

Manuseio e Acondicionamento do Produto

Tempo é a medida dos negócios.

Francis Bacon (1625)

Mercadorias geralmente não são produzidas no local onde são consumidas. Para vencer a distância entre produtores e consumidores, os produtos devem ser transportados e estocados em depósitos. Para manter a sua eficiência, este processo de movimentação e armazenagem depende de manusear o produto diversas vezes ao longo do fluxo físico. O manuseio também incrementa o risco de dano ou perda do produto. Apesar de manuseio e acondicionamento significarem apenas itens de custo para a maior parte das firmas, podem ser despesas que, no final das contas, contribuem para diminuir o custo total da movimentação das mercadorias.

O correto gerenciamento do manuseio e armazenagem é essencial. Produtos entregues com danos ou em volumes de difícil manuseio contribuem negativamente para a satisfação do cliente e, portanto, para que ele volte a comprar. Além disso, o custo destas atividades é elevado. Apenas o acondicionamento sozinho pode absorver aproximadamente 12% das despesas em logística.

Este capítulo explora os fundamentos do manuseio de produtos, ou seja, qual o equipamento necessário, como projetar um sistema eficiente de manuseio e quais métodos são úteis para manter uma operação eficaz e de baixo custo. A seguir, estuda-se o acondicionamento de mercadorias. Particularmente, como ele contribui para a eficiência logística, assim como para a proteção do produto? Finalmente, qual seria a combinação ótima de armazenagem e manuseio de produto para uma empresa qualquer?

MANUSEIO DE MATERIAIS

O manuseio ou movimentação interna de produtos e materiais significa transportar pequenas quantidades de bens por distâncias relativamente pequenas, quando comparadas com as distâncias na movimentação de longo curso executada pelas companhias transportadoras. É atividade executada em depósitos, fábricas e lojas, assim como no transbordo entre modais de transporte. Seu interesse concentra-se na movimentação rápida e de baixo custo das mercadorias. Como a atividade de manuseio deve ser repetida muitas vezes, pequenas ineficiências em qualquer viagem podem acarretar grandes deseconomias quando aplicadas a muitos produtos por certo período de tempo. Métodos e equipamentos de movimentação interna mostraram grande progresso, talvez mais do que em qualquer outra atividade logística.

Equipamento

Nem todos os leitores deste texto terão grande familiaridade com os equipamentos básicos de manuseio de materiais. Essas atividades são geralmente desconhecidas para aqueles que não tiveram a oportunidade de trabalhar com elas e visitas a depósitos não são muito populares em escolas. Assim, uma breve descrição dos métodos básicos está logo a seguir.

Equipamento de movimentação. Existe grande variedade de equipamento mecânico para o manuseio de amplo leque de tamanhos, formas, volumes e pesos de produtos. Os tipos mais comuns são (1) empilhadeiras e tratores, (2) transportadores e esteiras e (3) guinchos.

Empilhadeiras e pequenos veículos. São meios mecânicos para mover materiais cuja operação manual seria muito lenta ou cansativa devido ao peso. Variam desde pequenas plataformas manuais até pequenos tratores. Algumas ilustrações selecionadas dos diversos tipos estão na Figura 9.1.

Provavelmente, o veículo de movimentação interna mais utilizado é a empilhadeira mecânica com garfo [Figura 9.1(b)]. É normalmente utilizada em conjunto com estrados ou paletes. Paletes são plataformas nas quais mercadorias são empilhadas, servindo para unitizar, ou seja, transformar a carga numa única unidade de movimentação. Diversos exemplos de paletes estão ilustrados na Figura 9.2. A parte inferior do palete é projetada para aceitar as lâminas do garfo da empilhadeira, de forma que todo o conjunto (estrado e carga) possa ser movimentado de uma vez. Este método de manuseio provou ser tanto eficiente quanto flexível. Isto explica porque é tão popular.



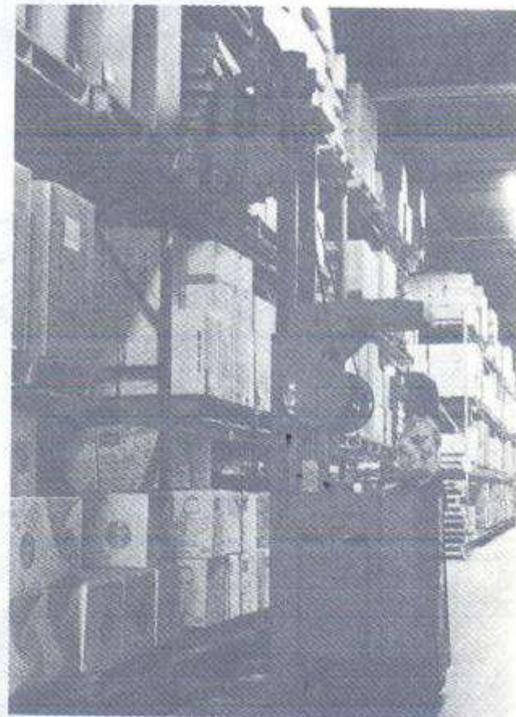
a. Paleteira



b. Empilhadeira convencional



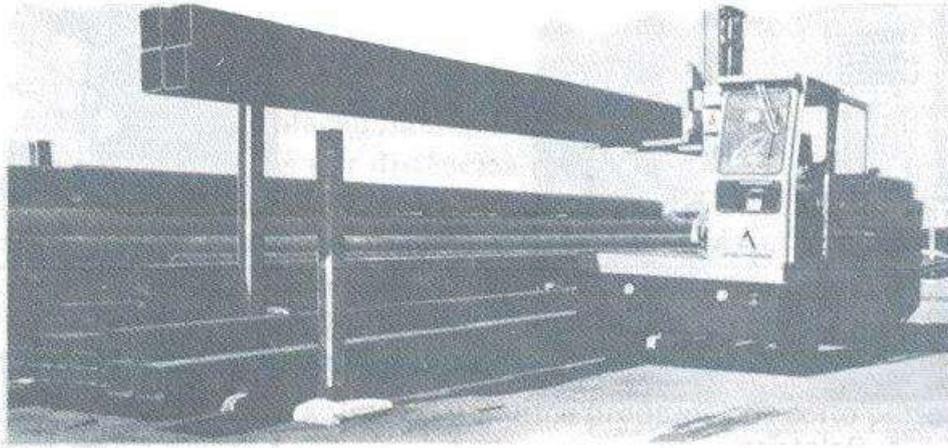
c. Trator com trem de carretinhas



d. Empilhadeira trilateral

Fontes: a. Hyster Company; b. Artco Corporation; c. The Raymond Corporation; d. The Raymond Corporation.

Figura 9.1 Equipamentos de movimentação interna.



e. Empilhadeira lateral

Fontes: e. Allis-Chalmers Corporation.

Figura 9.1 (continuação).

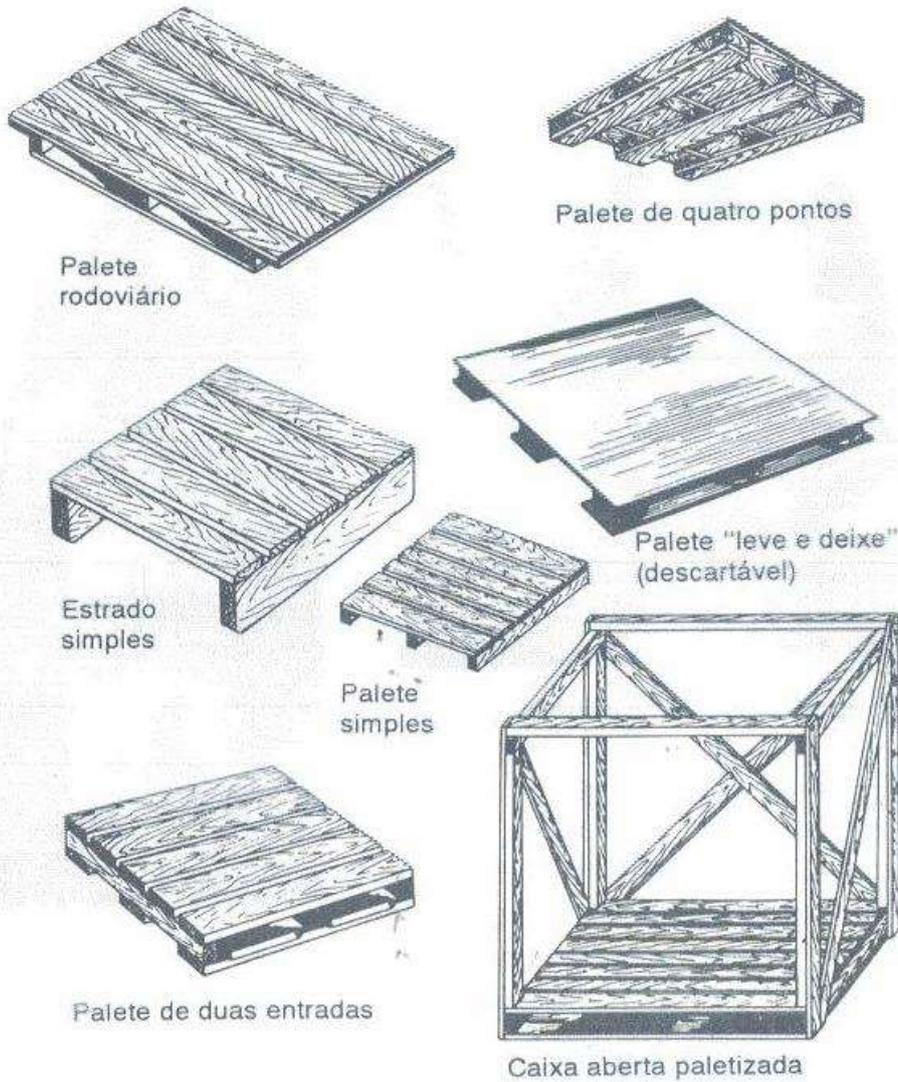


Figura 9.2 Vários exemplos de paletes.



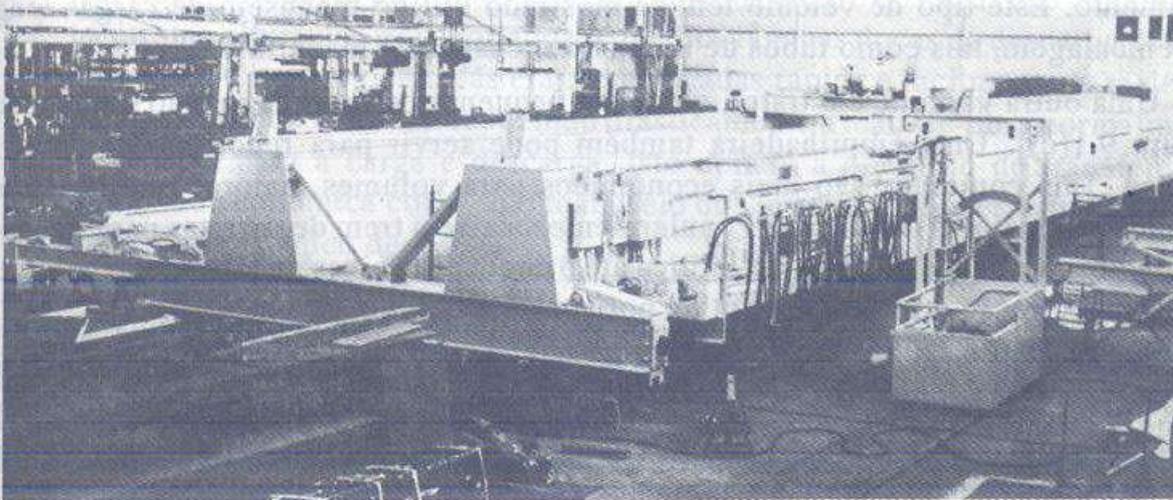
a. Transportador de sobrecabeça



b. Transportador de roletas



c. Carros rebocados a cabo

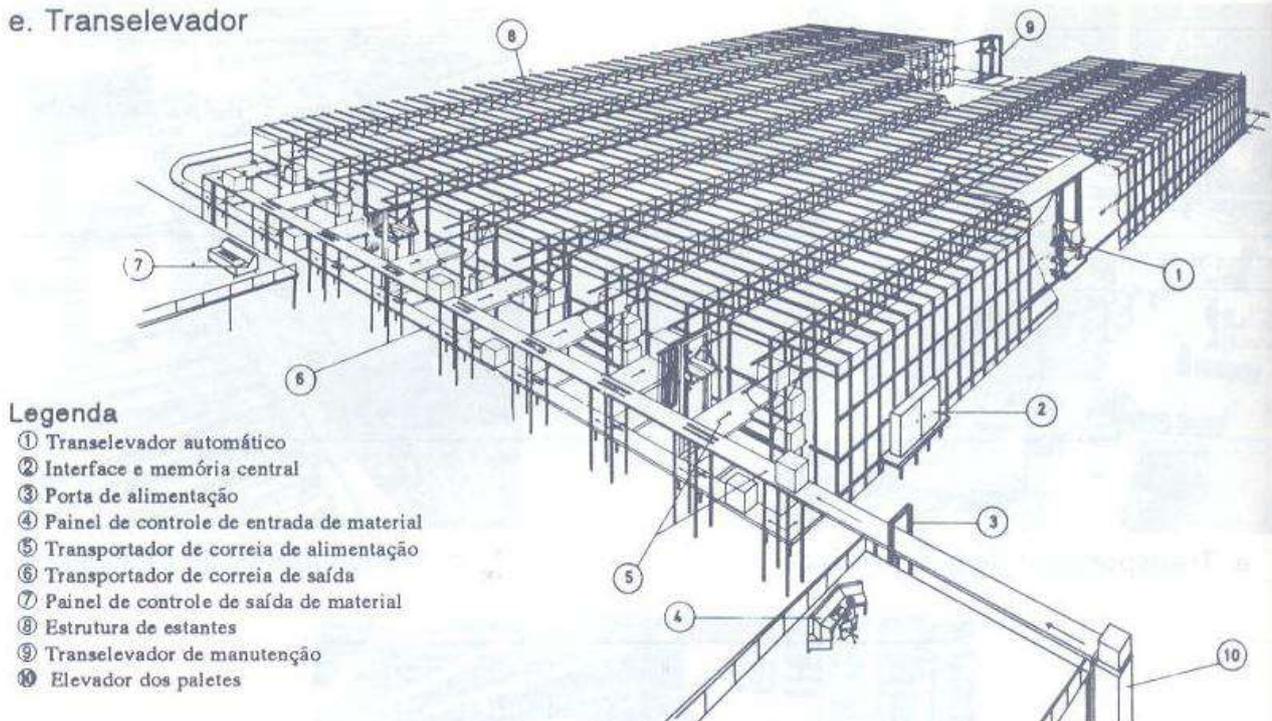


d. Ponte rolante

Fontes: a–c. Rapistan Incorporated; d. Conco Crane; e. Munck Systems, Inc.

Figura 9.3 Alguns exemplos de transportadores e guinchos.

e. Transelevador



Legenda

- ① Transelevador automático
- ② Interface e memória central
- ③ Porta de alimentação
- ④ Painel de controle de entrada de material
- ⑤ Transportador de correia de alimentação
- ⑥ Transportador de correia de saída
- ⑦ Painel de controle de saída de material
- ⑧ Estrutura de estantes
- ⑨ Transelevador de manutenção
- ⑩ Elevador dos paletes

Figura 9.3 (continuação)

Existem outras versões de empilhadeira disponíveis. Variações normais dizem respeito a (1) sua capacidade de carga, (2) sua altura máxima de elevação, (3) sua capacidade de operar em corredores estreitos [Figura 9.1(d)], (4) sua forma de operação (manual ou motorizada) e (5) sua velocidade.

Há também projetos especiais para uso em casos particulares. O carregador lateral [Figura 9.1(e)] tem garfo lateral e transporta sua carga alinhada com a direção do movimento. Este tipo de veículo tem-se mostrado útil no manuseio de cargas longas sem embalagem, tais como tubos de aço, vigas, chapas de madeira e tapetes.

Uma outra variante é o trator, que puxa pequenas carretas formando um comboio [Figura 9.1(c)]. Uma empilhadeira também pode servir para rebocar o conjunto de carretas. Tais conjuntos são mais econômicos para volumes maiores que devem ser movidos por maiores distâncias. Popularmente, usa-se o trem de carretas para transportar produtos acabados do chão-de-fábrica até o depósito. Faixas metálicas são colocadas no piso e a direção do trator é mantida por controle remoto.

Transportadores. A empilhadeira é o modo mais comum de auxiliar a movimentação interna de materiais. Logo em seguida na popularidade vem o transportador, usado para itens pequenos e pesados. Transportadores são particularmente interessantes quando se deve movimentar grande quantidade de itens ao longo da mesma rota. Alguns exemplos estão na Figura 9.3.

Existem dois tipos principais de transportadores: movidos por gravidade e movidos por meios mecânicos. Dentre esses tipos básicos há ainda muitos estilos, tais como transportadores de rodas, roletes, de correias, placas e rosca. Transportadores de

gravidade utilizam superfícies de baixo atrito (rodas, esferas ou roletes) ligeiramente inclinadas (com declividade de aproximadamente 4%) para movimentar itens com superfícies planas ou colocadas sobre superfícies planas. Usa-se movimentação motorizada quando os itens devem mover-se para cima, mas isto é geralmente restrito para curtas distâncias devido ao maior custo.

Os diferentes tipos de transportadores servem às necessidades especiais de vários produtos e aplicações. Cargas a granel, tais como carvão, grãos e cereais ou cascalho são mais bem manipuladas por transportadores de correias ou de rosca. Muitas linhas automatizadas de produção utilizam combinações de transportadores de sobrecabeça, roletes, placas e rodas para alimentar com peças as estações de montagem e transportar o produto de uma estação a outra. Em depósitos com grande volume de movimentação, cabos de reboque, montados sobrecabeça ou no piso, servem como força motriz para movimentar bens paletizados e não-paletizados ao longo de caminhos fixos.

Uma vantagem dos transportadores é sua capacidade de combinar atividades de seleção ou separação com a movimentação dos itens. Em alguns depósitos de grande fluxo existem redes elaboradas de transportadores e correias, ajustadas como linhas num pátio ferroviário de manobras. À medida que frações dos pedidos são coletadas nas diversas áreas de armazenagem do depósito, os pedidos então montados são dirigidos a pontos específicos por controle remoto.

Uma ilustração. Transportadores auxiliaram a Rubbermaid, Inc., um fabricante de utensílios de plástico, a superar difícil problema de movimentação de materiais. O local de produção estava a mais de uma milha do local onde os pedidos dos clientes eram montados. Produtos acabados eram guardados temporariamente no ponto de produção. Assim que acabavam os estoques no ponto de montagem dos pedidos, ressuprimentos eram despachados por caminhões, gerando um fluxo quase contínuo de mercadorias. Para solucionar esse problema, transportadores de roletes foram instalados dentro dos baús dos caminhões, na mesma altura dos transportadores que ficavam nas docas de descarga de cada armazém. Cargas paletizadas eram empurradas rápida e facilmente para dentro ou para fora dos veículos, reduzindo drasticamente a mão-de-obra normalmente necessária para a carga e descarga. Isto deixou a operação de transferência quase tão econômica como se o manuseio dos produtos ocorresse inteiramente dentro de um único depósito.

Guinchos, pontes rolantes, pórticos. Outra classe importante de equipamentos de manuseio são guinchos e assemelhados. Alguns exemplos estão na Figura 9.3. A característica peculiar desse tipo de equipamento é que ele não fica limitado a operar na superfície, como no caso de empilhadeiras e transportadores. Esses equipamentos geralmente operam sobre a área de armazenagem e, portanto, não necessitam de corredores. Também são capazes de mover cargas extremamente pesadas com agilidade e segurança. Guinchos são especialmente populares para o manuseio de matérias-primas básicas (por exemplo, aço e alumínio), para carga e descarga de navios e para o transbordo de carga entre trens e caminhões.

O transelevador automático [Figura 9.3(e)] é um tipo de equipamento que vem recebendo grande atenção nos últimos anos. Ele está no centro das operações em armazéns automatizados, sendo projetado para conservar espaço físico e reduzir mão-de-obra. É uma plataforma eletronicamente controlada para armazenar e apanhar mercadorias, geralmente paletizadas, a partir de endereços alocados nas estantes. Muito progresso foi feito no sentido de controlar elevadores e guinchos por computadores e criar depósitos totalmente automatizados, requerendo o mínimo de mão-de-obra.

Equipamentos auxiliares. Existem equipamentos auxiliares no manuseio de materiais, que servem também para melhorar a utilização do espaço físico dos armazéns e diminuir danos no manuseio. Quando o volume do produto é insuficiente para ocupar plenamente a altura disponível no depósito, podem-se utilizar vários tipos de estantes ou prateleiras e de caixas reutilizáveis. A Figura 9.4 mostra alguns exemplos típicos ou especializados. Creed Jenkins identificou nove classes de estantes: (1) porta-paletes, (2) sem prateleiras, (3) para caixas, (4) em fileiras, (5) de fluxo contínuo (*flow-through*), (6) de corredores móveis (*drive-through*), (7) de estrutura em A, (8) removível e (9) de piso duplo (*double-deck*).¹

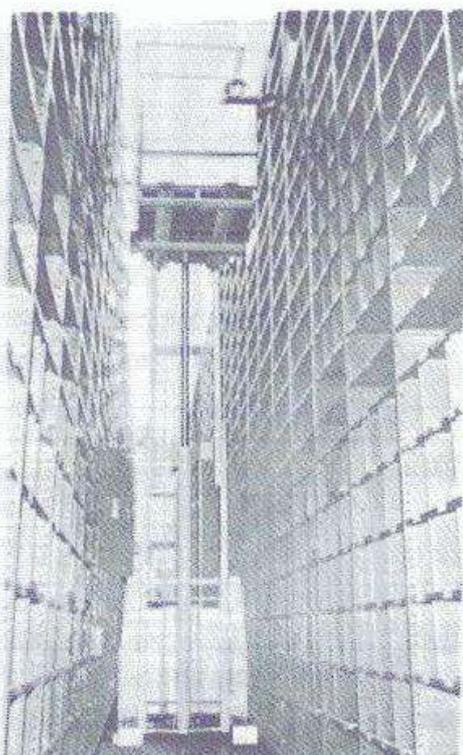
A principal razão para o uso desses equipamentos auxiliares é melhorar o aproveitamento volumétrico do armazém. Certos produtos, devido a suas dimensões, à resistência das embalagens ou à quantidade estocada em qualquer instante, não aproveitam adequadamente o espaço disponível quando são restritos a ocupar apenas a área do piso num depósito com pé direito de 16 a 20 pés. As estantes permitem a armazenagem vertical de mais de um produto, além de garantir fácil acesso a qualquer item na pilha.

Como efeito secundário do uso de estantes e caixas podemos ter o aumento da eficiência no manuseio de materiais, principalmente quando esses equipamentos auxiliares são selecionados como parte integrante do sistema global de movimentação interna. Estantes e caixas propiciam boa organização dos itens e fácil reconhecimento dos produtos quando estes devem ser apanhados. Além disso, a coleta de mercadorias do centro de uma pilha vertical não fica muito mais difícil do que quando o item está no topo.

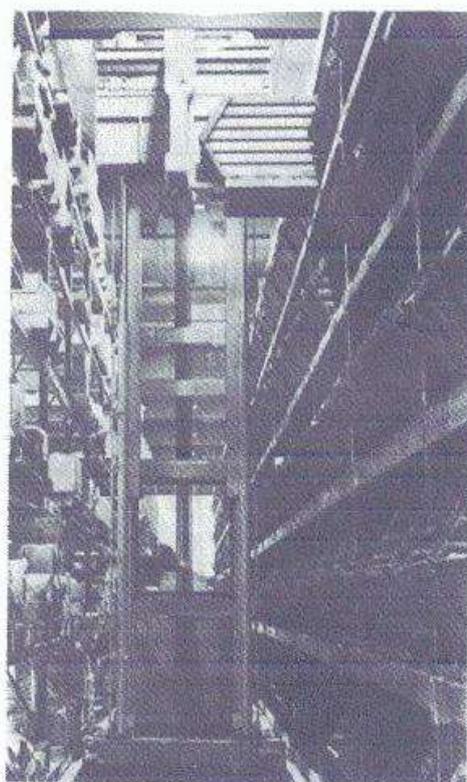
Finalmente, pode-se reduzir a ocorrência de danos físicos aos produtos. Confinar a mercadoria à proteção metálica oferecida pelas estantes ou caixas não apenas evita danos ocasionados pelas empilhadeiras, como também gera segurança adicional ao elevar os produtos acima do piso do armazém.

A seleção destes equipamentos deve ser feita com base no sistema de movimentação interna como um todo. Instalar estantes com sete níveis de prateleiras que se elevam a 30 pés de altura faz pouco sentido caso os garfos das empilhadeiras alcancem no máximo 15 pés. A natureza do produto e seu fluxo através da facilidade ditam o tipo e a categoria da estante a ser empregada. Produtos vendidos em quantidades pequenas a partir de lotes maiores (por exemplo, componentes eletrônicos ou peças mecânicas vendidas em lojas de varejo ou distribuidores de peças de reposição) ficam mais bem

1. JENKINS, Creed H. *Modern warehouse management*. New York: McGraw-Hill, 1968, p. 173-188.



a. Estantes altas, pequenos itens



b. Contentores ou caixas reutilizáveis



c. Estantes para paletes

Fontes: a. Allis-Chalmers Corporation, b. The Raymond Corporation, c. Arico Corporation.

Figura 9.4 Alguns exemplos de estruturas de armazenagem.



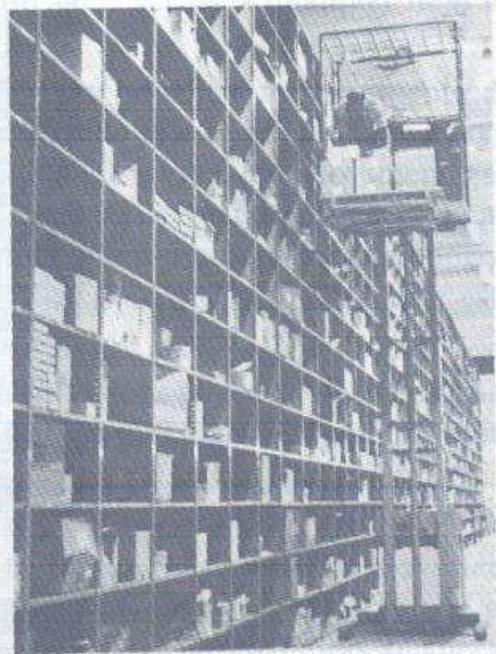
d. Estante sem prateleira



e. Corredores móveis
(drive-in/drive-thru)



f. Estruturas de empilhamento de paletes



g. Estantes para pequenos itens

Fontes: d-f. Arco Corporation; g. The Raymond Corporation.

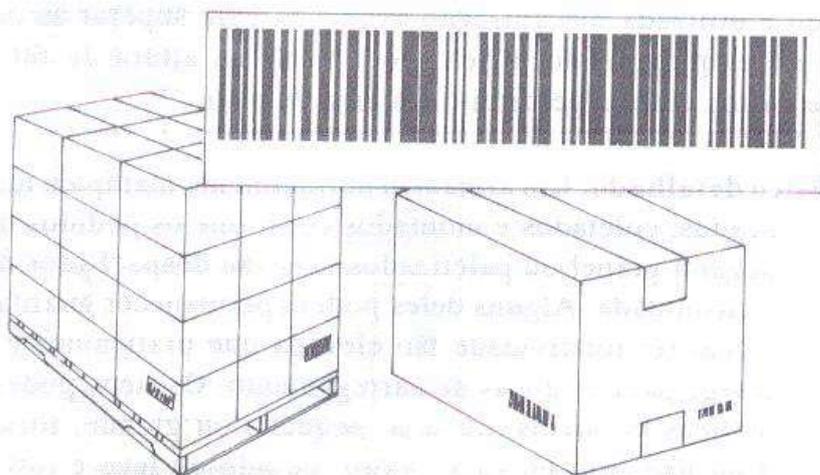
Figura 9.4 (continuação)

organizados se estocados em caixas permanentes ou pequenos contêineres. Entretanto, se os itens são movimentados unitizados em paletes, estantes porta-paletes ou do tipo *drive-through* são a forma mais eficiente de manuseio. Se o produto tem volume de movimentação suficiente para ser manipulado por um sistema automatizado, a estante de fluxo contínuo (*flow-through*), que é carregada por um lado e descarregada pelo outro, de forma similar a um dispensário de maços de cigarros, oferece boa eficiência no manuseio, assim como bom controle da rotação dos estoques (pois garante sempre que os itens mais antigos sejam os primeiros a serem apanhados para expedição). Estes equipamentos auxiliares fazem parte integral do sistema de manuseio de materiais.

Codificação e marcação de itens

Produtos movimentados pelo sistema de manuseio são geralmente identificados com o nome da marca, nome e localização do fabricante e quantidade ou peso do produto embalado. Para o profissional de logística, o conteúdo de informação é adequado, mas sua forma pode não ser a melhor para garantir um manuseio eficiente. Por muitos anos, caixas e embalagens têm sido gravadas, coloridas ou marcadas para facilitar sua localização, identificação e coleta. O profissional frequentemente desenvolve o sistema de codificação que melhor atinja suas necessidades de operação.

A tecnologia de computadores pode vir a revolucionar a identificação de pacotes e acelerar seu manuseio. A chave para a rápida identificação do produto, quantidades e fornecedor é o código de barras linear ou código de distribuição. Este código é semelhante ao código universal de produto que existe em itens de mercearia (veja Figura 9.5). Pode ser lido com leitores óticos (*scanners*) fixos ou portáteis. Fabricantes podem codificar este símbolo em seus produtos e o computador no depósito pode então decodificar a marca, convertendo-a em informação utilizável para o controle do manuseio, melhorando a operação dos sistemas de movimentação interna, principalmente os automatizados.



Fonte: FOR INCOMING materials flow: a quantum jump in control! *Modern Materials Handling*, p. 41, mar. 1976.

Figura 9.5 Código de barras linear para leitura ótica.

Projeto do sistema para maior eficiência

O manuseio eficiente de mercadorias embaladas no depósito é muito dependente do próprio projeto do armazém. Pequenas variações na configuração, arranjo físico ou arranjo das docas de descarga podem resultar em economias substanciais nos custos de manuseio. Portanto, o projeto da área de armazenagem deve ser considerado no planejamento da movimentação de materiais.

Arranjo geral do espaço físico. O planejamento do arranjo geral é mais vantajoso quando realizado antes da construção do edifício. Pesquisas mostraram que o formato do depósito e a localização das docas devem ser considerados concomitantemente.² Ambos afetam os custos construtivos e de manuseio. Concluiu-se que, se as docas são instaladas ao longo do eixo central do edifício, a configuração mais barata para o prédio é um quadrado, sendo este um resultado teórico. Na prática, a configuração ideal é diferente, devido a considerações como (1) o comprimento requerido para a doca de transbordo, no caso de ramal ferroviário, (2) restrições resultantes de decisões do arranjo físico, (3) aspectos práticos construtivos e (4) a forma do terreno onde o edifício será erguido. Uma modificação comum da forma quadrada ideal é a planta retangular, onde a doca de descarga ferroviária fica num dos lados e as baias de carregamento rodoviário ficam no lado oposto.

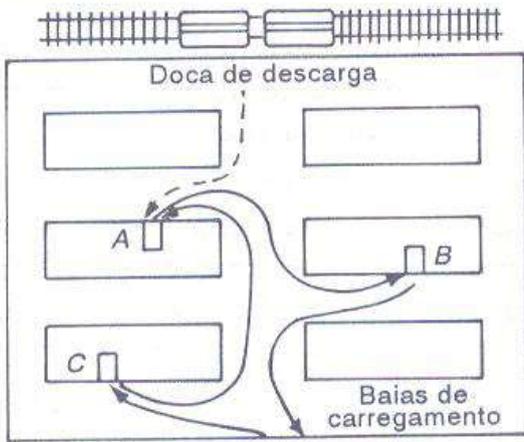
Algumas empresas tem depósitos com configuração bem distante da ideal, tais como plantas em forma de L ou T, possivelmente resultado de expansões. Apesar destes projetos aumentarem os tempos de movimentação interna no armazém, o uso de transportadores e cabos de reboque podem compensar parcialmente esta desvantagem.

O pé-direito pode ser uma dimensão tão importante quanto o comprimento e a largura do edifício. Nos Estados Unidos, onde a terra é relativamente barata, armazéns modernos são projetados basicamente como estruturas de um só piso com altura efetiva de empilhamento entre 16 e 20 pés. Quando os terrenos são caros, como acontece no Japão, ou quando é utilizada mecanização avançada para superar as desvantagens de maiores alturas de empilhamento, o teto pode estar na altura de 60 a 100 pés. Há compensação de custos entre o pé-direito e a área de piso.

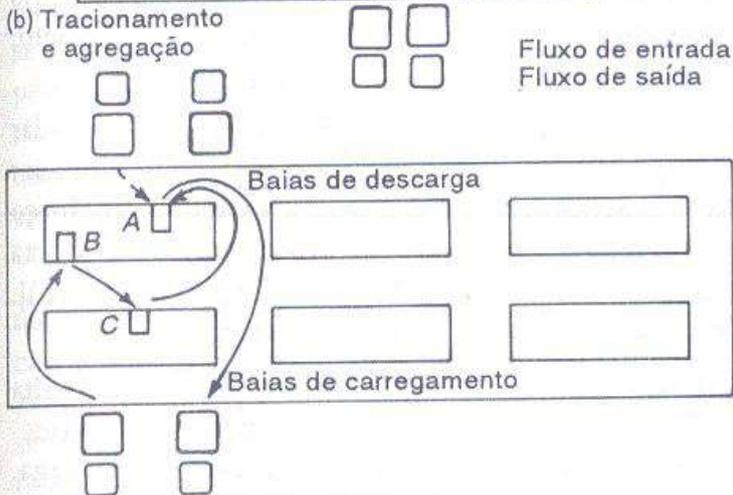
Arranjo físico detalhado. Um armazém normalmente manipula milhares de itens, que devem ser estocados, coletados e montados conforme os pedidos dos clientes. Os produtos podem chegar a granel ou paletizados mas são despachados de forma parcelada, composta ou consolidada. Alguns deles podem permanecer guardados por longos períodos; outros podem ter rotatividade tão elevada que praticamente vão direto das plataformas de descarga para as docas de carregamento. Os itens podem mostrar todo o leque de características possíveis, ou seja, pequeno ou grande, formato regular ou irregular, perecível ou não, alto ou baixo valor, pesado ou leve e inflamável ou não. Como pode-se manusear tal diversidade de maneira eficiente?

2. FRANCIS Richard L. On some problems of rectangular warehouse desing and layout. *The Journal of Industrial Engineering*, v. 18, p. 595-604, Oct. 1967; e JENKINS, Creed H. *Warehouse management*, p. 56-57.

(a) Armazenagem



(b) Tracionamento e agregação



(c) Combinação de armazenagem e fracionamento/agregação

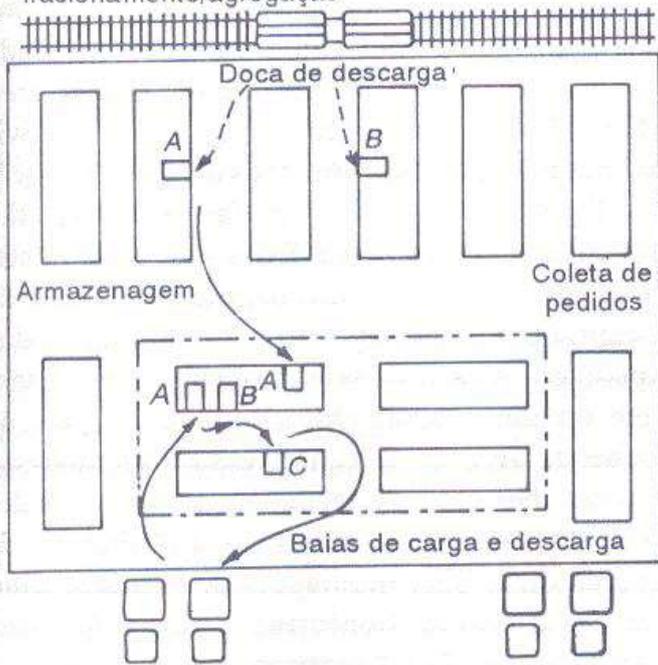


Figura 9.6 Algumas alternativas de arranjo para depósito.

Uma prática comum é *dividir o depósito em seções*. Parece razoável que certas partes do armazém sejam especializadas no atendimento a determinados produtos. Num depósito para itens de mercearia, podem existir seções para produtos congelados, para perecíveis (frutas e verduras frescas) e seções cercadas para controlar o furto de certos itens (como cigarros, vinhos e produtos de higiene pessoal). Os outros produtos ocupariam a maior parte da área de armazenagem. O projeto deste espaço dependeria da rotação desses estoques e do custo de manipulá-los em todo o depósito.

Baixa rotação de estoque. Se a principal função do depósito é a estocagem de produtos e estes têm baixa rotatividade, o arranjo físico pode seguir o *sistema de áreas*, conforme mostra a Figura 9.6(a). Neste caso, os pontos de armazenagem são largos e de grande profundidade e o empilhamento das mercadorias pode ser tão alto quanto permitir o pé-direito do edifício ou a estabilidade da pilha. Os corredores internos são estreitos. Como a rotação é baixa, os custos de movimentação interna não serão os fatores mais importantes no projeto de arranjo físico. Pelo contrário, o projeto de arranjo deve providenciar a plena utilização do espaço disponível. Repare que, neste projeto, os pedidos são coletados diretamente a partir dos locais de armazenagem.

Alta rotação de estoques. Quando o espaço físico é utilizado para acomodar produtos que não permanecem muito tempo em estoque, o custo do manuseio pode ser mais importante que o custo da área de armazenagem. Para minimizar tempo e esforço no manuseio, os itens devem ser postos em locais ou divisões de armazenagem de baixa altura e pouco profundos. O edifício geralmente fica comprido e estreito [Figura 9.6(b)]. O produto flui pelo caminho mais curto entre os pontos de recepção e expedição.

Uma central rodoviária de distribuição é bom exemplo de um depósito de alta rotatividade. A operação do terminal é basicamente consolidar pequenas cargas parceladas em cargas completas ou quebrar cargas cheias em pequenos volumes de entrega. Os produtos são armazenados apenas o suficiente para realizar as economias do transporte.

Rotatividades diferentes. Podem existir produtos com alta e baixa rotatividade com a mesma facilidade. Segmentar o depósito em seções conforme um *sistema de área modificado* é uma forma comum de combinar boa utilização do espaço físico e movimentação de materiais eficiente. O terminal deve ser dividido em áreas de armazenagem e de seleção de pedidos, como mostra a Figura 9.6(c). Mercadorias recebidas são movimentadas até locais ou divisões de armazenagem ou reserva. Estas são, geralmente, divisões altas e fundas. Contrastando com o espaço de armazenagem, uma área de divisões baixas e estreitas é montada em algum ponto do depósito para montagem dos pedidos, geralmente perto das docas de expedição. A parte de seleção de pedidos contém lotes de produtos menores que um palete ou uma caixa. Quando as atividades de montagem de pedidos consomem o estoque da área de seleção, ressuprimentos são retirados da área de armazenagem ou reserva. No caso de terminais com atividades substanciais de transferência e fracionamento de cargas, como na distribuição de alimentos, utensílios e miudezas, a criação de áreas para montagem de pedidos minimiza o tempo total de deslocamento dentro do armazém. Conforme Arthur Hillhouse, vice-presidente da The Great Atlantic and Pacific Tea Company, Inc., comenta a respeito da distribuição de comestíveis, “Enquanto a maioria dos produtos é recebida

em lotes paletizados na central de distribuição, as entregas para as lojas são realizadas basicamente em lotes de uma caixa – estima-se que 85% dos itens distribuídos pela central têm um fluxo de não mais de uma caixa por loja, semanalmente.”

Alocação do espaço físico. Gerar um arranjo geral é apenas uma parte do planejamento. Alocar o espaço disponível aos itens afeta os tempos de deslocamento interno, pois cada produto ocupa uma área limitada. Designar itens a uma divisão ou seção particular significa que esta não estará disponível para outros produtos. Um projeto de alocação para alguns itens está ilustrado na Figura 9.6(c). Deve-se encontrar o melhor padrão possível para a alocação e o fluxo dos produtos.

Existem métodos para designação de áreas que vão desde o intuitivo até o científico. Os métodos intuitivos incluem (1) rotatividade do item, (2) tamanho do item, (3) volume (cubagem) por pedido e (4) agrupamento em famílias. Todos esses métodos assumem que a maior parcela do custo de manuseio está na seleção de itens para montagem dos pedidos e não na armazenagem ou recepção das mercadorias. Isto faz sentido se a maior parte dos movimentos internos ocorrem devido ao recolhimento dos pequenos volumes unitários que formam os pedidos de entrega, ao invés das mercadorias recebidas em volumes maiores. Esses métodos auxiliam a alocação de espaço físico, mas não garantem o arranjo físico de mínimo custo de manuseio. Entretanto, eles são amplamente empregados na prática e merecem nossa atenção.

O *método de rotatividade do item* reconhece que diferentes produtos têm diferentes rotatividades. O número de deslocamentos feitos até o local de armazenagem de certo item está diretamente relacionado com a rotação do mesmo. Assim, para minimizar custos de manuseio, os itens que aparecem mais freqüentemente nos pedidos devem ser localizados o mais próximo possível das docas de expedição. Os itens de menor rotatividade seriam localizados nos fundos do armazém. Desta maneira, os itens de movimentação mais freqüente percorrem distâncias mais curtas e o custo total da montagem dos pedidos seria, espera-se, minimizado.

O *método do tamanho do item* reconhece que produtos diferentes vêm em diferentes tamanhos. Obviamente, numa divisão podem ser armazenados mais itens pequenos do que itens maiores. Assim, arranjando-se o depósito de forma que os itens menores fiquem armazenados perto das docas de expedição, a distância total para montagem de pedidos pode ser potencialmente minimizada.

Os arranjos físicos gerados por ambos os métodos acima não são completamente satisfatórios, pois cada um deles negligencia o outro. J. L. Heskett combinou ambas as características do produto num *índice de volume por pedido*.³ É montado um indicador que é a razão entre o volume (cubagem) solicitado do produto e a quantidade diária de pedidos do produto. Itens com índices reduzidos são alocados próximos à expedição.

3. HESKETT, J. L. Cube-per-order index: a key to warehouse stock location. *Transportation and Distribution Management*, v. 3, p. 27-31, Apr. 1963; e HESKETT, J. L. Putting the cube-per-order index to work in warehouse layout. *Transportation and Distribution Management*, v. 4, p. 23-30, Aug. 1964. Veja também: KALLINA, Carl, LYNN, Jeffrey. Application of the cube-per-order index rule for stock location in a distribution warehouse. *Interfaces*, v. 7, n. 1, p. 37-46, Nov. 1976.

O método do volume por pedidos tenta designar a área do terminal de modo que o maior volume de estoque mova-se pela menor distância.

Exemplo. Suponha que um depósito siga uma divisão interna conforme a Figura 9.7. Cada seção ou divisão tem capacidade de 250 pés cúbicos de produtos empilhados até a altura de 16 pés. Foram coletados dados sobre o volume consumido pela unidade mínima de entrega para itens solicitados pelos clientes, a quantidade esperada de pedidos para cada item no horizonte de um ano e o número esperado de unidades a serem entregues nesse ano. Os dados para sete itens, assim como os cálculos do índice de volume por pedido, estão na Tabela 9.1. Localizar os produtos com menor índice nas divisões mais próximas à doca de expedição resultou no arranjo mostrado na Figura 9.7.

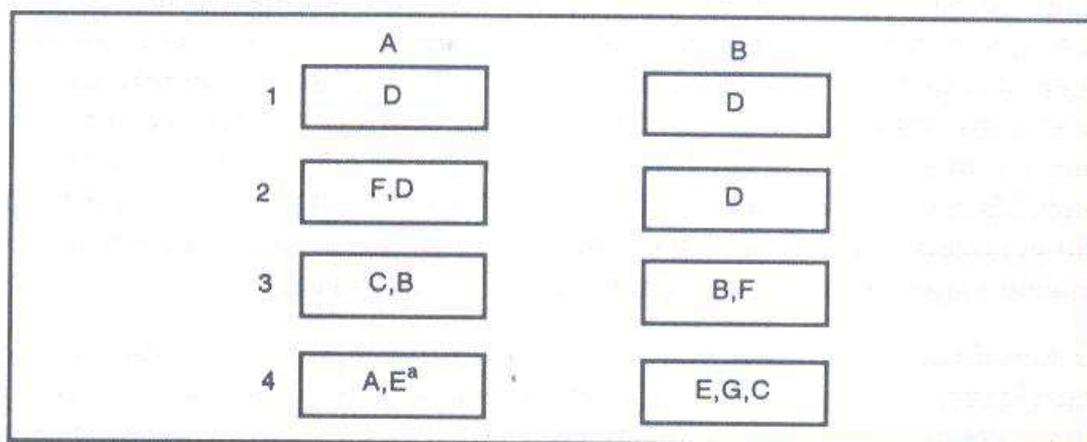


Figura 9.7 Arranjo físico da armazenagem nos problemas exemplificados.

^a É possível haver variações neste arranjo físico.

Tabela 9.1 Cálculo do índice de volume por pedido no problema exemplificado.

Produto	(1) Área Requerida por Item (pés cúbicos)	(2) Nº Esperado de Pedidos/Ano	(3) Nº Esperado de Unidades/Ano	(4) = (2)/250 Média de Pedido Diários	(5) = (1)x(3) Área Total Necessária (pés cúbicos)	(6) = (5)/(4) Índice de Volume por Produto
A	6,0	6.750	800	27	4.800	177,8
B	4,0	15.750	16.000	63	64.000	1.015,9
C	1,0	11.250	25.120	45	25.120	558,2
D	8,0	25.500	18.600	102	148.800	1.458,8
E	3,0	17.750	12.533	71	37.599	529,6
F	5,0	3.500	3.936	14	19.680	1.405,7
G	15,0	6.250	907	25	13.605	544,2
Total		86.750	77.896		313.609	

Nenhum dos métodos anteriores leva em conta que, na prática, mais de um item pode ser recolhido numa mesma passagem pelo depósito. Apesar de esses métodos serem úteis para gerar um plano geral de alocação de cargas, pode-se melhorá-los pelo

agrupamento, no mesmo local, dos itens que aparecem com frequência nos mesmos pedidos. Este método é particularmente valioso: (1) quando o volume de um item não é suficiente para preencher completamente a capacidade de uma viagem de apanha e (2) quando famílias de itens podem ser identificadas de modo razoável.

Exemplo. A McLain Grocery Company serve mais de 100 mercearias independentes no nordeste de Ohio e mantém um depósito com cerca de 450.000 pés quadrados, apoiando vendas de quase \$200 milhões anuais. O arranjo físico do armazém foi ditado por uma mistura de vários métodos intuitivos. O arranjo por rotatividade do item gerou uma área para consolidar pedidos no centro do depósito. Entretanto, nem todos os itens foram localizados ali. Produtos mais volumosos, tais como embalagens com papel higiênico, eram mantidos em áreas de armazenagem e apanhados diretamente desta seção. Dentro da área de montagem de pedidos, os produtos eram coletados em agrupamentos de famílias. Chegou-se a estabelecer áreas separadas de montagem de pedidos para clientes institucionais e para mercearias.

Diversos enfoques científicos foram desenvolvidos para lidar com os extensos cálculos matemáticos necessários para solucionar um problema de arranjo físico com milhares de produtos e de pontos potenciais de alocação num armazém. São geralmente baseados em extensões de programação linear. Um modelo de programação linear pura foi utilizado para designar áreas de reserva e de montagem de pedidos num terminal.⁴ Um enfoque similar, chamado CRAFT (*Computerized Relations Allocation of Facilities Technique* – técnica para alocação de facilidades com relações computadorizadas), foi usado para gerar o arranjo físico do grande depósito da IBM localizado em New York.⁵

Disposição do estoque. Se uma pessoa olhar qualquer depósito ou armazém, vai notar que, na grande maioria das vezes, os estoques estão arrumados de maneira a formar ângulos retos com as paredes. De fato, uma pesquisa mostrou que 86% dos maiores depósitos americanos usam exclusivamente este arranjo quadrangular.⁶

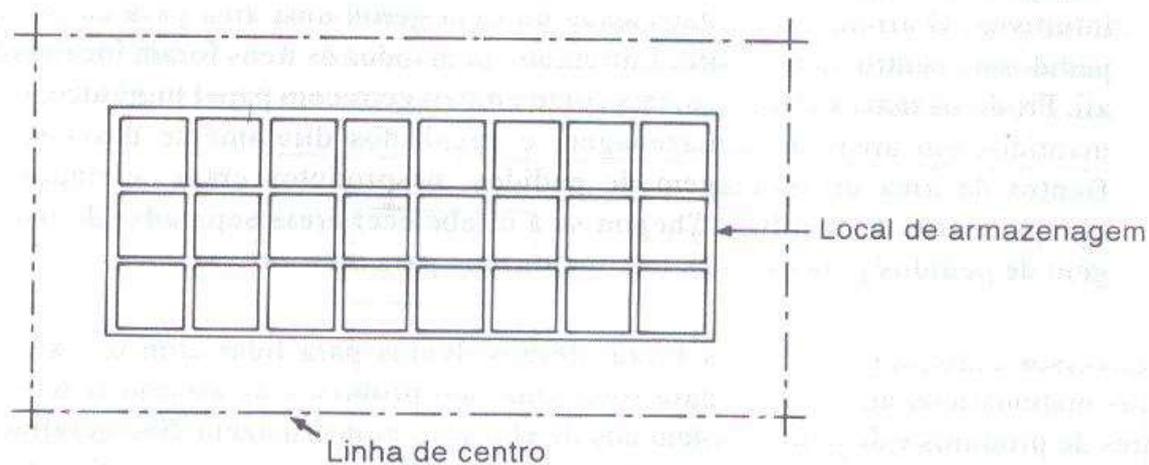
Há uma alternativa, chamada de *arranjo em ângulo*, que pode aumentar a eficiência do manuseio em alguns casos. Em muitos armazéns, as mercadorias são guardadas em paletes. Posicionar esses paletes em ângulo com o corredor, ao invés de usar ângulos retos (Figuras 9.8), argumenta-se, aumenta a eficiência de movimentação, compensando a menor utilização do espaço disponível nas divisões de armazenagem. Isto gerou alguma controvérsia. Os benefícios potenciais do posicionamento em ângulo são: (1) há ganho na eficiência de manuseio, pois as empilhadeiras não necessitam girar 90° para colocar e retirar os paletes e (2) a redução na largura do corredor economizaria espaço

4. BALLOU, Ronald H. Improving the layout of merchandise in warehouses. *Journal of Marketing*, v. 31, p. 60-64, July 1967.

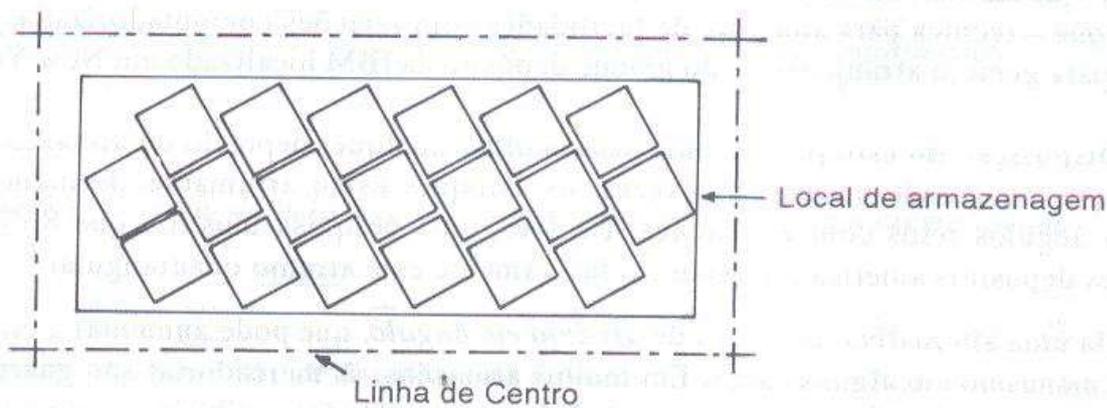
5. BUFFA, Elwood S., ARMOUR, Gordon C., VOLLMANN, Thomas E. Allocating facilities with CRAFT. *Harvard Business Review*, v. 42, p. 136-158, Mar./Apr. 1964.

6. BALLOU, Ronald H. *The consideration of angular pallet layout to optimize warehouse space utilization*. Dissertação não-publicada (Mestrado). Columbus: The Ohio State University, 1963, p. 29-34.

suficiente para anular as perdas na utilização da área das divisões. Entretanto, os oponentes ao uso deste tipo de arranjo argumentam que (1) os corredores de mão-única resultantes aumentam as distâncias percorridas e os tempos dentro do armazém; (2) cria-se espaço ocioso nas divisões de armazenagem, que não consegue ser compensado pela redução da largura dos corredores de passagem, e (3) a planta do prédio, posição das colunas e configuração do piso geralmente limitam a implantação do esquema angular. As pesquisas tendem a beneficiar os adversários do arranjo em ângulo, pois apenas 2% dos armazéns utilizam-no de forma total e 14% parcialmente.⁷



(a) Disposição quadrangular



(b) Disposição em ângulo

Figura 9.8 Disposições alternativas de paletes.

Métodos de endereçamento ou localização de estoques. O sistema usado para localizar e recuperar as mercadorias dos pontos de armazenagem é a consideração final no projeto de movimentação de materiais. Há dois métodos básicos: o sistema de endereços fixos e o sistema de endereços variáveis.

7. Ibidem.

Considere o problema de localizar um item. Quando mercadorias chegam ao depósito, elas devem ser colocadas em algum lugar do armazém de depósito de armazenagem. Quando um pedido é montado, os itens apropriados precisam ser encontrados e retirados. Como isto pode ser executado eficientemente quando os níveis de estoque dos produtos oscilam devido a variações na oferta e demanda e quando a própria linha de produtos muda devido à entrada de novos itens e à saída de outros?

O *sistema de endereçamento fixo* designa certa localização para cada produto. Estes endereços podem ser determinados pelos métodos de alocação já discutidos. Este sistema de localização é simples e, caso não haja muitos produtos armazenados, nenhum tipo de codificação formal será necessário. O pessoal que trabalha constantemente com os produtos irá memorizar suas posições. Caso a linha de produtos seja grande, pode ser feito um código formal para identificar a seção, número da divisão e prateleira.

A principal desvantagem deste método é que ele pode criar muito espaço ocioso. Os requisitos de espaço físico devem ser calculados para o pico de estoque de cada produto. Como os níveis máximos de estoque geralmente não ocorrem no mesmo período, o nível de utilização resultante pode ser baixo.

O *sistema de endereçamento variável* foi projetado para superar as desvantagens do sistema fixo. Quando mercadorias chegam ao armazém, são designadas a qualquer espaço livre disponível. Este método possibilita melhor uso da área, mas, para manter o registro de um item que pode estar em diversos locais diferentes, deve-se ter um código de recuperação eficaz. Devido ao padrão sempre variável do arranjo dos produtos, deve existir um sistema elaborado de preenchimento dos pedidos (manual ou informatizado) combinado com a codificação.

Apesar de o sistema de endereços variáveis possibilitar melhor utilização do espaço, este pode resultar em maiores percursos para montar um pedido, pois um único item pode estar localizado em diversos pontos. Este método de localização é mais popular em sistemas de manuseio e armazenagem automatizados, que exigem um mínimo de mão-de-obra.

No caso de sistemas paletizados com grande volume de movimentação, uma mistura dos dois sistemas provou ser bastante prática. Isto é feito pelo confinamento de produtos em certas zonas do armazém. Dentro dessas zonas, os produtos são guardados em endereços variáveis, conforme a disponibilidade de espaço.

Considerações operacionais. Como a montagem de pedidos requer mão-de-obra intensivamente, deve-se tomar especial cuidado na sua condução. Quatro técnicas úteis são a seqüenciação, o zoneamento, a decomposição e a formação de pedidos por lotes.

Seqüenciação por produto significa apanhar os itens do pedido conforme a seqüência do roteiro percorrido no armazém. Economiza-se tempo na coleta dos itens, pois evitam-se idas e vindas aleatórias nos corredores. Este método pode ser aplicado aos sistemas de armazenagem por área. Tem como desvantagem o fato de que a seqüenciação deve ser coordenada previamente com a área de vendas ou com os clientes, ou que os itens de produto devem ser seqüenciados após o recebimento dos pedidos. Hoje computadores são largamente empregados para preparar estas listas para coleta de itens.

Na *coleta por zoneamento* designa-se recolhedores individuais, que atendem apenas a um número limitado de itens do estoque, em vez de roteá-los por todo o armazém. Um recolhedor pode apanhar mercadorias que ficam em apenas uma estante e normalmente atende apenas uma parte do total de itens no pedido do cliente. Apesar de o zoneamento permitir a especialização do trabalho e a minimização do tempo de seleção, ele tem algumas desvantagens. Em primeiro lugar, devem-se localizar os estoques nas diversas zonas conforme sua frequência de pedido, peso e cubagem do item, de maneira a balancear a carga de trabalho em cada zona. Além disso, os pedidos devem ser desagregados e listas para seleção de itens devem ser montadas para cada zona. Em terceiro lugar, as diversas porções dos pedidos devem ser remontadas nas ordens completas antes de serem expedidos. Caso a montagem do pedido provenha de uma zona para outra, de forma a evitar o problema da remontagem, o ritmo da formação dos pedidos depende do ritmo da apanha nas diversas zonas.

Decomposição de pedidos. É uma extensão do conceito de coleta por zoneamento. Quando um item não fica estocado num único local, deve-se dividir as ordens que chegam antes de roteá-las internamente ao armazém. Por exemplo, uma grande cadeia de drogarias recebe pedidos semanais de ressuprimento de suas lojas de ponta. Cada pedido é inicialmente desmembrado em itens farmacêuticos (vendidos com receita médica) e outras mercadorias. Os farmacêuticos são estocados num só depósito para todo o país. O restante do pedido é enviado ao centro local de distribuição. O pedido é novamente dividido entre itens a granel (armazenados em depósitos públicos) e os restantes, que são mantidos em prédios alugados. O fluxo de mercadorias é coordenado a partir destes três locais, de maneira que o pedido chega à loja na data prometida. Fatores críticos para atingir a coordenação necessária são a etiquetagem e identificação dos itens e o monitoramento computadorizado dos pedidos desagregados.

Formação por lotes é a seleção realizada para mais de um pedido numa única passagem pelo estoque. Esta prática reduz o tempo de deslocamento, mas complica a remontagem dos pedidos completos ou parciais para entrega. Pode acarretar em maior tempo para preencher um pedido particular, pois seu término depende da quantidade e do tamanho dos outros pedidos no lote.

ALTERNATIVAS PARA PROJETO DE SISTEMAS

Vamos agora dirigir nossa atenção para o projeto de sistemas de estocagem e manuseio de materiais. Ou seja, o que deve ser levado em conta para escolher entre diferentes alternativas de movimentação e armazenagem? Neste e no próximo capítulo esta discussão será detalhada. A questão é considerar diversas combinações de métodos para tratar o problema globalmente. A seguinte lista mostra as possibilidades disponíveis para as firmas: (1) espaço e manuseio públicos; (2) espaço alugado e manuseio manual; (3) espaço próprio, manuseio mecanizado com paletes e empilhadeiras; e (4) espaço público com manuseio mecanizado. Tais alternativas servem para mercadorias de peso e volume médios. Para materiais granelizados ou de grande tamanho são necessários sistemas especiais.

Sistemas para mercadorias embaladas

Espaço físico e manuseio públicos. A primeira opção da maioria das empresas é contratar serviços de armazenagem e manuseio de materiais de terceiros. A administração livra-se assim da imobilização de capital em área física e em equipamentos e do gerenciamento da operação. O método pelo qual as mercadorias são manuseadas no depósito público pouco interessam.

O custo para o usuário depende de fatores como (1) a quantidade de mercadorias a serem manuseadas e estocadas, (2) o período de tempo pelo qual elas permanecerão no depósito, (3) a quantidade de itens individuais no composto de produtos, (4) quaisquer condições especiais para armazenagem, (5) o tamanho médio do lote de expedição e (6) o volume de trabalho burocrático requerido por atividades como registro de inventário e preparação de manifestos de carga. As taxas cobradas são negociadas conforme três categorias: (1) armazenagem, (2) movimentação e (3) acessórios.

As tarifas de armazenagem são cotadas com base em toneladas por mês. O nível real das tarifas reflete o período de tempo no qual as mercadorias devem ficar em estoque.

As tarifas de movimentação são cotadas pelo peso. O total de vezes que o depósito deve manusear as mercadorias e as características físicas das mesmas determinam o desembolso.

Tarifas acessórias são aquelas cotadas para qualquer outro serviço além da armazenagem e manuseio. A preparação de manifestos de carga para as entregas feitas a partir do depósito é um serviço corriqueiro, que é cobrado a parte.

Quando estiver comparando as diversas opções de contratação de armazenagem e manuseio, deve-se lembrar que o aluguel é um sistema onde todos os custos são variáveis. Empresas que tenham demanda estável e substancial desses serviços podem eventualmente verificar que o aluguel sairá mais caro do que manter um depósito próprio. Entretanto, o aluguel é opção mais flexível e não requer nenhum investimento de capital, sendo especialmente atrativo para firmas pequenas ou recém-criadas.

Espaço alugado, operação manual. Outra alternativa possível é alugar espaço físico e operá-lo com movimentação manual. Este sistema é bastante prático para muitas lojas, hospitais e empresas de serviço, cujo volume de mercadorias não é muito alto e onde custos operacionais e de aluguel por longo prazo são menores do que a pura contratação dos serviços de estocagem e manuseio. Além disso, essa opção tem muitos dos mesmos benefícios da armazenagem própria, como o controle do espaço físico, sendo os pagamentos realizados a intervalos regulares. Equipamentos de manuseio exigem apenas investimento moderado, mas o uso de mão-de-obra é intensivo. Este tipo de sistema pode ser mais barato de que a contratação de serviços de armazenagem, mas exige o compromisso da firma com um aluguel de longo prazo.

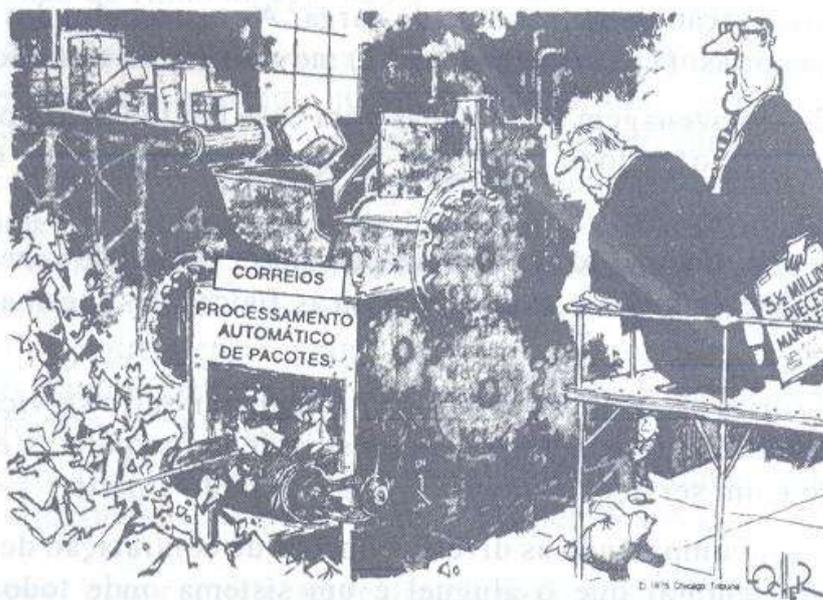
Espaço físico próprio, manuseio mecanizado com paletes e empilhadeiras. Este tipo de sistema representa razoável compromisso entre eficiência e flexibilidade

para muitas empresas. É utilizada frequentemente como alternativa à contratação de armazenagem pública.

A eficiência é obtida pela posse tanto do espaço físico como do equipamento de movimentação. Entretanto, para obter-se essa eficiência, é necessário manter alto nível de utilização do espaço e do equipamento. Ociosidades devidas a variações aleatórias ou sazonais podem tornar esta alternativa pouco atrativa.

A flexibilidade é garantida pelo uso de paletes e empilhadeiras. Este método tem alta produtividade e é muito adaptável às mudanças no composto de produtos, nas dimensões de embalagens e na demanda.

Esta alternativa pode ser menos custosa do que as anteriores, desde que haja demanda suficiente para sustentá-la.



"Você sempre pode encarar isto como economia de custos! É simplesmente correspondência que não precisamos entregar!"

Fonte: *Chicago Tribune*, 1976.

Figura 9.9 *Nem sempre o manuseio automatizado é mais econômico.*

Espaço físico próprio, manuseio automatizado. O sistema potencialmente mais barato, mas menos flexível, é o armazém automatizado. O investimento é elevado tanto para o espaço físico como para os equipamentos. Geralmente, são sistemas altamente especializados para o tipo de produto manuseado, com alta tecnologia. Por exemplo, o sistema desenvolvido pela Haitman Engineering tem (1) estantes com comprimento de até 700 pés, com alturas variando entre 65 e 80 pés, (2) empilhadores automáticos que podem guardar ou retirar cargas pesando de 1,4 a 2,8 toneladas com uma redução de 50% na mão-de-obra, (3) estações automatizadas de carga e descarga para tirar ou colocar os paletes nos empilhadores, (4) um sistema de controle informatizado, de modo que as cargas são automaticamente posicionadas e recuperadas e (5) método de rotação

de estoque obedecendo a disciplina FIFO (de *first-in-first-out*, ou primeiro que chega é o primeiro que sai).

Apesar de algumas grandes companhias, como a Carrier (componentes para ar condicionado), Dupont (plásticos), General Electric (produtos químicos e eletrodomésticos), Eastman Kodak (materiais fotográficos) e IBM (computadores e máquinas de escrever), terem instalado este tipo de sistema, há sempre grande risco de que alterações no composto de produtos ou na demanda deixem os sistemas total ou parcialmente obsoletos.

Cargas a granel e itens de grande volume

Granéis. Alguns produtos têm características especiais e movem-se em grandes volumes, tornando economicamente viável que seu manuseio e transporte sejam efetuados sem embalagem de nenhuma espécie. Por exemplo, temos carvão, petróleo, areia, cereais, plásticos, produtos químicos e até mesmo pasta de dente, leite e suco de laranja. Movimentar bens a granel é a aplicação do seguinte princípio: transportar a máxima quantidade de carga até o ponto mais distante possível no canal de distribuição antes de fracioná-la em quantidades menores para a distribuição final. Os benefícios potenciais estão vinculados aos menores custos de movimentação e armazenagem (produtos químicos transportados por via férrea têm fretes de 5 a 27% menores quando embarcados a granel) e à maior velocidade média obtida, pois há menor manuseio envolvido na carga e descarga ou transbordo. Além disso, os produtos correm menores riscos de roubo e dano. Particularmente, os gerentes da Robertson Distribution Systems consideram que ocorrem as seguintes compensações entre a distribuição granelizada e os outros sistemas.⁸

1. Maiores economias nos custos de embalagem e manuseio – compensadas pelo risco de perder clientes que não podem acomodar movimentação granelizada.
2. Transporte mais barato – contra maiores esperas no ciclo de entrega.
3. Gastos adicionais para produzir programas de computador – compensados por interrupções no fluxo de informação do sistema de distribuição.
4. Maiores lucros resultantes da melhor consolidação e de fretes de retorno mais bem planejados – contra o tempo e o esforço dispendidos para realizar este planejamento.
5. Vantagens gerais da distribuição a granel – compensadas pelos custos de aluguel ou construção.

O transporte a granel tem sido facilitado pelo maior tamanho dos navios petroleiros, barcaças e trens unitários. Entretanto, métodos eficientes para o manuseio de carga e descarga nesses veículos, em grandes quantidades, também desempenham importante papel na crescente utilização da movimentação granelizada. Técnicas especializadas,

8. THE NEW logistics of bulk. *Transportation and Distribution Management*, p. 27-31, Sept./Oct. 1974.

como virar 180° vagões carregados de carvão sobre uma grelha de descarga ou transferir material em pó de vagões ferroviários para caminhões por intermédio de mangueiras a vácuo, têm auxiliado a reduzir custos de manuseio, freqüentemente os itens mais caros do custo de movimentação a granel.

A distribuição a granel é muitas vezes considerada boa alternativa de manuseio para grandes volumes de carga. Podem existir economias substanciais mesmo para quantidades que normalmente não são consideradas suficientes para justificar movimentação granelizada.

Exemplo. A algum tempo atrás, a Robertson Distribution Systems atendia um cliente relativamente pequeno, que distribuía anualmente 40.000 galões de solvente químico com vagões-tanques. A Robertson armazenava o solvente e o entamborava, de modo que podia ser estivado manualmente em cargueiros com destino a Rotterdam. O custo de armazenagem e entamboramento na Robertson era de \$ 0,21 por galão. Atualmente, o solvente ainda chega por modo ferroviário em quantidades relativamente pequenas, mas agora é armazenado num tanque da Robertson e daí é bombeado diretamente para o navio. O custo de armazenagem e carregamento é agora de apenas \$ 0,01 por galão. O custo anual anterior para manusear 40.000 galões era de \$ 8.400. Atualmente é de \$ 1.000.⁹

Itens de grande volume unitário. O manuseio de itens muito grandes apresenta problemas de natureza especial. À medida que artigos ou componentes de grande tamanho são produzidos, tais como reatores nucleares, vasos de pressão e transformadores e geradores, várias restrições de gabarito de via e de equipamento passam a ter influência relevante na maneira com que a movimentação é realizada. Consideremos algumas das restrições típicas:

- vagões ferroviários americanos são capazes de movimentar cargas com largura máxima de 10 pés, altura de até 15,5 pés e peso máximo de 100 toneladas (tara mais carga);
- estradas interestaduais americanas têm limite legal de carga com largura máxima de 8 pés, altura de até 13,5 pés e peso total de 34 toneladas (tara e carga);
- restrições para hidrovias internas são, via de regra, de altura máxima de 25 pés acima do nível d'água e calado máximo da barcaça (carregado) de até 9 pés.¹⁰

Estas restrições podem ser excedidas, desde que haja permissão especial e que sejam pagas despesas adicionais para a empresa que fizer o transporte. Estes gastos extras estão associados a alterar postes e fios da rede elétrica, "ultrapassar" limites de propriedades privadas e modificar pontes. Assim, movimentar cargas muito grandes exige comparar os custos totais de transporte por diversos modais alternativos, além da capacidade dos mesmos em lidar com a carga.

9. *Ibidem*

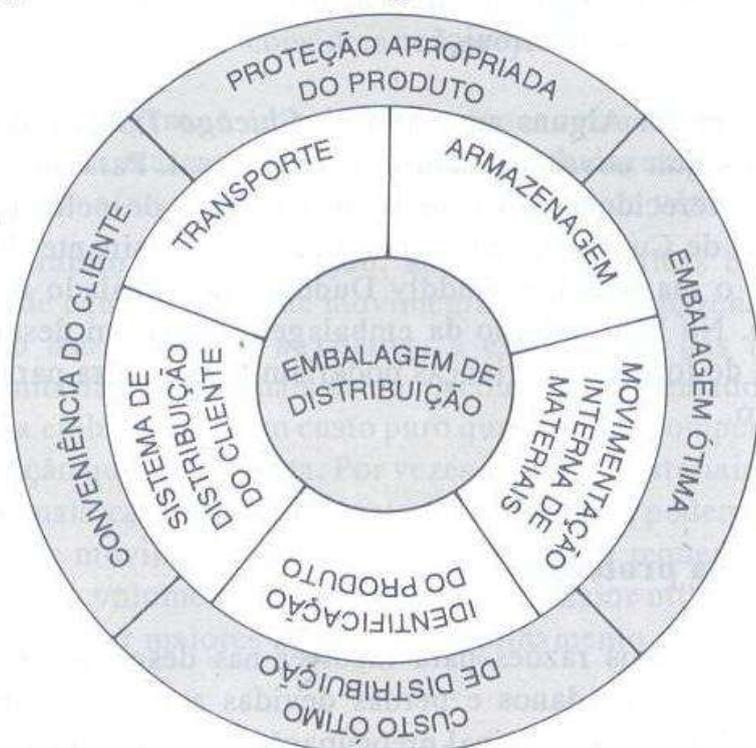
10. MONTE CARLO, Christopher S. The logistics of large. *Transportation & Distribution Management*, p. 38, Feb./Mar. 1968.

EMBALAGEM

A embalagem tem sido considerada de forma indireta ao longo deste capítulo e do anterior. Esta seção destaca e expande em três aspectos a questão da embalagem do produto. Primeiramente, ela serve para promoção e uso do produto. Em segundo lugar, providencia proteção para o produto. Finalmente, serve como instrumento para aumentar a eficiência da distribuição. Projetar uma embalagem exige a consideração destes interesses. Walter Friedman sumarizou o papel da embalagem em muitas firmas e a responsabilidade da logística com relação à mesma:

A administração de marketing continua a encarar a embalagem estritamente do ponto de vista de vendas. Engenheiros de embalagem, freqüentemente subordinados a Compras ou Manufatura, consideram a embalagem apenas dispositivo de proteção. Somente o administrador de distribuição física pode observar a embalagem de forma ampla e, portanto, conceber alterações no projeto, dimensões, modo de transporte etc., que contribuam para a eficácia do sistema de distribuição.¹¹

A questão do embalamento tem muitas facetas. Os objetivos da embalagem de um produto e suas interações com as atividades logísticas estão resumidas na Figura 9.10.



Fonte: FRIEDMAN, Walter F. The role of packaging in physical distribution. *Transportation & Distribution Management*, p. 38, Feb. 1968.

Figura 9.10 Objetivos (anel externo) e interações da função de embalamento no sistema global de distribuição da companhia.

11. FRIEDMAN, Walter F. The role of packaging in physical distribution. *Transportation & Distribution Management*, p. 38, Feb. 1968.

Embalagem para o consumidor

Entre em qualquer loja moderna e repare no conjunto colorido de produtos. Produtos? Não, embalagens! Elas podem ser necessárias para proteger os produtos, mas os profissionais de marketing utilizam-nas vantajosamente para promover os produtos da firma. Consideremos apenas algumas maneiras de fazê-lo.

Em primeiro lugar, a embalagem provê um meio atrativo para divulgar o nome da companhia para os clientes. Pode ser utilizada para transmitir informações sobre o preço ou as virtudes do seu produto. A embalagem serve como um tipo de anúncio.

Em segundo lugar, as dimensões da embalagem devem conformar-se aos requisitos das prateleiras das lojas. Isto permite oferecer ao consumidor a maior área de exposição possível para seu produto em comparação com os produtos concorrentes. Considere a vantagem em área de exposição que a Pringles criou por colocar suas batatas fritas num canudo que é mais resistente, de formato mais regular, menos perecível e com maior fator de estiva (razão entre volume e peso), comparado com as embalagens tradicionais de batatas fritas.

Finalmente, a embalagem pode oferecer alguma utilidade extra ao produto. Veja o que um grupo de marketing fez com relação a este extra, ao mesmo tempo que atendia as necessidades físicas da distribuição:

Exemplo. Alguns anos atrás o *Chicago Tribune* lançou uma campanha para conseguir novas assinaturas para o jornal. Para incentivar os consumidores, foi oferecido como brinde um cachorro de pelúcia de 3 pés de altura, chamado de Cuddly Duddly, para cada novo assinante. Para prevenir danos e facilitar o manuseio, o Cuddly Duddly era embalado numa grande caixa de papelão. No lado externo da embalagem havia um desenho com linhas para recorte, de forma que crianças poderiam usar a caixa para montar a casinha do cachorro.

Embalagem para proteção

Uma das principais razões para incorrer nas despesas extras de embalagem é diminuir a ocorrência de danos e perdas devidas a roubo, armazenagem em locais errados ou deterioração. A principal preocupação da logística é evitar o dano durante o manuseio do produto.

Para definir quanto material de proteção deve ser utilizado, o profissional deve determinar o grau de exposição a danos físicos do produto na sua movimentação. Podem-se enviar embalagens de teste pelo sistema de distribuição ou suprimento para verificar seu desempenho, ou simular seu uso real em testes de laboratório, tais como testes de vibração, compressão, impacto e queda. Alguns dados de testes podem ser obtidos de fontes externas. Por exemplo, o Comitê Americano de Segurança no Trânsito

tem relatórios sobre diversos níveis de impacto em cargas-piloto para os casos aéreo, ferroviário e rodoviário.¹² Um resultado interessante é que, com exceção dos níveis de choque que ocorrem na troca de vagões ferroviários, os níveis mais altos de impacto ocorrem no manuseio, sendo aproximadamente igual em todos os modais de transporte. Este fato serve para desafiar uma crença comum de que os requisitos para embalagem de proteção no caso de transporte aéreo são menores do que no caso rodoviário, o mesmo ocorrendo no caso de transporte por caminhões em relação às ferrovias.

O projeto de embalagens para atender requisitos de segurança merece pelo menos breve menção, considerando a importância do problema nos dias atuais. A possibilidade de roubo pode ser fator determinante nesse projeto, especialmente para mercadorias pequenas e de alto valor, como cigarros, bebidas alcoólicas e ferramentas manuais. Soluções simples adotadas são, por exemplo, aumentar o tamanho do pacote, montar pacotes por amarração de produtos normalmente soltos ou fazer caixas mais difíceis de abrir pelo uso de materiais ou colas mais fortes.

Embalagem para aumentar eficiência da distribuição

Uma preocupação final é verificar como a embalagem afeta a eficiência do manuseio, armazenagem e movimentação do produto. Estes são os principais fatores que o profissional de logística deve considerar no projeto da embalagem.

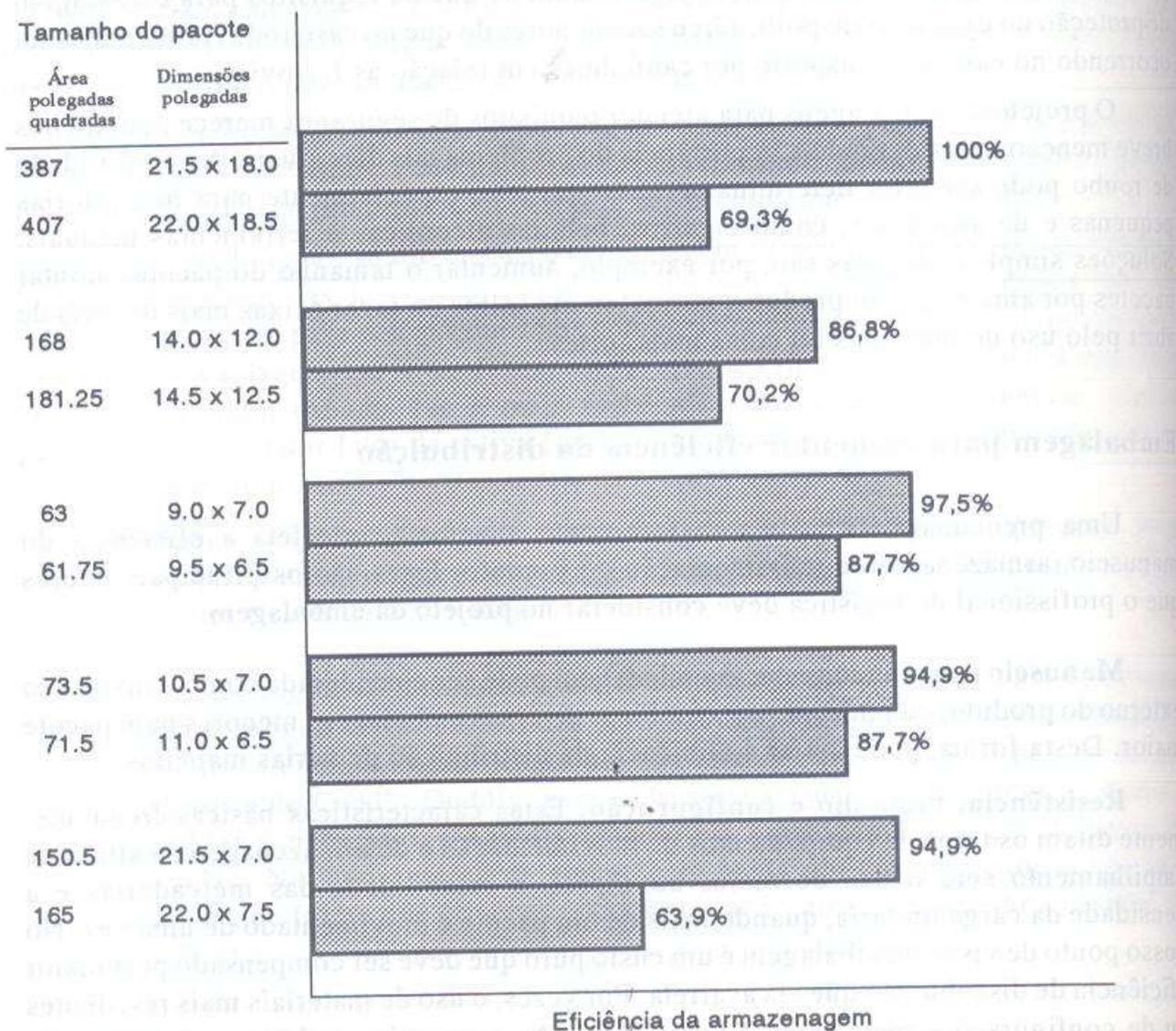
Manuseio e armazenagem. A embalagem pode ser considerada como o invólucro externo do produto, ou pode mesmo combinar diversas embalagens menores num pacote maior. Desta forma, pode afetar a eficiência da distribuição de várias maneiras.

Resistência, tamanho e configuração. Estas características básicas frequentemente ditam os tipos de equipamentos de movimentação e de armazenagem, a altura de empilhamento sem o uso de meios auxiliares, a estabilidade das mercadorias e a densidade da carga unitária, quando mais de um pacote é movimentado de uma vez. No nosso ponto de vista, a embalagem é um custo puro que deve ser compensado pela maior eficiência de distribuição que ela acarreta. Por vezes, o uso de materiais mais resistentes ou de configurações mais caras é justificável. As economias podem ser conseguidas pelo uso de unidades de movimentação mais compactas, que requerem menor número de viagens para o mesmo volume de mercadoria, e pela maior utilização do espaço de estocagem, possibilitada por maiores alturas de empilhamento ou maior densidade de armazenagem.

Exemplo. Às vezes, pode-se aumentar significativamente a eficiência de armazenagem apenas com ligeiros ajustes na configuração. Vejamos o caso de uma área restrita de 43x35 polegadas, que pode ser apenas a dimensão de um palete, a dimensão disponível numa prateleira ou a área de piso de um depósito. Diferentes dimensões de embalamento utilizam o espaço mais eficientemente

12. WALLACE, Stuart R. Packaging for air transportation. In: Packaging's role in physical distribution. *Management Bulletin*. New York: American Marketing Association, 1966, nº 77, p. 30-31.

que outras. A Figura 9.11 mostra algumas das alternativas de tamanho e seus efeitos na utilização da área. Repare que uma alteração tão pequena quanto meia polegada pode aumentar a eficiência de estocagem de 70 a 100%, sendo que pacotes menores geralmente acarretam em melhor ocupação espacial.¹³



Fonte: PROCUREMENT/distribution ideas & methods handbook, packaging section. Washington, D. C.: Marketing Publications, Inc., 1970-1975, p. 24-25.

Figura 9.11 Porcentagem da área de 43 x 35 polegadas utilizada por diversos tamanhos de embalagem.

Unitização. Unitização significa agregar diversos pacotes ou embalagens menores numa carga unitária maior. Os custos de movimentação de materiais diminuem à medida que o tamanho da unidade de movimentação aumenta. Ou seja, para dada quantidade

13. Adaptado de PROCUREMENT/distribution ideas & methods handbook, packaging section. Washington, D. C.: Marketing Publications, 1970-1975, p. 24-25.

de mercadorias, serão necessárias menos viagens, pois mais embalagens são transportadas de uma vez. Os custos de mão-de-obra estão diretamente relacionados com a quantidade de viagens necessárias.

Existem muitos exemplos de unitização de cargas. Todos estão familiarizados com unitização em nível de vendas em varejo. Latas costumam ser embaladas em caixas de 24 unidades, jornais e revistas são empacotados e bebidas em lata são agrupadas com plástico termocontrátil (*shrink*). Em nível de armazém, estes itens estão ainda mais agrupados para manuseio mais eficiente. Neste caso, a unitização é realizada com o auxílio de paletes de madeira, de plástico (*slip sheets*)¹⁴ ou de metal (*skids*). Certa quantidade de caixas, sacos ou cestos é empilhada nestas plataformas e a plataforma toda é movimentada e estocada como uma unidade. A unitização também melhora a ocupação da armazenagem, pois aumenta a estabilidade das pilhas de material.

A unitização também pode ser conseguida com o uso de equipamento especial de movimentação. Por exemplo, empilhadeiras podem ser modificadas de forma a erguer mais de uma unidade sem recorrer ao uso de paletes. Eletrodomésticos maiores são geralmente erguidos de dois em dois, graças ao projeto de suas embalagens. Além disso, está-se tornando cada vez mais popular o uso de plástico térmico (*shrink*) ou de fitas metálicas para estabilizar a carga, aumentando a segurança contra roubo e mesmo possibilitando armazenagem em pátio descoberto (caso do revestimento plástico).

A unitização tem se mostrado tão econômica que, hoje, não é difícil encontrar mercadorias que são paletizadas na fábrica e que se movem de forma unitizada ao longo de todo o sistema de distribuição, até o consumidor final. A compatibilidade de manuseio por todo o canal, de modo a minimizar movimentação e unitização, é um ideal raramente conseguido por muitos sistemas de distribuição. Entretanto, deve-se sempre tentar evitar a repaletização de mercadorias, as ineficiências de ocupação de espaço ou maiores custos de transporte por causa da má coordenação entre os diversos sistemas de manuseio de fornecedores e clientes.

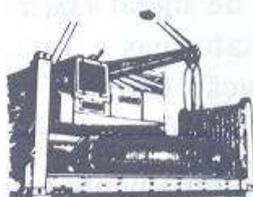
Conteinerização. A forma mais apurada de unitização conseguida em sistemas modernos de distribuição é alcançada pelo uso de contêineres (Figura 9.12). Contêineres são grandes caixas que podem ser transportadas em vagões ferroviários abertos, em chassis rodoviários, em navios ou em grandes aeronaves. Geralmente, seguem as dimensões de 8 x 8 x 20 pés ou 8 x 8 x 40 pés (padrões ISO). São suficientemente grandes para aceitar carga paletizada, são estanques, de maneira que não é preciso proteger a carga de problemas meteorológicos, e podem ser trancados para maior segurança. Via de regra, são carregados e descarregados dos veículos com o uso de guinchos especializados.

São muito empregados no transporte marítimo de produtos acabados, pois a carga e a descarga de mercadorias transportadas de maneira convencional implicam custos relativos maiores. Estes custos estão associados à rotatividade da embarcação, que melhora significativamente com o uso de contêineres, pois a relação entre dias

14. Paletes de plástico (*slip sheets*) são plataformas de plástico grosso, sobre as quais mercadorias podem ser empilhadas e movidas com o auxílio de empilhadeiras

Containerization— the modern way to ship many products.

And if standard containers aren't suitable,
we make special ones.



Containerization is favored around the world as the most economical, safe, and efficient way of shipping many kinds of products. NYK is Japan's pioneer in containerization and has developed many different kinds of containers. We even have containers for

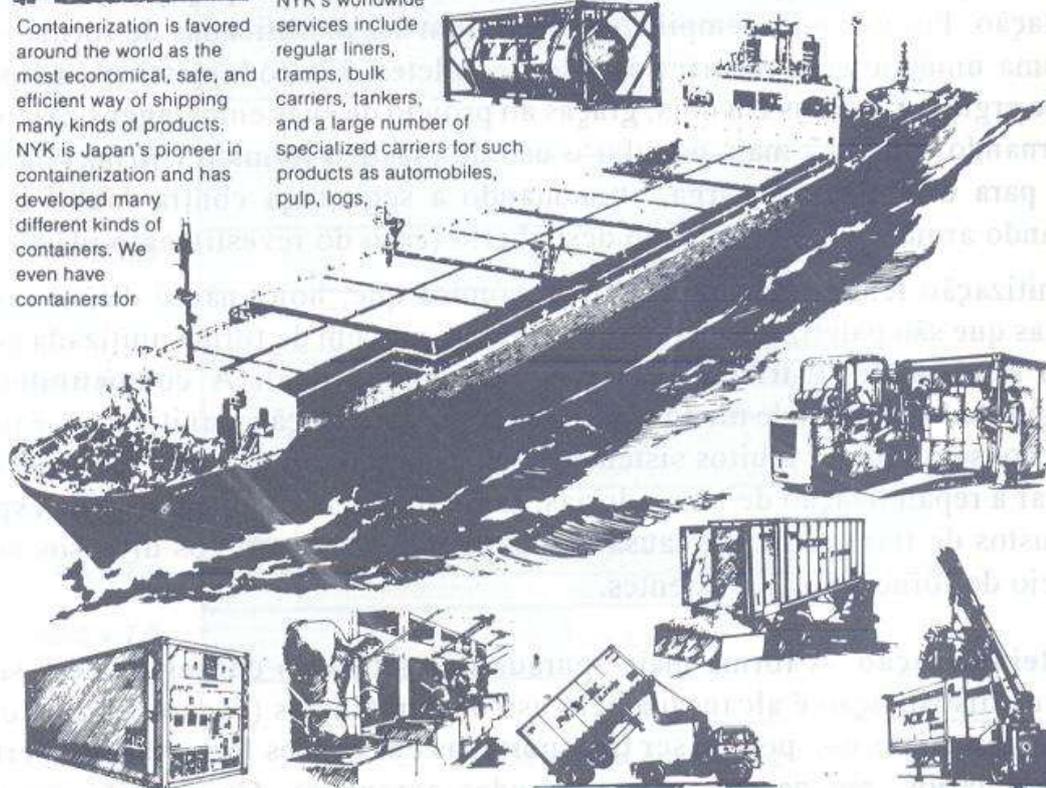
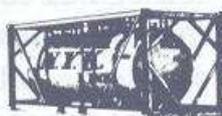
chickens, livestock, soy sauce, and bulldozers. Six of our main shipping routes are now containerized.

Besides container ships, NYK's worldwide services include regular liners, tramps, bulk carriers, tankers, and a large number of specialized carriers for such products as automobiles, pulp, logs,

mineral ores, L.P.G., and cement.

NYK's success is based on a long-standing policy of upgrading our fleet,

network, and services to meet the changing needs of the trading world. If you have a tough shipping problem, give us a call.



■ **Head Office:** Tokyo, Japan ■ **New York Branch Office:** Suite 5031, One World Trade Center, New York, N.Y. 10048, U.S.A. Tel: (212) 466-2800
 ■ **Chicago:** International Great Lakes Shipping Co. (312) 644-8730 ■ **Montreal:** March Shipping Ltd. (514) 842-8841 ■ **Boston:** Patterson, Wyde & Co. (617) 426-2404
 ■ **Philadelphia:** Lavino Shipping Co. (215) 448-4000 ■ **Savannah:** Southeastern Maritime Co. (912) 232-5581 ■ **New Orleans:** Delton Steamship Corp. (504) 524-0701
 ■ **Houston:** Delton Steamship Corp. (713) 228-8861 ■ **San Francisco:** Matson Agencies, Inc. (415) 982-7700 ■ **Seattle:** Matson Agencies, Inc. (206) 882-5870

Figura 9.12 Contêineres são largamente utilizados no transporte marítimo internacional.

parados no porto e dias em viagem no mar diminuí sensivelmente. Sua popularidade é menor no caso do transporte terrestre, apesar de o uso de esquemas intermodais (ferro-rodoviários) estar ficando mais comum no Primeiro Mundo. A containerização ainda é empregada de modo limitado, pois é muito oneroso para uma firma individual comprar um estoque adequado de contêineres. Assim, programas satisfatórios de inter-

câmbio entre companhias de transporte devem ser desenvolvidos antes que seu uso se generalize.

Identificação. A embalagem serve também para identificar o produto, principalmente quando a própria aparência externa do produto não permite fazê-lo facilmente (como no caso de itens desmontados). Identificação facilitada acarreta menor tempo de manuseio, assim como pode implicar menor retrabalho, posteriormente. Quando um enlatado é oferecido em "57 variedades", máquinas de lavar roupa em cinco cores diferentes e sapatos em 20 tamanhos, a embalagem torna-se fundamental para a identificação do produto. Imprimir figuras na caixa, usar fitas coloridas ou carimbar códigos numéricos ou símbolos na embalagem são modos populares de marcação.

RESUMO

Manuseio de materiais é um dos principais fatores geradores de custo no composto de atividades logísticas. Este capítulo tentou mostrar alguns dos fundamentos da movimentação de produtos e dos equipamentos utilizados. Mostramos que arranjo geral, arranjo físico detalhado e carregamento do armazém têm impacto significativo na eficiência do manuseio. Mostramos também que a movimentação interna não pode ser separada dos outros itens associados à utilização do espaço físico de armazenagem. Balancear o projeto do depósito com as considerações operacionais, de ordem prática, produz um projeto final mais adequado. Os benefícios e os custos de diversos sistemas de embalagem e empacotamento foram examinados, assim como vantagens e desvantagens da carga granelizada.

Examinou-se também a problemática do projeto de embalagens, pois está intimamente associada ao manuseio de produtos. Vimos que é fator instrumental para a operação econômica do sistema de movimentação e armazenagem e que tem interface com as atividades de marketing. Apesar de o projeto de embalagens atender a muitos objetivos, o profissional de logística tenta obter embalagens que minimizem o custo total do manuseio e maximizem a utilização do espaço físico.

Finalmente, movimentação de materiais, armazenagem e projeto de embalagem não devem ser encarados como atividades restritas apenas ao depósito. O profissional deve permanecer atento aos benefícios potenciais quando especificar essas funções, de maneira a alcançar o máximo grau de compatibilidade ao longo de todo o canal de distribuição ou suprimento, mesmo quando parte deste pode ficar fora do controle direto da companhia.

QUESTÕES E PROBLEMAS

1. Descreva alguns casos de movimentação de materiais e especifique qual a melhor alternativa de equipamento (empilhadeiras, tratores, transportadores ou equipamentos de levantamento).
2. Quais as vantagens que o uso de estantes oferece para a movimentação interna e que servem para justificar este investimento?

3. O que é código de barras linear? Para que serve? Como ele pode aperfeiçoar manuseio de produtos?
4. Explique por que centros de distribuição de alimentos utilizam o sistema de área modificado para o arranjo físico de armazenagem
5. Suponha que um depósito tenha a seguinte configuração:



Cada seção de armazenagem comporta até 2.500 pés quadrados de produto. Os produtos foram armazenados conforme a seguinte tabela:

<i>Produto</i>	<i>Espaço Necessário, Pés Quadrados^a</i>	<i>Volume Unitário do Produto, Pés Cúbicos</i>	<i>Rotatividade Vendas/Estoque Médio</i>	<i>Número médio de Pedidos Diários onde o Item Aparece</i>
A	300	6,0	6,0	27
B	4000	4,0	4,3	63
C	1570	1,0	12,6	45
D	9300	8,0	7,5	102
E	2350	3,0	3,7	71
F	1230	5,0	5,7	14
G	850	15,0	9,8	25

^a Todos produtos são empilhados até a altura de 16 pés.

- Monte o arranjo de seções do armazém conforme:
- a. A popularidade do item
 - b. O tamanho do item
 - c. O índice de volume por pedido.
6. Que argumentos você usaria para um operador, que utiliza arranjo interno de estoque em ângulo reto, para prover arranjo angular? Caso ele não acredite nos benefícios deste tipo de arranjo, qual seria o argumento que ele provavelmente usaria?
 7. Quando o método de endereçamento variável ou aleatório é mais vantajoso do que um sistema de endereço fixo para localizar mercadorias? Qual seria uma maneira eficiente de recolher o estoque caso se utilizasse endereçamento variável?

8. Empregando argumentos econômicos, explique por que é vantajoso movimentar produtos, tais como pasta dental, produtos químicos e sabão em pó, de forma granelizada em vez de embalados.
9. Televisores preto e branco portáteis são fabricados, enviados a depósitos e, em seguida, distribuídos para os pontos de venda, alguns dos quais no exterior. Que recomendações você poderia fazer com relação ao manuseio do produto ao longo de todo o canal de distribuição, de forma a minimizar os custos de movimentação e prevenir perdas e danos à mercadoria?
10. Suponha que você é um projetista de embalagens que planeja introduzir um trem elétrico de brinquedo no mercado. Que tipo de projeto de embalagem você sugeriria, de modo que atendesse aos objetivos de promoção do produto, proteção da mercadoria e eficiência de distribuição?