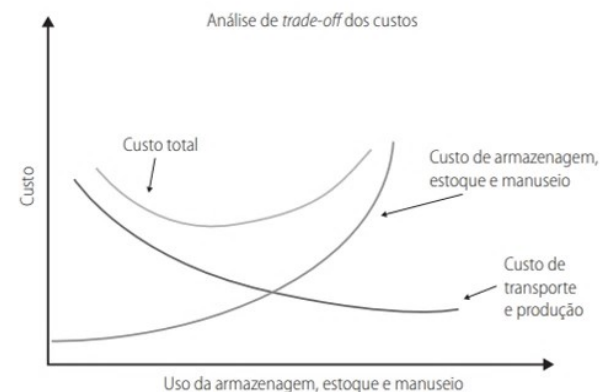


FIGURA 7.1 Análise de custos: transporte e produção versus armazenagem e manuseio.

Fonte: adaptada de Ballou (2006).

fluxo de transporte, de tal forma que atenda aos requisitos dos clientes, na ponta de consumo, de maneira satisfatória; de outro, viabilizar a formação de estoques locais – por meio da utilização de um centro de distribuição ou de um depósito – pode assegurar um atendimento quase imediato às solicitações dos clientes.

A primeira possibilidade (utilização de uma rede de transporte bastante eficiente) esbarra, em muitos casos, em alguns problemas operacionais que vão além do mero estudo do balanceamento de custos entre o aumento do fluxo de veículos e a disponibilidade de estoque nos centros de consumo.

As incertezas oriundas de possíveis acidentes no percurso, roubos de cargas (uma praga ainda não disseminada no Brasil), situações climáticas adversas e mesmo condições das estradas, em especial no Brasil, acabam por impulsionar positivamente a decisão de criar depósitos ou centros de distribuição nos pontos de demanda.

No contexto do armazenamento e do manuseio de produtos, várias configurações são possíveis para atender aos diversos mercados.

Muitas são as motivações para se erigir um armazém ou centro de distribuição. Se, no passado, a existência de um local de guarda de materiais era considerada um custo para o negócio; atualmente, sua finalidade é criar um impulso competitivo frente à concorrência. Assim, um armazém ou centro de distribuição tem hoje como foco criar vantagens competitivas, permitindo, de um lado, fazer um adequado gerenciamento do fluxo de materiais que escoam ao longo de uma cadeia logística e, de outro, disponibilizar um fluxo de informações em redes on-

-line que subsidie o processo decisório quanto ao suprimento aos mercados e aos clientes em geral.

A necessidade de uma resposta rápida às exigências dos clientes, a busca por otimização de processos, melhorias nos serviços, redução de custos por redução de desperdícios, atendimento no sistema *just in time*, exigências de qualidade de um lado e, de outro, a existência de uma variada gama de produtos disponibilizados em configurações SKU (*stock keeping unit*) são os fatores-chave para o sucesso de um novo enfoque sobre as questões relacionadas a armazenagem e movimentação de produtos.

Para se ter uma ideia da complexidade que envolve as atividades de armazenagem e movimentação de materiais, estatísticas baseadas em uma amostragem realizada pelo Coppead/UFRJ foram dispostas em forma de gráfico (Figura 7.2).

O gráfico da Figura 7.2 apenas dá uma ligeira ideia da complexidade dos serviços envolvidos nas novas atividades relacionadas à armazenagem e movimentação de materiais. É importante registrar que, além do volume de pedidos em si, deve-se também considerar que um pedido pode significar o fornecimento de mais de um item.

Ainda levando-se em conta a amostragem realizada pela pesquisa da Coppead, são destacadas na Tabela 7.1 as médias de item por pedido por setor:

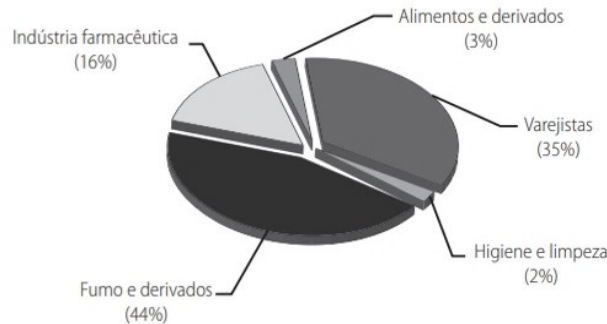


FIGURA 7.2 Amostragem de pedidos expedidos. Fonte: adaptada de Coppead/UFRJ (2005).

TABELA 7.1 Média de itens por pedido por setor

Setor	Média de itens por pedido
Alimentação	26
Varejista	2.297
Higiene e limpeza	27
Fumo	7
Distribuidor/farmacêutico	516

Fonte: Coppead/UFRJ (2005).

Além do mais, é importante registrar que, além do número de itens fornecidos por pedido, como mostra a Tabela 7.1, há que se considerar a gama de SKU envolvidos no processo de fornecimento. A mesma amostragem (Coppead/UFRJ, 2005) apresentou um total de 25.509 SKU envolvidos na operação de atendimento a pedidos. Os setores de maior concentração de SKU são o setor varejista e a indústria farmacêutica, por suas próprias características de operação.

Na visão conceitual de uma logística integrada, a armazenagem exerce papel preponderante, levando-se em conta o hexagrama de atividades envolvidas, como mostra a Figura 7.3.

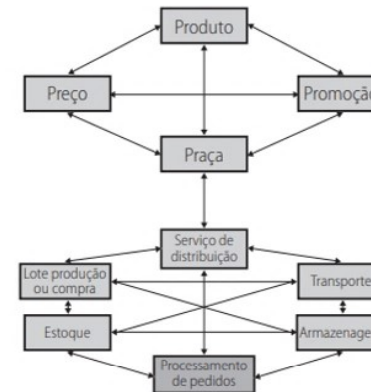


FIGURA 7.3 Posicionamento da armazenagem no conceito de logística integrada. Fonte: adaptada de Lambert et al. (1998).



## PAPEL DA ARMAZENAGEM NO CONCEITO DA LOGÍSTICA

Na “introdução” deste capítulo, foi explicitado o papel que a armazenagem exerce no contexto da logística:

- De um lado, há uma visão operacional de apoio por intermédio da recepção, guarda e expedição dos materiais, envolvendo os processos inerentes a essas atividades e subsidiando o fluxo de informações de forma a manter a gestão dos sistemas logísticos e os clientes perfeitamente informados do andamento dos processos e serviços que realiza no contexto da própria função.
- De outro, exerce função estratégica, visto ser um importante elo, até mesmo de coordenação, na distribuição de produtos, com o objetivo de atender aos mercados de forma adequada, vencendo as condicionantes espaciais e temporais (distâncias e geografia), sempre com foco em criar valor agregado aos serviços prestados nesse contexto.

Outro aspecto a ser observado quanto à armazenagem está relacionado à necessidade de consolidar cargas, criar pontos de transferência de produtos, utilizar uma estratégia de postergar entregas, operar com o *cross docking* e também com o objetivo estratégico de centralização para permitir as operações denominadas *hub and spoke*, que envolvem o recebimento e a expedição de cargas de forma econômica. Um exemplo é o sistema utilizado pelo FedEx em sua unidade em Memphis, que atua recebendo as correspondências de todos os locais e despachando-as para os destinos.

Em termos de serviço prestado ao cliente, a armazenagem também pode ser avaliada pela estratégia de manter um estoque operacional que permita atender aos pedidos dos clientes de forma rápida. Isso é muito importante especialmente quando a fonte original do produto encontra-se muito distante do ponto de consumo, ou mesmo no caso de produtos importados.

A armazenagem permite aumentar a capacidade de resposta rápida às exigências do mercado, fator indispensável para agregar valor à vantagem competitiva da empresa que a utiliza, principalmente em função do avanço nas compras via internet.

Além disso, a armazenagem também pode servir para operações de montagem de produtos com múltiplos componentes, em especial nos casos em que esses produtos têm suas partes produzidas em várias regiões diferentes. Em muitos casos, essas unidades funcionam em um modelo *hub/spoke*, ou seja, recebem os componentes de diversas origens, montam o leque de produtos (kits) de acordo com as exigências do cliente e então distribuem para os diversos pontos de consumo.

Outra vantagem na armazenagem é a consolidação das cargas, uma vez que trata-se da etapa em que são aglutinados os vários pequenos embarques para uma determinada área de mercado em um único modal de transporte, utilizando-se

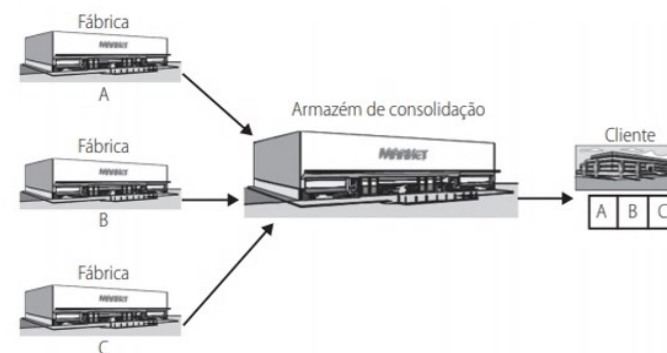


FIGURA 7.4 Armazém na consolidação de cargas.

para isso uma única empresa. A Figura 7.4 apresenta um desenho esquemático de um processo de consolidação de cargas.

Exemplos de armazéns de consolidação de cargas são os centros de distribuição das Lojas Americanas® e da Profarma.

Outra função importante da armazenagem é a operação de recebimento de uma carga única de um fabricante e a sua distribuição em cargas menores para atender às necessidades de diversos clientes. Nessa operação, denominada de *transit point*, são utilizados armazéns de distribuição (*break bulk warehouse*).

Essa estratégia de armazenagem opera de forma semelhante à de um armazém de consolidação de cargas, porém não existe efetivamente um estoque de produtos, pois estes são transferidos para os clientes. Nessa operação, o armazém combina os pedidos recebidos dos clientes de um fabricante e os expede de acordo com as necessidades individuais de cada cliente.

A Figura 7.5 apresenta um desenho esquemático de uma operação desse tipo de armazém.

Outra função de um armazém é operar em uma estratégia de adiamento, que pode ser de forma ou de tempo. Essa estratégia normalmente envolve a embalagem ou a rotulagem de produtos que só é efetivada ao final da produção e apenas no momento em que a demanda é definida. Por exemplo, uma empresa pode importar um tipo de óleo comestível que terá a marca específica de cada cliente. Assim, o envasamento desse óleo em embalagens de 1 L só vai acontecer quando o cliente identificar a quantidade que necessita. Nessa situação, o produto é então acondicionado de acordo com a especificação do cliente e rotulado com sua marca própria.

Assim, uma ordem específica de um determinado cliente só será efetivada quando o produto, ao final, for rotulado e devidamente embalado para despacho.

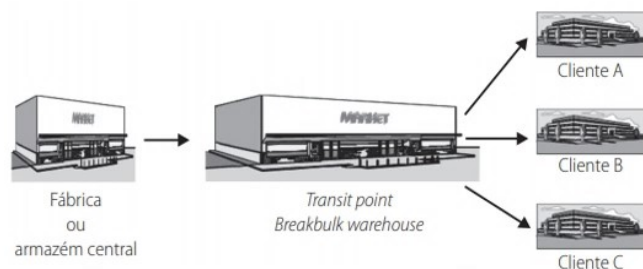


FIGURA 7.5 Armazém de transit point.

Uma das vantagens dessa estratégia se verifica, por exemplo, no fornecimento de produtos para as denominadas marcas próprias dos varejistas. Dentro desse processo, o produto produzido somente é rotulado para atender a um pedido de marca própria de um determinado varejista.

Vale registrar que o processamento de pedidos dentro da estratégia de adiamento resulta em dois benefícios: de um lado, porque a embalagem final do produto só é efetivada no recebimento do pedido; de outro lado, em face da existência de um produto que sofre apenas modificação em sua embalagem, de acordo com as exigências dos clientes, essa estratégia também produz uma considerável redução nos níveis de estoques desse produto.

Um exemplo elucidará melhor esse processo: um determinado fabricante de sabão em pó atende a uma gama de supermercados que trabalham com marcas próprias. Nesse caso, o fabricante vai produzir o sabão em pó, porém não fará a embalagem final. Esse produto é então transferido, na modalidade “a granel”, para uma determinada região do país onde exista uma grande concentração de supermercados que utilizam marcas próprias. Assim que um determinado pedido é recebido no armazém do fabricante de sabão em pó, o produto é então embalado nas caixas da marca própria do comprador do produto.

Usando esse sistema, o estoque de sabão em pó a granel atenderá a uma grande variedade de clientes e de acordo com a embalagem que o cliente desejar, ficando, ao final, a rotulagem conforme especificado no pedido recebido do cliente.

Outro objetivo da armazenagem é atender às exigências da demanda em períodos de sazonalidade. O resultado da aplicação da estratégia de armazenagem é manter os estoques de produtos sazonais mais próximos do mercado consumidor quanto possível, permitindo assim atender mais rapidamente as solicitações dos clientes.

Outro tipo de atividade desses armazéns é a estocagem de produtos agrícolas, visto que as safras acontecem em determinadas épocas do ano e os produtos agrícolas são consumidos durante todo o ano. Um exemplo é o caso da soja, que necessita de armazéns especiais (silos) para ser estocada. Esse é um dos grandes

problemas do mercado brasileiro, pois grande parcela da nossa safra agrícola é perdida por falta de armazéns adequados para sua estocagem.

Nos exemplos citados, esses armazéns trabalham em um apoio aos esforços de incrementar as vendas, com o uso de estoques reguladores ou estoques de segurança. Também são importantes elementos no apoio à produção quando o produto depende de matérias-primas sazonais ou que levam um tempo muito longo para a efetivação da sua aquisição, em especial nos casos de matérias-primas importadas que têm um longo ciclo de pedido.

Um exemplo interessante foi a forma bastante agressiva de atuação da Vale no suprimento de minério de ferro para a China. Com o objetivo de melhor atender à demanda sem longas esperas, a empresa criou uma estação flutuante especial localizada nas Filipinas, permitindo, assim, um rápido atendimento às solicitações dos clientes. Nesse caso, podemos dizer que a empresa criou um estoque estratégico para suprir os esforços de venda.

Em fevereiro de 2012, a Vale começou a operar a estação flutuante de transferência de minério na Baía de Subic, nas Filipinas. A estação viabiliza o transbordo total ou parcial dos navios Valemax para navios menores, aumentando a eficiência operacional e permitindo reduzir o tempo de entrega para os clientes.

De acordo com a nossa estratégia de distribuição, cerca de 85% da distância entre o Brasil e a Ásia será percorrida pelos navios de maior porte e de menor custo até os centros de distribuição e a estação de transferência. O restante da distância é percorrido por navios menores, que podem acessar portos menores com total segurança operacional.

A Baía de Subic está numa área naturalmente protegida contra swells oceânicos (conjunto de sequência de ondulações) e ventos, possui um calado profundo e está a poucos dias de distância de nossos clientes asiáticos. Os investimentos da Vale na implementação da estação somaram US\$ 52 milhões.

Fonte: <http://www.vale.com.br/pt-br/o-que-fazemos/destaques/Paginas/vale-inaugura-estacao-flutuante-de-transferencia-de-minerio-nas-filipinas.aspx>. Acesso em: 20/09/2012.

#### SERVIÇOS PRESTADOS PELOS ARMAZÉNS OU CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO

De forma geral, cinco são os benefícios básicos obtidos por meio da utilização de armazéns ou centros de distribuição (Bowersox et al., 2007):

- Estocagem ocasional.
- Mix de produtos.
- Apoio à produção.
- Presença de marketing.



Na situação de *estocagem ocasional*, os produtos fabricados são transferidos para um centro de distribuição com a finalidade de atender às solicitações dos clientes, muito especialmente nas ocasiões críticas de mercado.

Um aspecto relacionado a essa modalidade envolve as indústrias com linhas de produtos que têm uma sazonalidade acentuada, ou mesmo nas situações em que a empresa tem uma produção limitada. Nessa situação, esse tipo de armazenagem ou centro de distribuição é estratégico para atender ao mercado. Um exemplo bem corriqueiro é a armazenagem de produtos de defensivos agrícolas durante o período de plantio para atender às solicitações dos agricultores. No *mix de produtos*, o armazém funciona como uma combinação antecipada das demandas dos clientes. Esse mix de produtos normalmente é formado por uma grande variedade de produtos de um ou de vários fornecedores. Um exemplo é o centro de distribuição de uma rede de supermercados.

O *apoio à produção* destina-se a manter os insumos, componentes e matérias-primas, objetivando, assim, a manutenção dos processos de produção diante das incertezas do mercado (oscilações bruscas na oferta de produtos, por exemplo) ou mesmo em situações nas quais alguns dos materiais utilizados na produção possuem um elevado *lead time* no processo de aquisição.

Nesse caso, a existência de um estoque adicional também conhecido como estoque de segurança (tratado no capítulo 10) vai permitir a continuidade da produção, especialmente para aqueles materiais que tenham um longo ciclo de reposição (*lead time*).

Quanto à *presença de marketing*, é a estratégia utilizada com o objetivo de rapidamente atender a demanda por produtos por meio de um centro de distribuição regional, seja por uma agressiva estratégia de presença de mercado ou por razões fundamentadas no fato de o transporte desses produtos levar um tempo razoável para ser disponibilizado nesses mercados.

## TIPOS DE ARMAZÉNS

Levando-se em consideração os propósitos dos armazéns em termos de guarda de produtos, é possível classificá-los em quatro segmentos:

- Armazéns para *commodities* – são armazéns especialmente projetados para abrigar certos tipos de produtos, como madeira, fumo, algodão, cereais etc.
- Armazéns para granéis – projetados para cargas específicas, como grãos (soja, trigo, milho etc.), produtos químicos, líquidos (gasolina, óleo diesel, álcool etc.).
- Armazéns especiais – são aqueles projetados para abrigar determinados tipos de produtos que requerem um tratamento especial no que se refere à sua guarda, como produtos que requerem um controle rígido da temperatura

(sorvetes, por exemplo), produtos sujeitos a controle da umidade ou mesmo sujeitos a controle da pressão atmosférica.

- Armazéns gerais – são os armazéns utilizados para a guarda de qualquer tipo de produto.

## PRINCÍPIOS OPERACIONAIS

Alguns princípios operacionais são essenciais para definir as dimensões físicas dos armazéns.

Uma vez determinado e decidido o uso para o qual o armazém será destinado, três princípios básicos definirão sua arquitetura, e mesmo seu processo operacional.

Por exemplo, na decisão entre manter um armazém operando de forma manual ou utilizando em larga escala a automação, os princípios listados a seguir deverão ser observados:

- Critérios de projeto.
- Tecnologia utilizada na movimentação dos materiais.
- Espaço para armazenagem.

De um lado, é importante observar que a escolha do tipo de estocagem a ser utilizado na armazenagem obedece a um critério de custos e demanda de produtos. Assim, armazéns que estocam poucos produtos e em larga escala têm grandes chances de serem totalmente automatizados, obedecendo à estratégia de grandes volumes e baixa variedade, o que facilita a automação dos processos de recepção, armazenagem e fornecimento dos materiais.

De outro lado, em um armazém que possui uma grande variedade de produtos e em uma escala reduzida, poderá ser muito mais vantajosa a utilização de um processo manual para a movimentação dos produtos e, em muitos casos, estudos complementares poderão provocar uma decisão de utilizar a armazenagem terceirizada, quando a análise dos custos envolvidos na operação apontá-la como a melhor opção.

## PROJETO DE ARMAZENAGEM – FLUXO DOS MATERIAIS

O fluxo básico operacional de um armazém pode ser visualizado na Figura 7.6.

Na área de recepção dos materiais ocorrem as atividades de recebimento dos materiais, a conferência e o registro do recebimento. Depois de validado o recebimento dos produtos, a operação seguinte é movimentá-los até as áreas destinadas ao seu armazenamento, registrando-se a sua localização no interior do



FIGURA 7.6 Atividades típicas de um armazém.

armazém de forma que o sistema de controle operacional facilmente, bastando incluir o código do item ou fazer a leitura do seu código de barras, indique sua localização. Em alguns sistemas mais sofisticados, é possível visualizar a localização em formato de visualização direta, na tela do monitor, do *layout* do armazém. O registro da localização é importante para que, de forma rápida e com menor custo possível, os produtos sejam retirados de suas áreas de armazenagem para atender aos pedidos dos clientes.

No fornecimento dos produtos, a operação é denominada de processamento dos pedidos. Nessa atividade, ocorre a separação dos pedidos, que poderão conter vários itens dentro de um mesmo pedido, situação na qual o sistema de localização dos materiais permitirá a elaboração de um roteiro de captura dos itens do pedido, de acordo com as quantidades solicitadas pelos clientes, minimizando assim o tempo gasto na operação e melhorando consideravelmente a produtividade.

Após a separação dos pedidos, é então feita uma verificação quanto à acurácia do pedido, certificando-se de que os produtos solicitados foram separados nas quantidades e especificações desejadas. Após essa operação, os materiais são então acondicionados em embalagens apropriadas destinadas ao fornecimento e, ato contínuo, recebem uma etiqueta de identificação (normalmente com código de barras) que pode conter, além das especificações dos clientes, outras informações importantes.

Ao final, de acordo com a programação de transporte e a distribuição, os materiais são agrupados e consolidados em cargas específicas para que sejam entregues aos clientes.

De acordo com estudos realizados pela Universidade de Cranfield, as atividades de um armazém típico são distribuídas conforme apresentado na Figura 7.7.

A Figura 7.8 apresenta um exemplo de instalação em que foi dimensionada uma área denominada de espera em trânsito. Essa área destina-se à expedição rápida dos produtos cujo processo de separação de pedidos já tenha ocorrido.

Em uma instalação típica de um armazém, é possível desmembrar as atividades, objetivando maximizar a produtividade e reduzir custos de movimentação e manuseio dos materiais. Um exemplo típico é separar as atividades que envolvem os processos de recepção dos produtos por meio da destinação de área específica para esse fim.



FIGURA 7.7 Distribuição percentual das atividades em um armazém.

Fonte: adaptada de King et al. (2006).

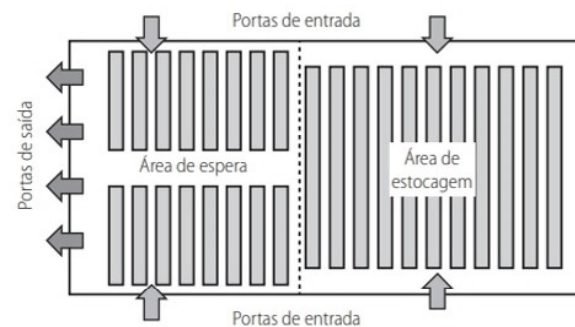


FIGURA 7.8 Instalação típica de espera em trânsito.



Isso acontece em situações nas quais muitos dos produtos recebidos são destinados, em grande parte, para determinados clientes (operação conhecida como *cross-docking*) ou serão transferidos para outras unidades de armazenamento, quando o armazém responsável pelo recebimento dos produtos atua como um grande centro de distribuição.

Um caso típico pode ser examinado ao se focalizar uma rede de lojas de varejo que utiliza, em determinada região, um centro de distribuição. Assim, por exemplo, ao receber um lote de geladeiras que foram encomendadas em um fornecedor habitual, essas geladeiras poderão, em grande parte, ser destinadas às lojas da rede de varejo.

Com o objetivo de reduzir custos nas atividades de recebimento desse produto, a parcela que for destinada às lojas da rede de varejo serão diretamente encaminhadas a uma área de expedição e despacho denominada *cross docking*. Em uma tradução literal, pode-se dizer que os produtos destinados a essa área “cruzam as docas”, sendo então transferidos dos caminhões do fornecedor para os caminhões que levarão essas geladeiras diretamente para as lojas.

Com esse procedimento, há consideráveis economias, visto que os produtos são se destinam, em sua maioria, para a área de armazenagem e sim são transferidos diretamente para os veículos que os destinarão às lojas que os solicitaram.

As decisões quanto às diversas modalidades de manuseio, movimentação e transporte dos produtos têm como finalidade principal reduzir os custos e os tempos entre recepção, armazenagem e expedição dos materiais.

Tal processo acaba não só reduzindo os custos operacionais das atividades de armazenagem dos materiais, como também melhora consideravelmente a *performance* da atividade, com elevados ganhos em produtividade e respostas rápidas às exigências dos clientes e do mercado.

Em linhas gerais, o espaço requerido para a armazenagem dos materiais deverá levar em conta os níveis máximos de estoques dimensionados para serem mantidos no armazém, tomando-se como base as estimativas de demanda de cada produto. Aqui, utilizar um sistema de previsão de demanda é essencial para melhorar as qualidades operacionais do armazém em função dos espaços requeridos para atender aos níveis de estoques indispensáveis a um perfeito atendimento às exigências dos clientes.

É evidente que há situações especiais, principalmente para os itens que sofrem o efeito da sazonalidade, em que o armazém em si não terá condições de abrigar todo o volume necessário, tendo-se como consequência a necessidade de buscar alternativas.

Uma receita básica para o exame do caso e a decisão quanto ao armazenamento envolve o estudo dos custos envolvidos para se determinar o dimensionamento ótimo para atender aos picos de consumo. Aqui, o objetivo primordial

será buscar uma combinação mínima entre o armazém próprio e o armazém terceirizado que permita atender às solicitações dos clientes sem comprometer os custos da operação como um todo.

O estudo para o projeto de um armazém leva em conta um elenco de perguntas-chave. Essas perguntas têm por objetivo essencial definir as características operacionais do armazém.

A primeira questão em jogo é examinar as alternativas do projeto em termos da decisão de construir uma nova instalação ou aproveitar uma instalação existente.

A construção de uma nova instalação tem uma grande vantagem operacional, uma vez que o armazém será projetado de dentro para fora, ou seja, primeiramente são fixados os arranjos físicos internos de acordo com os produtos que serão estocados e que melhor se ajustem às necessidades quanto ao fluxo dos materiais que circularão pelo armazém. Esse processo leva em conta tanto o fluxo do processo para armazenagem dos produtos quanto a movimentação destinada ao despacho destes.

Dentro desse escopo, um elenco de perguntas-chave se impõe diante dos projetistas e responsáveis pelo processo decisório da construção de uma nova unidade ou reforma de uma unidade existente:

- O projeto do sistema de armazenamento atende aos requisitos-chave de “movimentar menos, estocar mais e controlar menos”?
- Quais são as características físicas e dimensionais dos produtos que serão armazenados no local? Existem produtos perecíveis, produtos químicos, produtos tóxicos, produtos inflamáveis etc.?
- Há restrições construtivas quanto à altura máxima de empilhamento quando o projeto prevê a utilização de uma construção existente? Existem restrições quanto à carga máxima por metro quadrado a ser armazenada? Aqui o problema está relacionado ao projeto das fundações ou às instalações existentes que, por razões construtivas, foram dimensionadas para cargas mais leves, o que poderá dificultar a utilização máxima do pé direito do prédio ou o empilhamento máximo permitido por piso existente, no caso de prédio com mais de um pavimento.
- Na hipótese do projeto contemplar uma nova construção, haverá restrições, por razões de geometria do terreno ou da capacidade das fundações, que impedem a utilização de algum tipo de equipamento de manuseio (empilhadeiras de grande porte, por exemplo) ou equipamentos destinados à estocagem dos materiais?

Além de seguir um conjunto de regras básicas que envolvem os objetivos-chave de um bom projeto de armazenagem, quais sejam:



- Maximizar a utilização dos equipamentos disponíveis.
- Maximizar o uso do espaço tanto do terreno quanto do pé direito (altura do edifício).
- Otimizar o fluxo de materiais que transitam no interior do armazém.
- Reduzir a fadiga dos trabalhadores e operadores de equipamento, melhorando também a produtividade por empregado.
- Utilizar sistemas de corredores e sinalização apropriados para evitar um fluxo rápido dos materiais e reduzir a incidência de acidentes.

No projeto do armazém com uso da simulação por meio de softwares especializados, é possível estudar o agrupamento de itens de forma a melhorar consideravelmente a *performance* do armazém em termos de utilização do espaço disponível, aumento da eficiência no atendimento aos pedidos e recepção dos produtos, bem como a configuração das áreas de armazenagem para cada tipo ou família de materiais.

Softwares bastante utilizados com esse propósito são o Arena® (<http://www.arenasimulation.com>) e o ProModel® (<http://www.promodel.com>). Outras empresas, como consultorias, trabalham desenvolvendo modelos de simulação em 3D para elencar projetos eficientes de armazenagem, o que permite calcular o tamanho do armazém, a quantidade de equipamentos de movimentação e o número de equipamentos de armazenagem, levando em conta os requisitos específicos e personalizados dos métodos alternativos para o armazenamento dos materiais.

Outro aspecto importante a ser considerado no projeto da armazenagem está relacionado ao escopo da tecnologia utilizada nos processos de armazenagem, ou seja, o projeto poderá incluir tecnologias mais avançadas, como o uso da automação na armazenagem e na captura de produtos.

A Figura 7.9 apresenta um esboço do resultado de uma simulação em 3D de um armazém em que é possível observar os diversos tipos de equipamentos de estocagem dos materiais e a designação de docas de carga e descarga, áreas de despacho etc.

Ainda tratando do escopo do projeto de armazenagem, vários aspectos operacionais influenciarão a construção e o arranjo físico do armazém.

Também deverão ser levadas em conta no projeto do armazém questões relacionadas ao volume (dimensões) do SKU, à fragilidade do produto que será manuseado e armazenado, e à eventual necessidade de certos produtos armazenados exigirem um tipo especial de armazenagem, como sistema de refrigeração, controle de umidade etc.

Outro aspecto não menos importante é o estudo de viabilidade da utilização do sistema de *cross docking* no armazém, o que implicará redução do espaço de

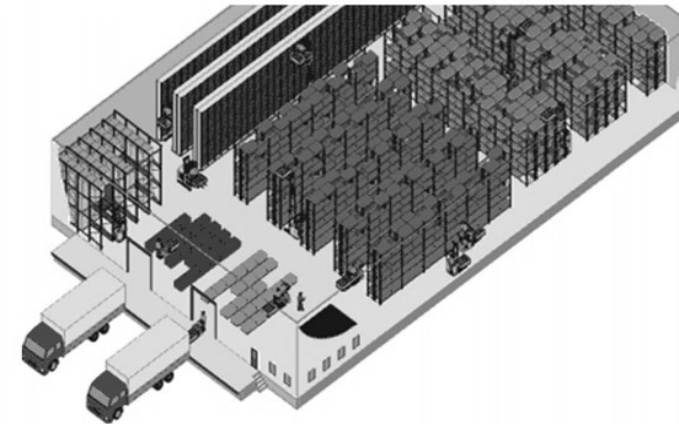


FIGURA 7.9 Resultado da simulação em 3D.  
Fonte: Supply Chain & Logistics Consulting Ltd. (2010).

armazenagem. Isso decorre do fato de que a carga, ao ser recebida, poderá ser integral ou parcialmente transferida direto para a doca de despacho e daí ser transportada para os clientes, em vez de ser movimentada para o interior do armazém.

Como o elemento principal no projeto é a demanda de cada produto, esta deverá ser analisada em termos de volume e sazonalidade para um perfeito dimensionamento dos espaços.

Da mesma forma, a estimativa do número de SKU que serão diariamente movimentados, o número de pedidos atendidos por dia e, também, a possibilidade de fracionamento da carga etc. permitirá elaborar um projeto de armazenagem com maior flexibilidade e direcionado aos serviços a que o armazém se destina.

No que se refere aos equipamentos de manuseio e armazenagem dos materiais (estruturas), é importante estudar alternativas quanto ao uso de empilhadeiras, paleteiras, transelevadores, estruturas porta-paletes, estruturas especiais (*drive-in*)<sup>1</sup>. É evidente que esse estudo implicará decisões de custos operacionais *versus* eficiência no atendimento rápido à demanda de serviços do próprio armazém.

Por exemplo, a estimativa do número de paletes a ser utilizado na estocagem, com base nos estudos das demandas dos diversos produtos, permitirá o cálculo

<sup>1</sup> O detalhamento de cada tipo de equipamento de manuseio e armazenamento será estudado em tópico próprio neste capítulo.

do número de estruturas porta-paletes destinadas a abrigar esses paletes e, por consequência, permitirá também empreender estudos das alternativas quanto ao uso de empilhadeiras com sistema de torre telescópica, o que permitirá maior aproveitamento do espaço vertical.

Além dos aspectos já mencionados, outro ponto fundamental se impõe: o gerenciamento do armazém propriamente dito. Assim, a forma de endereçamento dos produtos, a utilização de código de barras ou mesmo de etiquetas eletrônicas e a operação de retirada dos materiais, envolvendo o processo de “primeiro a entrar, primeiro a sair” (PEPS/FIFO) ou “último a entrar, primeiro a sair” (UEPS/LIFO) devem ser exaustivamente analisadas.

Outra possibilidade é a utilização de sistemas automatizados, como o gerenciamento integrado tipo WMS<sup>2</sup> (*warehouse management system*), que deverá ser examinado no processo decisório de projeto do armazém.

As alternativas elencadas deverão ser avaliadas dentro de um escopo bem amplo que envolve não só a operacionalidade do armazém e a sua eficiência como também os aspectos econômicos e financeiros do projeto. Isso decorre do fato de que um armazém é um projeto que demandará tempo na sua execução e construção e terá, com base nas características do projeto, um longo ciclo de vida útil operacional.

A Figura 7.10 mostra um desenho esquemático de um armazém com vários dos processos operacionais disponíveis, estruturas especiais para paletes, grupo de estanterias, correias transportadoras para o despacho das cargas, áreas de recebimento com docas para acesso dos veículos de transporte etc.

### EQUIPAMENTOS DE MANUSEIO E ARMAZENAGEM DOS MATERIAIS

A escolha dos equipamentos destinados ao manuseio e à armazenagem de materiais não é uma tarefa fácil, a começar pelo elenco de equipamentos disponíveis no mercado. A oferta de equipamentos de estocagem e manuseio é enorme.

Técnicas como carga consolidada são alternativas a serem consideradas. Assim, volumes menores são então consolidados em uma carga única, facilitando sobremaneira o manuseio. Como resultado da aplicação dessa técnica ocorre uma

<sup>2</sup> O uso de sistema do tipo denominado *warehouse management system*, ou sistema de gerenciamento de armazém tem por finalidade aumentar consideravelmente a rotação dos estoques dos itens armazenados por meio da utilização de processos automáticos para a consolidação e a seleção de itens, o mesmo acontecendo nas operações de *cross docking*, permitindo maximizar a utilização dos espaços de armazenamento e a otimização das operações realizadas no armazém.



FIGURA 7.10 Modelo de armazém com áreas específicas de fornecimento de produtos. Fonte: [http://www.siemens.com/press/pool/de/pressebilder/2011/industry\\_solutions/300dpi/11S201106120-01\\_300dpi.jpg](http://www.siemens.com/press/pool/de/pressebilder/2011/industry_solutions/300dpi/11S201106120-01_300dpi.jpg). Acesso em 22/08/2012.

redução considerável no número de viagens internas e, por consequência, otimização do uso do tempo e redução de custos.

O uso de paletes ou estrados de madeira permitirá a utilização de estruturas especiais para o armazenamento (por exemplo, estruturas porta-paletes), o que também levará ao uso mais intensivo de empilhadeira para a movimentação e o armazenamento dos produtos, permitindo maior flexibilidade operacional.

Atualmente, os paletes são padronizados em tamanhos internacionais: 40 x 48 polegadas (100 cm x 120 cm). Essa padronização foi originada de um largo estudo realizado pelo governo americano que levou em conta as dimensões dos principais modais de transporte (aéreo, rodoviário, ferroviário e aquaviário) com o objetivo de maximizar o uso do espaço disponível para o transporte dos produtos nos respectivos modais. O resultado foi a definição dessas dimensões como sendo de melhor aproveitamento em todos os modais disponíveis. O palete é um item de custo agregado a ser considerado no sistema de manuseio e armazenamento de materiais.

A Figura 7.11 apresenta um modelo de palete denominado dupla entrada, visto que ele poderá ser acessado por qualquer dos seus lados mediante a utilização de uma empilhadeira que poderá ter um sistema de garfo retrátil ou panto-gráfico. Ele poderá ser manuseado com a utilização de um carrinho porta-palete do tipo manual ou elétrico.

Assim como o uso do contêiner acabou por revolucionar os sistemas de transporte, especialmente com a globalização da economia, o palete também aca-



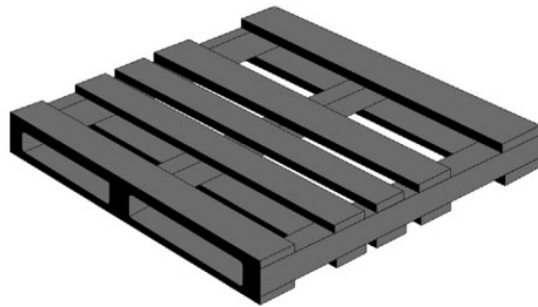


FIGURA 7.11 Modelo de palete de dupla entrada.  
Fonte: Gonçalves (2010a).

bou revolucionando a armazenagem, que passou a contar com um dispositivo que permite flexibilizar amplamente os processos de estocagem dos produtos.

A utilização de equipamentos para o manuseio dos materiais leva em conta os custos operacionais envolvidos nas diversas alternativas (o catálogo dos fabricantes apresenta inúmeras possibilidades). Uma abordagem complementar relacionada ao método de atendimento dos pedidos deve perpassar o exame da rapidez com a qual se pretende atender aos clientes (mais automação ou menos automação, por exemplo).

Um aspecto importante na automação na armazenagem está relacionado ao aumento do controle e à velocidade com que os pedidos serão atendidos. É claro que deverão ser analisados os custos envolvidos nessa alternativa, bem como o aporte de investimentos necessários, normalmente elevados, quando se pensa nos processos de forma global, ou seja: automação tanto na armazenagem quanto no processo de estocagem, recuperação e separação dos materiais para atender aos pedidos que chegam ao armazém.

Em muitas situações, o estudo de sistemas mais simples, por intermédio da utilização de empilhadeiras e estantes porta-paletes, acaba produzindo uma solução com excelentes resultados e com baixos custos e ainda com produtividade e velocidade de atendimento aos pedidos.

A Figura 7.12 apresenta um desenho esquemático de um desses tipos de concepção de projeto com o uso intensivo de paletes para o armazenamento, utilização de estruturas porta-paletes e sua movimentação por meio de empilhadeiras.

Dois aspectos importantes devem ser analisados na armazenagem de produtos.

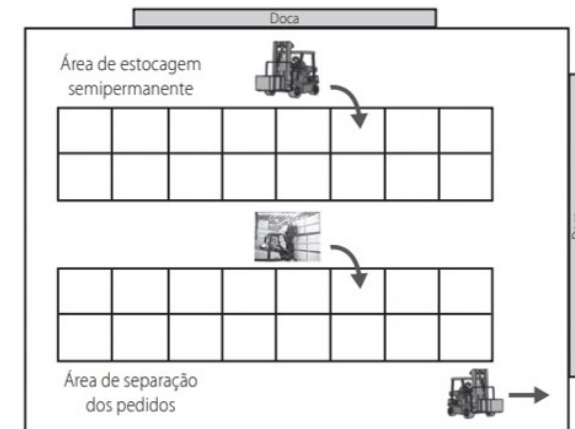


FIGURA 7.12 Desenho esquemático de um sistema de armazenamento mostrando o uso de empilhadeiras e paletes para acondicionar os materiais.

O primeiro deles está relacionado a uma análise criteriosa da carga a ser armazenada e transportada, ao tipo de embalagem que é utilizada, bem como às respectivas alternativas de utilização (muitos produtos possuem uma gama variada de embalagens), às unidades de carga (recipiente onde a carga vai estar contida) e aos critérios que serão utilizados quando da armazenagem dos produtos.

As questões relacionadas aos critérios de armazenagem envolvem os estudos quanto ao uso de estrados especiais (paletes) no armazenamento, bem como a utilização de recipientes especiais (*racks*) que permitem elevar a capacidade de empilhamento sem comprometimento da carga.

No que se refere ao armazenamento propriamente dito, deve-se escolher entre um elenco de equipamentos como:

- Paletes – estrados de madeira, metal ou plástico que têm por finalidade facilitar a movimentação dos materiais, nas operações de carga, descargas e empilhamento.
- Contentores – caixas de madeira, metálicas ou plásticas destinadas ao acondicionamento do material. Esses contentores também permitem aumentar consideravelmente a altura do empilhamento dos materiais, especialmente

porque, em sua maioria, são projetados para resistir ao processo de empilhamento uns sobre os outros.

- Estanterias – estruturas de aço especialmente projetadas para atender aos requisitos de aproveitamento máximo do espaço vertical do armazém.
- Estruturas porta-paletes – estruturas de metal destinadas ao armazenamento de paletes que, por suas características, não poderão ser empilhados diretamente uns sobre os outros.

Na Figura 7.13, são apresentados alguns modelos desses equipamentos de armazenagem.

Além dos modelos tradicionais indicados, pode-se também dispor das chamadas estruturas dinâmicas, também conhecidas por estruturas *drive-in*, cujo objetivo de projeto é permitir e facilitar uma maior rotação do estoque, sendo abastecidas de um lado com a retirada dos materiais, do outro, possibilitadas pelo plano inclinado propositalmente projetado com essa finalidade.

Esse tipo de estrutura, conforme apresenta a Figura 7.14, é muito utilizado especialmente nas áreas de produção e em grandes linhas de produção na indústria automobilística, por permitir uma reposição rápida dos estoques diretamente do centro de trabalho, ao estilo *just in time*, por exemplo.

Outra alternativa para esse tipo de estrutura é a chamada estrutura porta-paleta deslizante, que tem a mesma concepção de projeto, como mostra a Figura 7.15.

Claro que essas modalidades não esgotam a criatividade dos projetistas, principalmente porque os fornecedores desses tipos de equipamentos oferecem um vasto elenco de possibilidade.

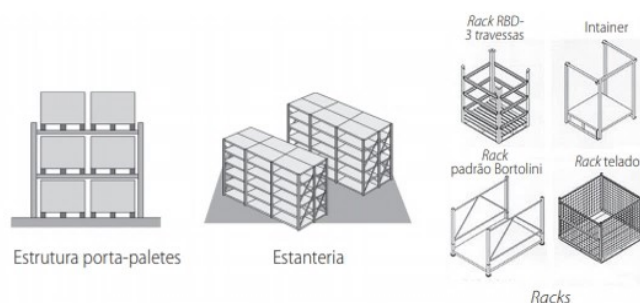


FIGURA 7.13 Alguns exemplos de equipamentos para estocagem de materiais.  
Fontes: adaptada de Gonçalves (2010a) e <http://www.cnkingco.com/mhe/StorEq>. Acesso em 15/10/2010.

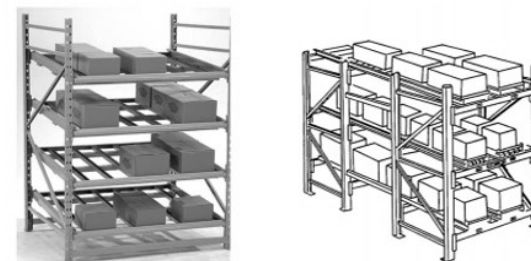


FIGURA 7.14 Exemplo de estrutura dinâmica também conhecida como *flow-rack*.  
Fontes: [http://www.bertoliniarmazenagem.com.br/por/index.php?cat=produtos&sub=flow\\_rack](http://www.bertoliniarmazenagem.com.br/por/index.php?cat=produtos&sub=flow_rack). Acesso em 20/07/2009; <http://www.cnkingco.com/mhe/StorEq>. Acesso em 15/08/2009.

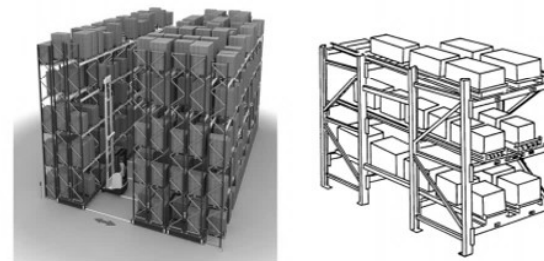


FIGURA 7.15 Estrutura porta-paleta deslizante.  
Fonte: Bertolini Sistemas de Armazenagem e Jungheinrich.

Aliados aos equipamentos de armazenagem de materiais estão os equipamentos de movimentação, cuja variedade disponível no mercado atende praticamente aos requisitos dos mais exigentes projetistas.

Em linhas gerais, eles podem ser classificados dentro de duas modalidades básicas:

- Equipamentos destinados unicamente à movimentação horizontal, como é o caso de carrinhos, paleteiras, esteiras rolantes, rebocadores e tratores.
- Equipamentos destinados à movimentação horizontal e vertical, como é o caso das empilhadeiras, guindastes sobre rodas, pontes rolantes etc.

Entre os equipamentos que revolucionaram os processos de armazenagem está a empilhadeira, como o exemplo da Figura 7.16.





FIGURA 7.16 Exemplos de empilhadeiras.  
Fonte: Gonçalves (2010a).

Uma das grandes vantagens do uso de empilhadeiras está relacionada à sua flexibilidade operacional. Agilidade na movimentação e elevação das cargas estão entre os fatores importantes na decisão de utilizar esse equipamento.

No mercado, existe uma gama variada de modelos que podem ser escolhidos em função da carga a ser transportada, altura máxima de empilhamento desejada (empilhadeiras com colunas de elevação com sistemas telescópicos) etc.

Dependendo do local onde as empilhadeiras serão utilizadas, existem opções quanto ao tipo de combustível utilizado, em face da poluição produzida pela sua queima. Assim, em áreas abertas, o uso de combustíveis fósseis (diesel, gasolina, GLP) é o mais comum, ao passo que, se esse equipamento for operar em áreas cobertas, há opção de equipamentos elétricos.

#### ARMAZENAGEM ESPECIAL (AS/RS – ARMAZENAGEM AUTOMÁTICA/SISTEMA DE RECUPERAÇÃO)

Em muitas situações, busca-se aproveitar ao máximo a altura ou o espaço aéreo para o armazenamento de produtos por intermédio do uso de sistemas automáticos, também conhecidos como AS/RS (*automated storage/retrieval systems*).

Esses sistemas, muito utilizados na Europa e nos Estados Unidos, também chegaram ao Brasil e têm sua aplicação em vasto contingente de situações e empresas.

Sua principal característica é o uso de sistemas sofisticados de elevação, normalmente por meio de transelevadores, o que permite manusear a carga por meio de uma estação de comando que poderá ou não estar acoplada ao equipamento.

Em muitos casos, esse sistema funciona acoplado a um computador que permite ao operador movimentar a carga com um simples clique em um *mouse*. Em linhas gerais, um sistema automático de armazenagem e recuperação de materiais (AS/RS) é dotado de uma estrutura de armazenagem, módulos de armazenagem,

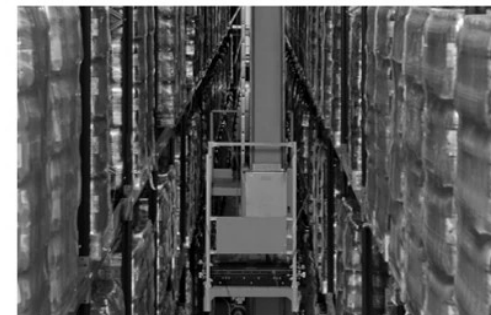


FIGURA 7.17 Uso de transelevador.

mento, uma máquina de estocagem e recuperação (normalmente um transelevador), e a estação de comando.

Esse sistema só é aplicado quando os custos operacionais e os investimentos em equipamentos, sistemas informatizados, módulos de comando etc. justificam a operação e a sua eficiência operacional frente às necessidades da empresa.

De acordo com estimativas de Miramira et al. (2009), os investimentos envolvidos entre estruturas para armazenamento, equipamentos de manuseio e controle variam de acordo com a necessidade do usuário e estão na faixa entre US\$ 1 e US\$ 5 milhões. Só o transelevador custa em torno de US\$ 100 mil.

Entre as vantagens da utilização desses sistemas, pode-se listar (Miramira et al., 2009):

- A operação automática reduz os erros e os acidentes nas operações de armazenagem e recuperação dos materiais.
- O tempo de movimentação é significativamente reduzido pela automação do sistema.
- O uso de transelevadores permite elevar consideravelmente a altura para as atividades de armazenagem com utilização máxima do espaço vertical em grandes alturas.
- Há significativa redução dos custos de mão de obra, apesar do aumento de outros custos provenientes da utilização de equipamentos automáticos.

As desvantagens, por outro lado, estão relacionadas a:

- Padronização do contentor ou palete para o armazenamento.

- Altos investimentos e altos custos de manutenção dos equipamentos, o que vai depender das dimensões do armazém.

Esses tipos de sistemas são utilizados em grande parte por empresas de grande porte, entre elas aquelas que: comercializam alimentos, distribuem produtos para o varejo, comercializam autopeças etc.

### TÉCNICAS DE OPERAÇÃO DE UM ARMAZÉM

Em linhas gerais, como mostrado nos parágrafos anteriores, um armazém opera segundo um processo que basicamente pode ser representado pela Figura 7.18.

Hoje, em sua maioria, os armazéns têm funções que envolvem as atividades de atender tanto o recebimento e a expedição dos materiais da forma mais otimizada possível, como a redução de custos operacionais e a melhora dos níveis de serviços no atendimento.

Um armazém que opera na forma de um depósito guarda os produtos para serem oferecidos aos clientes, ou seja, em uma operação denominada empurrada; enquanto os novos armazéns, que passaram a ser denominados centros de distribuição, operam recebendo e atendendo aos pedidos da forma mais rápida possível, uma filosofia estilo *just in time*, em uma operação denominada puxada.

Segundo a ótica das operações puxadas, os grandes centros de armazenagem são transformados em centros de materiais em trânsito, já que, tão logo quanto possível, os materiais recebidos são despachados para seus destinos finais.



FIGURA 7.18 Operação básica de um armazém.  
Fonte: adaptada de Gonçalves (2010a).

A primeira operação da abordagem puxada é a utilização de um sistema de atendimento denominado *cross docking*, que literalmente significa “cruzando as docas”. Um armazém que opere com um sistema de *cross docking* acaba por receber o produto, normalmente de um fabricante, e o encaminha diretamente para a área de expedição, de onde será despachado para um rol de clientes previamente especificados.

Um exemplo que pode elucidar o processo é o de um grande varejista que atue na comercialização da linha branca (geladeiras, máquinas de lavar, fogões). Esse varejista tem uma rede de lojas localizadas em uma grande metrópole, como Rio de Janeiro ou São Paulo. Os pedidos de produtos da linha branca são efetuados junto ao fabricante. Tão logo esses produtos são recebidos no armazém central (centro de distribuição), são então transferidos para outros veículos de menor porte, de acordo com uma programação roteirizada de entrega para atender aos pedidos de reposição das lojas ou, ainda, segundo um roteiro previamente fixado para atender aos pedidos dos clientes que adquiriram o produto via lojas ou mesmo via *web*. Um processo semelhante ao citado é utilizado pela rede de lojas do Ponto Frio® na cidade do Rio de Janeiro.

Os pedidos dos clientes efetivados junto às lojas são então encaminhados à central, que, por sua vez, aglutina todas as necessidades de cada um dos produtos (geladeira, fogões, máquinas de lavar etc.). Os pedidos assim aglutinados são enviados para a fábrica por intermédio de comunicação direta.

Ao recebê-los, a fábrica terá, no dia subsequente, um espaço de cerca de 2 horas (janela de tempo) para fazer a entrega no centro de distribuição do varejista que já destaca caminhões de sua frota ou frota terceirizada para fazer as entregas nos bairros e nas lojas de sua rede. Assim que os produtos enviados pelo fabricante chegam ao centro de distribuição, eles são divididos em lotes de acordo com a programação de roteirização e pedidos dos clientes.

Como pode ser verificado, nas operações de *cross docking* é essencial que se faça uso intenso da tecnologia da informação, pois o sistema *cross docking*, para ser efetivo, necessita de um fluxo contínuo de informações sobre as mercadorias que estarão envolvidas no processo de transferência direta, o elenco de fornecedores e os clientes destinatários.

Por esse motivo, as operações que utilizam esse processo são realizadas com o suporte da tecnologia da informação, com o uso constante da troca eletrônica de dados (TED) entre o fornecedor e o depósito no qual serão realizadas as transferências de destino via *cross docking*.

Conforme mencionam Schwind e Schaffer, oportunamente citados em Oliveira (2010), as informações mais importantes que deverão ser enviadas via TED são: produto, identificação do operador logístico ou transportador responsável, quantidade e configuração da encomenda de acordo com as especificações dos



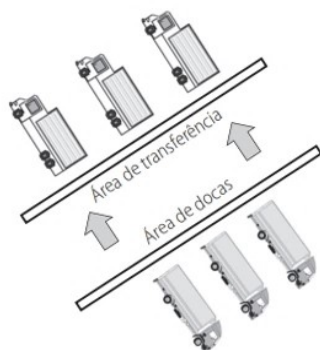


FIGURA 7.19 Exemplo de operação de *cross docking*.

pedidos, informações que permitam identificar as encomendas marcadas para o *cross docking*, localização das docas de descarga e da doca de transferência, destino intermediário e final da mercadoria que sofrerá a operação de *cross docking*, especificações que determinem os procedimentos de manuseio dos materiais envolvidos na operação e, como não poderia faltar, indicações claras sobre a data e a hora de entrega de cada carga nos respectivos caminhões.

A marcação das encomendas normalmente é feita por meio da utilização de códigos de barras que permitirão identificar cada pedido e, conseqüentemente, cada cliente final.

A segunda característica adicionada ao novo enfoque atribuído aos armazéns está relacionada ao processo de separação de pedidos, normalmente conhecido com *picking*<sup>3</sup>.

As operações consistem na retirada dos produtos do armazém de acordo com as especificações de um pedido. Nesse pedido, estão descritos os itens de estoques a serem fornecidos e as respectivas quantidades.

As operações de separação das quantidades indicadas nos pedidos dos clientes é uma tarefa que demanda um grande volume de tempo dos operadores que se dedicam a esta tarefa, e uma das atividades que contribui negativamente para a produtividade geral do armazém.

Por esse motivo, as operações de *picking* são, em sua maioria, automatizadas de alguma forma, com o objetivo de mitigar o tempo gasto na coleta dos produtos aos diversos setores do armazém.

<sup>3</sup> O *picking* também é conhecido como *order picking*.

A aplicação da tecnologia de *picking* envolve estudos detalhados sobre as características dos materiais e suas relações com demanda, giro de estoques, tipos de produto, características de acondicionamento etc.

Alguns fatores são essenciais para o estudo das atividades de coleta de produtos no armazém, entre eles o uso intensificado da tecnologia de informações, com a aplicação de código de barras nos diversos produtos e critérios de armazenamento com identificação eletrônica do local de guarda, o que permite, em um primeiro estágio, criar roteiros de sequenciamento da atividade de coleta, de forma a reduzir ao máximo o tempo gasto na operação.

O uso de vários operadores para fazer a coleta dos pedidos ou dos materiais por setores de zoneamento dos armazéns e os períodos em que essas operações serão realizadas são elementos essenciais para melhorar a *performance* da operação de *picking*. Por exemplo, o uso de leitores de código de barras é indispensável para o bom desempenho da atividade.

A Figura 7.20 apresenta um exemplo de operação de separação de pedido em que um único operador é encarregado de fazer a colheita dos produtos que normalmente ficam dispostos em escaninhos especiais. Esse sistema é normalmente utilizado nos centros de distribuição da indústria farmacêutica.

Diversas são as estratégias utilizadas nas operações de *picking* ou separação dos pedidos, entre elas:

- Separação manual (*picking manual*) – o próprio operador faz a coleta dos itens dos pedidos percorrendo os corredores do armazém.

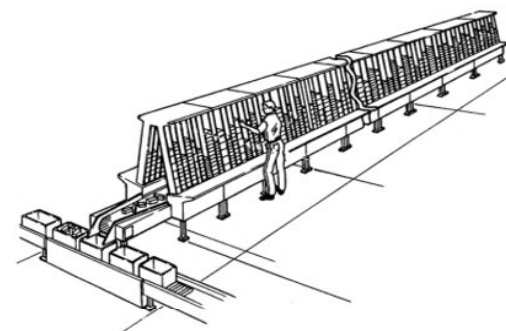


FIGURA 7.20 Exemplo de operação de separação de pedidos.

Fonte: <http://www.cnkingco.com/mhe/StorEq/#Split-case%20order%20picking%20system>. Acesso em 24/08/2012.

- Separação discreta (*picking* discreto) – um operador faz a coleta de um único item por pedido.
- Separação por zona (*picking* por zona) – situação na qual a área de armazenagem é dividida em zonas e um operador é o responsável por fazer a coleta dos itens dessa zona. Os itens assim coletados são então disponibilizados em uma área destinada à consolidação dos pedidos.
- Separação por onda (*picking* por onda) – bastante similar à separação discreta dos pedidos, mas, neste caso, a separação é realizada em turnos nos quais os produtos são recolhidos durante certo período de tempo.
- Separação automática – os pedidos são separados por um sistema de automação industrial que recolhe os pedidos de estruturas deslizantes, com o uso de transelevadores ou sistemas robóticos. Um desses modelos utiliza um sistema de esteira e sistemas laterais contendo os diversos produtos. De acordo com as especificações dos pedidos, os sistemas laterais que armazenam os itens que estão acoplados à esteira liberam a quantidade de cada item de cada pedido e, ao final, um operador se encarrega de consolidar cada pedido que recebe uma etiqueta em código de barras que identifica o cliente e o respectivo pedido.

### SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE ARMAZÉNS

O avanço das tecnologias de automação aliado ao avanço da tecnologia da informação permitiram criar novas formas para o gerenciamento de armazéns.

Assim nasceram os sistemas de gerenciamento de armazéns, conhecidos como *warehouse management systems* (WMS), destinados a otimizar as operações dos armazéns.

Esses sistemas vêm sendo utilizados por grandes empresas, como Casa & Vídeo®, Sadia®, Xerox®, ECT®, Ponto Frio®, Gillete do Brasil®, entre outras.

O WMS gerencia todas as operações executadas e as informações geradas no armazém com alto nível de confiabilidade, mantendo um perfeito controle das operações e fornecendo informações precisas sobre os níveis de estoques dos diversos itens armazenados.

Todas as operações realizadas, como recebimento de materiais, endereçamento de destino e de localização, armazenagem, separação dos pedidos, expedição e despacho dos materiais, são controladas e administradas com auxílio desse *software*, que faz um verdadeiro rastreamento das atividades com o objetivo de reduzir eventuais gargalos operacionais, distribuir de forma adequada a mão de obra disponível e otimizar a utilização dos equipamentos de movimentação existentes no armazém.

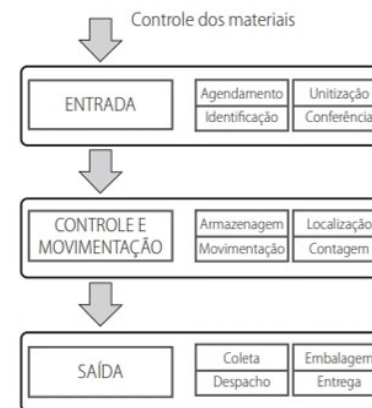


FIGURA 7.21 Modelo de sistema de gerenciamento de armazém (WMS).

Nas tarefas relacionadas ao recebimento dos materiais, o WMS permite que seja efetuada uma agenda de recebimento das cargas (caminhões) por dia, hora e doca de recebimento, prioriza o desembarque de acordo com as necessidades fixadas, faz o endereçamento automático ou manual dos paletes no recebimento e realiza operações de conferência dos materiais recebidos. Além disso, com a utilização de uma plataforma subsidiária da tecnologia da informação, o sistema captura as notas fiscais dos fornecedores mediante aplicação de uma interface com os sistemas corporativos.

O endereçamento dos produtos recebidos, seja por processo automático ou manual, é realizado mediante a utilização de parâmetros específicos, como zona de armazenamento, rotatividade do estoque do produto, família de produtos etc.

Na definição do endereçamento são utilizados critérios operacionais como primeiro a entrar, primeiro a sair, peso dos produtos, sistemas de *picking* etc.

O WMS permite também fazer o controle das diferentes estruturas destinadas ao armazenamento dos produtos, como estruturas porta-paletes, estruturas *drive-in*, prateleiras etc.; além de controlar contabilmente as mercadorias armazenadas para todos os efeitos legais.

No processo de expedição, o sistema pode gerar um plano de separação dos pedidos por grupos, utilizando critérios de seleção por clientes, datas de previsão de expedição, entre outros critérios, controlando a expedição por palete, volume ou caixas.



No processo de separação dos pedidos, o sistema poderá criar alternativas, como separar por nota fiscal ou de forma consolidada, permitindo também que seja realizado um processo de romaneio das notas fiscais separadas para cada veículo de entrega. Nas atividades de *picking*, por exemplo, esse software auxilia por intermédio da captura dos pedidos dos clientes, por meio de interfaces comerciais, mantendo diversas alternativas quanto ao processo de separação propriamente dito, por exemplo, por pedido, por rota, por clientes etc.

No transporte, o *software* tem a flexibilidade de permitir controlar o registro e as ordens de transporte, possibilitando a rastreabilidade dos produtos por lote, cliente, etc.

De uma forma geral, pode-se dizer que o WMS permite mapear e rastrear todas as atividades do armazém, possibilitando obter não somente uma síntese da quantidade completa de um material existente, como também determinar, com exatidão, a localização de um material específico existente no armazém/depósito.

No mercado brasileiro, diversas empresas comercializam e implantam esses sistemas, entre elas Autolog da Techwork, Logix da Logocenter, WMS da Store Automação (Store/WMAS), SAP, entre outras.

Com a utilização de um sistema WMS, é possível otimizar as movimentações dos estoques e as posições dos produtos armazenados, e mesmo armazenar, nos diversos depósitos, os estoques de material de vários centros em conjunto, utilizando-se das técnicas de armazenamento aleatório, graças à existência de um poderoso sistema de controle integrado.

Um sistema WMS projetado dentro dos mais modernos conceitos de automação permite integrar um conjunto de plataformas e suas interfaces, como mostra a Figura 7.23.



FIGURA 7.22 Exemplo de WMS.

Fonte: adaptada de [http://help.sap.com/saphelp\\_470/helpdata/pt/c6/f8386f4afa11d-182b90000e829fbfe/content.htm](http://help.sap.com/saphelp_470/helpdata/pt/c6/f8386f4afa11d-182b90000e829fbfe/content.htm). Acesso em: 22/05/2010.



FIGURA 7.23 Integração de plataformas e suas interfaces.

Fonte: adaptada de <http://ssi-schaefer.cl/descargas/wms.pdf>. Acesso em: 17/11/2010.

Com o mercado competitivo de hoje, uma das estratégias fundamentais das organizações está relacionada à melhoria dos serviços aos clientes. A utilização de melhorias nos processos de recebimento, armazenagem e expedição de materiais tem também esse objetivo, especialmente em face do aumento considerável das transações de compras realizadas via internet. Isso acaba por produzir no cliente uma grande ansiedade para receber, no menor espaço de tempo possível, o produto que adquiriu via web.

O uso de um WMS permitirá, por intermédio do gerenciamento de todas as tarefas envolvidas no processo, uma alta eficiência operacional, uma considerável redução no tempo de processamento dos pedidos e no atendimento aos clientes, além de permitir também sensíveis reduções de custos se comparado com as atividades tradicionais.

## EXERCÍCIOS

### Questões

1. Qual a importância estratégica da armazenagem na logística?
2. Qual é a finalidade de um centro de consolidação de cargas?
3. Cite três serviços prestados por um centro de distribuição. Explique a finalidade de cada um dos serviços citados por você.
4. Em que consistem as atividades de *cross docking*?
5. Em que consiste as atividades de *picking*?
6. O que é um WMS e quais são as suas operações essenciais?

### Exercícios quantitativos

1. Uma empresa distribuidora de produtos farmacêuticos e de cosméticos que atende ao mercado varejista estuda a utilização de uma modalidade de transporte para distribuir seus produtos a partir de um centro de distribuição localizado no Rio de Janeiro. Os produtos destinados ao transporte são acondicionados em paletes com 100 unidades.

O custo médio padrão de cada unidade transportada é de R\$ 6,80. A empresa pretende transportar um total de 144 mil paletes para o centro de distribuição no próximo ano e tem duas alternativas para esse transporte, conforme apresenta a Tabela 1.

**TABELA 1** Parâmetro por modalidade de transporte

Modal	Carregamento por viagem	Custo por carregamento
Vagão ferroviário	14.400 paletes	R\$ 1.300,00
Rodoviário	3.600 paletes	R\$ 350,00

O custo por carregamento por viagem refere-se ao custo de movimentação da totalidade de paletes até a área de embarque e a disposição desses paletes no modal de transporte que será utilizado, como mostra a Tabela 1.

O custo de manter um item em estoque, incluindo o custo de capital, seguro e armazenagem, foi estimado em 25% ao ano.

Atualmente, os embarques são realizados por meio do modal vagão ferroviário e, em função do tempo de viagem, a empresa vem mantendo um estoque estratégico no centro de distribuição de 8 mil paletes. Para cada dia de redução no tempo de viagem, a empresa estima que vai poder reduzir em 2% o estoque estratégico do centro de distribuição.

O tempo de trânsito de cada viagem e o custo unitário de transporte de cada palete, desde a fábrica até o centro de distribuição, está indicado na Tabela 2.

**TABELA 2** Custos e tempo de viagem por modal

Modal	Tempo de viagem	Custo de transporte por palete
Vagão ferroviário	20 dias	R\$ 2,00
Rodoviário	5 dias	R\$ 25,00

A empresa opera 360 dias por ano.

Calcule o custo logístico total de cada modal de transporte.

- O gerente de logística de uma grande distribuidora de materiais de construção estuda três opções para a escolha de um modal de transporte para o transporte de sacos de cimento adquiridos de um fabricante tradicional, levando em conta que o transporte é de responsabilidade da empresa distribuidora. Ele compilou as informações apresentadas na Tabela 3:

**TABELA 3**

Modal	Tempo de trânsito em dias	Tarifa (R\$/unidade)	Tamanho da carga para o embarque (em sacos de 50 kg)
Vagão ferroviário	12	2,00	600
Rodoviário	5	2,80	240

O contrato de fornecimento envolve a aquisição de 60 mil sacos de cimento por ano ao preço contra entrega de R\$ 12,50 (FOT/FOR – *free on truck/free on rail*) por sacos de 50 kg.

O custo de movimentação de cada saco de cimento no depósito do fornecedor é de R\$ 0,12 por unidade, independentemente do modal de transporte utilizado. Essa movimentação consiste na retirada do saco de cimento, acondicionado em paletes contendo cinco unidades, desde o depósito da fábrica e sua movimentação até a área de embarque.

O custo de posse do estoque de um saco de cimento foi estimado em 18% ao ano e o preparo de cada embarque, independentemente do modal de transporte, está estimado em R\$ 120,00 por embarque.

Perguntas:

- Qual o modal de menor custo logístico total? Justifique matematicamente a resposta.
  - Qual o custo final (agregando-se os custos logísticos totais) de cada saco de cimento posto para a distribuidora de materiais de construção?
- Um fabricante de produtos de limpeza estuda uma mudança na embalagem de acondicionamento de um dos seus produtos. O objetivo é promover ganhos no transporte, melhorando significativamente o desenho da embalagem, de tal forma que acomode um maior número delas em um mesmo palete. Dois modelos de embalagens para o transporte do produto estão sendo estudados pela equipe responsável pela logística da empresa. O modelo XR45A permite que se acondicione 196 embalagens do produto em uma embalagem de transporte, ao passo que o modelo YK38B possibilita acondicionar 256 embalagens. A mudança na embalagem do produto não implicará aumento de custo. O transporte dessas embalagens é efetuado em palete-padrão ISO (1,20 m x 1,20 m), que tem a capacidade de transportar 25 caixas por palete. Após esse transporte, os paletes são descartados, por serem do tipo sem retorno. A equipe de logística levantou os seguintes dados complementares para análise:



#### Logística e cadeia de suprimentos: o essencial

- Demanda anual do produto: 1.120.000 caixas.
- Custo do palete (*one way* – sem retorno): R\$ 12,00 a unidade.
- Custo de movimentação de um palete da fábrica até a baía para embarque: R\$ 1,50 por palete.
- Custo do embarque: R\$ 380,00 por embarque.
- Custo de posse do estoque: 25% ao ano.
- Volume transportado por embarque: cinquenta paletes.

Com base nas informações disponíveis, apresente um estudo comparando os custos totais para o modelo XR45A e os custos totais para o modelo YK38B.