



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação

**ESCOLA ESTADUAL DE
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL - EEEP**
ENSINO MÉDIO INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

CURSO TÉCNICO EM INTEGRADO À LOGÍSTICA

EMBALAGENS E ARMAZENAMENTO



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria da Educação

Governador

Cid Ferreira Gomes

Vice Governador

Domingos Gomes de Aguiar Filho

Secretária da Educação

Maria Izolda Cela de Arruda Coelho

Secretário Adjunto

Maurício Holanda Maia

Secretário Executivo

Antônio Idilvan de Lima Alencar

Assessora Institucional do Gabinete da Seduc

Cristiane Carvalho Holanda

Coordenadora da Educação Profissional – SEDUC

Andréa Araújo Rocha

Sumário

1.	Embalagens e Armazenamento.....	05
1.1.	O produto.....	05
1.2.	O que é o produto logístico?.....	05
1.2.1.	Classificação dos produtos	05
1.2.1.1.	Bens de consumo.....	06
1.2.1.2.	Bens industriais.....	07
1.2.2.	Ciclo de vida do produto	07
1.3.	A curva ABC.....	08
1.4.	Características do produto.....	09
1.5.	Embalagem do produto.....	11
1.6.	Formação de preço.....	12
1.6.1.	Uso de critérios geográficos.....	13
1.6.1.1.	Método F.O.B.....	13
1.6.1.2.	Preço regional.....	14
1.6.1.3.	Preço único ou simples.....	14
1.6.1.4.	Nivelamento ou fretes.....	15
1.6.1.5.	Preço por ponto-base.....	15
1.7.	Arranjo de incentivo de preços.....	15
1.7.1.	Descontos para grandes volumes.....	16
1.7.2.	Acordos.....	16
2.	Embalagem para o consumidor.....	17
2.1.	Objetivos.....	18
2.2.	Embalagem para proteção.....	21
2.3.	Embalagem para aumentar eficiência da distribuição	21
2.3.1.	Manuseio e armazenagem	22
2.3.2.	Resistência, tamanho, configuração.....	22
2.3.3.	Unitização.....	22
2.3.4.	Conteinerização.....	23
2.3.5.	Identificação.....	24
2.4.	Caixa de papelão	24
2.4.1.	Resistência do papelão	28
2.4.2.	Resistência do papelão ao esmagamento	29
2.4.3.	Resistência da caixa à compressão	29
2.5.	Tambores	31
2.6.	Fardos	33
2.7.	Recipientes plásticos	34
2.8.	Fechamento de embalagens	36
2.8.1.	Fechamento por grampos	36
2.8.2.	Fechamento por fitas metálicas.....	37
2.8.3.	Fechamento por fitas adesivas.....	39
2.8.4.	Fechamento por costuras	40

3.	Armazenagem de produtos	42
3.1.	Necessidade de espaço físico	42
3.1.1.	Razões básicas para espaço físico	43
3.2.	Localização de depósitos	44
3.3.	Dimensionamento do armazém	46
3.4.	Alternativas de armazenagem	46
3.4.1.	Funções de armazenagem	46
3.4.1.1.	Abrigo de produtos	47
3.4.1.2.	Consolidação	47
3.4.1.3.	Transferência e transbordo	47
3.4.1.4.	Agrupamento	48
3.4.2.	Tipos de depósitos	48
3.4.2.1.	Espaço físico próprio	48
3.4.2.2.	Aluguel de espaço de terceiros	49
3.4.2.3.	Aluguel de facilidades	55
3.4.2.4.	Estoque em trânsito	55
4.	Manuseio e acondicionamento	57
4.1.	Manuseio de materiais	57
4.1.1.	Equipamentos	58
4.1.1.1.	Equipamentos de movimentação	58
4.1.1.2.	Equipamentos auxiliares	61
4.1.1.3.	Codificação e marcação de itens	62
4.2.	Projeto de sistema para maior eficiência	63
4.2.1.	Arranjo geral de espaço físico	63
4.2.1.1.	Arranjo físico detalhado	64
4.2.2.	Alocação de espaço físico	65
4.3.	Disposição do estoque	67
4.3.1.	Método de endereçamento ou localização	68
4.3.2.	Sistema de endereçamento fixo	68
4.3.3.	Sistema de endereçamento variável.....	69
4.3.4.	Considerações operacionais	69
4.3.5.	Decomposição de pedidos	70
4.4.	Alternativas para projetos de sistema	71
4.4.1.	Sistemas para mercadorias embaladas	71
	Referências Bibliográficas	77

1. Embalagens e Armazenamento

1.1. O produto

Toda a logística gira e torno do produto. Suas características freqüentemente moldam a estratégia logística necessária para deixar o produto disponível para o cliente. Compreender a natureza do produto pode ser valioso para o projeto do sistema logístico mais apropriado. O produto também pode ser valioso para o projeto do sistema logístico mais apropriado. O produto também é elemento sobre o qual a logística exerce controle apenas parcial. Por isso mesmo, é importante compreender sua natureza.

Este capítulo explora o significado do produto para o especialista em logística, quais são suas características relevantes e seu impacto na estratégia logística. Além disso, discute-se a interface do custo logístico com decisões de embalagem preço.

1.2. O que é produto logístico?

O que uma firma oferece ao cliente com seu produto de satisfação. Se o produto for algum tipo de serviço, ele será composto de intangíveis como conveniência, distinção e qualidade. Entretanto, se o produto for um bem físico, ele também tem atributos físicos, tais como peso, volume e forma, os quais têm influência no custo logístico. Nesse texto, o produto considerado é um bem físico.

1.2.1. Classificação dos produtos.

Dependendo do usuário do produto, o projeto do sistema logístico deveria refletir diferentes padrões de uso. Classificações amplas para produtos podem sugerir estratégias logísticas. Uma categorização tradicional divide produtos em (1) bens de consumo e (2) bens industriais.

1.2.1.1. Bens de consumo.

Dirigem-se aos consumidores finais. Há muito que especialistas de marketing reconheceram as diferenças básicas na maneira com que consumidores finais selecionam as mercadorias e onde as compram. Usa-se uma classificação com três classes:

- **Bens de conveniência:** São aqueles comprados freqüentemente e de forma imediata, com pouca pesquisa de loja. Casos típicos são saponáceos, itens de tabacaria e muitos produtos alimentícios. Estes produtos geralmente exigem ampla distribuição por intermédio de muitos pontos de venda. Em geral, os custos de distribuição são elevados, em termos de porcentagens dos custos de venda (chegando a um terço). O nível de serviço deve ser elevado para encorajar um grau razoável de preferência por esses bens.
- **Bens de comparação.** São aqueles que os consumidores preferem pesquisar em diferentes lojas e fazer comparações. Os clientes muitas vezes visitam muitos locais, comparando preços, qualidade e desempenho, fazendo a compra somente após deliberação cuidadosa. Produtos típicos nesta categoria são roupas de moda, automóveis e itens de mobiliário. Como o comprador potencial pesquisa diversos pontos, o total de pontos de venda é substancialmente menor que no caso de bens de conveniência. Um fornecedor pode estocar mercadorias em apenas alguns poucos locais numa dada área. Custos de distribuição (15% da receita das vendas) é algo menor neste caso. Não é preciso distribuição de produto tão ampla, também.
- **Bens de uso especial.** São aqueles cujos compradores costumeiramente despedem esforço significativo para ir comprá-los. Procuram marcas ou categorias particulares de mercadorias. Exemplos abrangem todo tipo de bens, desde alimentos finos até automóveis feios sob encomenda. Como o consumidor insiste em determinada marca, a distribuição não ter amplitude ou nível de serviço tão altos quanto os bens de conveniência ou de compras. Os custos de distribuição física podem ser os menores em qualquer categoria do produto. Por isso, pode alguém surpreender-se como fato de as firmas tentarem criar fidelidade de marca em sua linha de produtos?

1.2.1.2. Bens industriais.

São aqueles dirigidos a indivíduos ou organizações que os utilizam para produzir outros produtos ou serviços. Sua classificação é bastante diferente da anterior, pois aqui são os vendedores que procuram os compradores e uma classificação baseada nos perfis de compra não seria relevante.

É comum classificar bens industriais conforme seu envolvimento no processo de produção. Por exemplo, (1) existem bens que são parte de produtos acabados, tais como matérias-primas ou peças componentes; (2) há outros que são usados no processo de manufatura, como edifícios e equipamentos; e (3) existem bens que não entram no processo diretamente, como material de escritório ou serviços administrativos. Apesar de esta classificação se válida na preparação da estratégia de vendas, sua utilidade não é tão evidente no planejamento logístico.

1.2.2. Ciclo de vida dos produtos

Outro conceito familiar aos especialistas de marketing é o ciclo de vida do produto. Produtos não geram seu volume máximo de vendas imediatamente após sua introdução, nem mantêm seus picos de venda indefinidamente. Eles seguem uma função de venda por tempo do tipo mostrado na Figura 1.1. A vida do produto passa por quatro estágios:

- Introdução,
- Crescimento,
- Maturidade e
- Declínio.

Cada fase tem exigências diferentes para a estratégia de distribuição física.

A fase introdutória ocorre logo após o lançamento do produto no mercado. Geralmente, as vendas não são tão volumosas, pois ainda não há ampla aceitação do produto. A estratégia de distribuição física é cautelosa, com estoques restritos a algumas poucas localizações. A disponibilidade é limitada.

Caso o produto seja aceito pelo mercado, as vendas começam a crescer rapidamente. Planejar a distribuição é particularmente difícil nesta fase. Frequentemente, não há histórico de vendas para calcular níveis de estoques

nos pontos de armazenagem, ou nem mesmo quantos depósitos devem ser usados. A distribuição fica, muitas vezes, sob controle manual durante todo o estágio de expansão. A disponibilidade do produto também aumenta rapidamente numa ampla área geográfica, de forma a apoiar o crescente interesse dos clientes.

O estágio de crescimento pode ser bem curto, sendo seguida por uma fase mais longa chamada maturidade do produto. O crescimento de vendas é vagaroso ou permanece estabilizado em torno de seu pico. O volume vendido não se altera rapidamente e, portanto, pode ser absorvido nos perfis de distribuição de produtos similares já existentes. Muitos depósitos são utilizados e existe controle adequado sobre a disponibilidade do produto por todo o sistema.

Eventualmente, o volume de vendas começa a diminuir devido a mudanças tecnológicas, competição ou perda de interesse pelo consumidor. Para manter distribuição eficiente, os perfis de movimentação do produto devem ser ajustados. Provavelmente, o total de armazéns será reduzido, sendo o produto recolhido para depósitos regionais ou para as fabricas.

O fenômeno do ciclo de vida do produto influencia a estratégia de distribuição. O especialista em logística deve estar continuamente ciente do estágio atual do ciclo de vida do produto, de modo que os padrões de distribuição possam estar sempre ajustados na eficiência máxima daquela fase. O conhecimento do conceito de ciclo de vida permite antecipar as necessidades de distribuição e planejar com larga antecedência.

1.3. A Curva ABC

O planejamento do suprimento e distribuição física de qualquer firma é a soma dos planos individuais dos produtos. A maioria fabrica muitos produtos, que estão em diferentes pontos do seu ciclo de vida e com vários graus de seu sucesso comercial. Em qualquer período de tempo, isto cria um fenômeno chamado de curva ABC (*ou curva 80-20*), um conceito particularmente valioso para o planejamento logístico.

O conceito de curva ABC deriva da observação dos perfis de produtos em muitas empresas – que a maior parte das vendas é gerada por relativamente poucos produtos da linha comercializada – e do princípio

conhecido como curva de Pareto. Ou seja, 80% das vendas provêm de 20% dos itens da linha de produtos. Evidentemente, esta relação 80-20 não é exata para toda firma, mas a desproporção entre valor de vendas e o número de itens é geralmente verdadeira.

A curva ABC é particularmente útil para o planejamento da distribuição quando os produtos são agrupados ou classificados conforme seu nível de vendas. Os itens A são os pertencentes ao grupo de 20% superiores, os próximos 30% são os itens B e os 50% restantes compõem os itens da classe C. Cada categoria de itens pode ter uma distribuição diferente. Por exemplo, itens A podem receber distribuição extensiva e ter altos níveis de disponibilidade, enquanto itens C podem ser distribuídos apenas a partir de um único depósito central com níveis de estoque menores do que os praticados para itens A. Itens de classe B podem ter uma estratégia intermediária de distribuição. As classificações de produtos são arbitrárias. A questão é que nem todos os itens de produtos devem receber o mesmo tratamento logístico. O conceito da curva ABC, com sua decorrente classificação de produtos, providencia lógica baseada no nível de vendas para decidir quais produtos devem receber diferentes níveis de tratamento logístico.

1.4. Características do produto

Dentre as características mais importantes do produto que influenciam a estratégia de distribuição estão atribuídos do próprio produto. Eles são peso, volume, valor, perecibilidade, inflamabilidade e substitutibilidade. Nas suas várias combinações, estes atributos indicam as necessidades para armazenagem, estoques, transporte, manuseio, e processamento do pedido. Essas combinações são mais bem discutidas se divididas em quatro categorias:

- **Relação peso-volume (densidade)**

A relação peso-volume (densidade) de um produto é particularmente significativa, pois os custos de transporte e armazenagem estão diretamente relacionados com ela. Produtos densos, ou seja, com relação peso-volume elevada, como aço laminado, material impresso e comida enlatada, apresentam boa utilização dos equipamentos de transporte e das facilidades de armazenagem. Tanto os custos de transporte como de armazenagem tendem a

ser baixos. Entretanto, para produtos pouco densos, como isopor, batatas fritas e lâmpadas, a capacidade volumétrica do equipamento de transporte é preenchida antes do seu limite de carregamento em peso a ser atingido. Além disso, os custos de manuseio e de espaço, baseados no peso, tendem a ser elevados comparados ao preço de venda.

A medida que a densidade do produto aumenta, tanto os custos de estocagem como de transporte, como porcentagem do preço de vendas, diminuem. Apesar de o preço poder ser reduzido pelos menores custos logísticos, armazenagem e transporte são apenas dois dos muitos fatores que atuam na formação do preço. Assim, os custos logísticos totais podem declinar mais rapidamente que o preço.

- **Relação valor-peso**

O valor do produto que está sendo movimentado e estocado é um fator importante no desenvolvimento de uma estratégia logística. Custos de estoque são particularmente susceptíveis ao valor. Quando expressamos o valor com relação ao peso (obtendo a razão, ou seja, o valor específico), algumas compensações óbvias de custo emergem e auxiliam a planejar o sistema logístico.

Produtos de baixo valor específico, como carvão, minério de ferro, bauxita e areia, têm custos de estoques baixos, mas custos de transporte elevados, se medidos como porcentagem de seus preços de venda. Os custos de manutenção de estoque são calculados como fração do valor o produto. Preços menores significam custos menores de estoque, pois o custo de manutenção de estoque é seu fator dominante. Custos de transporte, por outro lado, estão amarrados ao peso. Se o valor do produto é baixo, o custo de transporte representa uma proporção elevada do preço de venda.

Produtos com alto valor específico, tais como equipamentos eletrônicos, jóias e instrumentos musicais, mostram comportamentos opostos, como altos custos de estoque e baixos custos de transporte.

- **Substitubilidade**

Quando consumidor nota pouca ou nenhuma diferença entre o produto da firma e os de seus concorrentes, diz-se que o produto é altamente substituível. Ou seja, o consumidor compra prontamente uma segunda marca caso a primeira não esteja disponível imediatamente. Muitos produtos

alimentícios e farmacêuticos têm esta característica. Como era de esperar, os fornecedores gastam milhões de dólares na tentativa de convencer os consumidores de que tais produtos (como comprimidos de aspirina, por exemplo, ou sabão em pó) não são todos semelhantes. Os executivos de distribuição tentam prover disponibilidade de produto num nível tal que os consumidores não precisem selecionar um produto substituto.

A logística não tem controle sobre a substitubilidade do produto, apesar de o profissional ter o dever de planejar a distribuição de produtos com variados graus de substitubilidade. Ela pode ser encarada em termos de vendas perdidas pelo fornecedor. Substitubilidade elevada significa geralmente maior chance para o consumidor escolher outro produto, resultando em venda perdida. O especialista em logística trata como vendas perdidas através de alternativas de transporte, de estocagem, ou ambas.

- **Características de risco**

As características de risco do produto referem-se aos atributos de valor, perecibilidade, inflamabilidade, tendência e facilidade ao roubo. Quando um produto mostra alto risco em uma ou mais dessas características, ele impõe uma série de restrições ao sistema de distribuição. Tanto os custos de transporte como de estoque são maiores em termos tanto absolutos como de porcentagem do preço de venda.

Considere um produto com alto risco de roubo como, por exemplo, cigarros. Deve-se tomar especial cuidado no manuseio e transporte. Dentro dos depósitos, áreas especiais, cercadas e trancadas, devem ser instaladas para tratar este produto e similares. Produtos altamente perecíveis, como frutas frescas, necessitam de manuseio especial com veículos refrigerados. Produtos como pneus de automóveis têm tendência a contaminar depósito. O uso de qualquer tipo de embalagem para diminuir o risco simplesmente aumenta o custo de distribuição.

1.5. Embalagem do produto

Com exceção de produtos transportados a granel, como no caso de muitas matérias-primas, produtos são cobertos com embalagens. O embalamento do produto pode ter diversos objetivos, alguns dos quais são:

- Facilitar manuseio e armazenagem.

- Promover melhor utilização do equipamento de transporte.
- Proteger o produto.
- Promover venda do produto.
- Alterar a densidade do produto.
- Facilitar uso do produto.
- Prover valor de reutilização para o consumidor.

Nem todos esses objetivos podem ser atingidos mediante a administração logística. Entretanto, alterar a densidade do produto e sua embalagem protetora pode fazer diferença. A necessidade de alterar a densidade do produto para conseguir custos logísticos mais favoráveis já foi discutida.

A embalagem para proteção é importante dimensão do produto para o especialista em logística. Sob muitos aspectos, é a embalagem que deve ser manuseada e o produto em si é a preocupação secundária. É a embalagem que tem forma, volume e peso. O produto em seu interior pode não ter as mesmas características. A questão é que, se um televisor for removido de sua caixa e substituído com equipamento para teste de choques, como é feito em teste de dano durante o manuseio, a logística não vai tratar a caixa de maneira diferente, assumindo que a alteração não é conhecida. O pacote dá um conjunto revisado das características do produto.

A embalagem significa custo adicional para a firma. Esse custo é compensado na forma de frete e custos de estoque menores, além de menor número de quebras. O profissional de logística balanceia esses custos, trabalhando em conjunto com vendas e engenharia para atender a todos os objetivos do embalamento.

1.6. Formação de preço

Nossa última abordagem no produto contempla o preço. Lembre-se de que o preço é um dos fatores-chave, juntamente com qualidade e nível de serviço, que, segundo a ótica do cliente, constituem o produto. Em geral, a logística não é diretamente responsável pela política de preços. Entretanto, ela tem influência nas decisões de preço, pois este geralmente tem conotação geográfica e incentivos de preço estão amarrados com a estrutura de fretes.

1.6.1. Uso de critérios geográficos

Para a maioria dos fornecedores, os clientes não se concentram num único ponto; pelo contrário, eles costumam dispersar-se por grandes áreas. Isto significa que o custo total para distribuição varia de cliente para cliente, conforme sua localização. A formação de preços deveria ser simples, não? Nem tanto! Empresas podem ter centenas de milhares de clientes. Administrar preços separados torna-se cansativo e caro. A escolha do método de formação de preço depende parcialmente do balanceamento do nível de detalhe na estrutura de preços com os custos para administrá-la. Existe um número limitado de categoria para definir a maioria dos métodos que usam critérios geográficos. Eles são (1) F.O.B., (2) regional ou por zona, (3) simples ou uniforme, (4) nivelamento de fretes e (5) ponto-base.

1.6.1.1. Método F.O.B.

Para compreender métodos geográficos, é melhor iniciarmos pela introdução da opção F.O.B. A sigla significa *free on board* (preço sem frete incluso). Na prática, esta política simplesmente significa o local onde o preço é válido. F.O.B. fábrica significa que o preço é cotado no local da fábrica. F.O.B. destino significa que o preço é cotado na localização do cliente ou suas redondezas. Também implica que o cliente toma posse da mercadoria no local designado. Existem muitas variações do preço F.O.B. . O dois métodos de F.O.B. citados acima são os mais comuns.

O preço F.O.B. *fábrica* é estabelecido para o local da fábrica (origem dos despachos), sendo também conhecido por preço *ex-works* no comércio internacional. Os clientes tomam posse da mercadoria neste ponto e são responsáveis por qualquer transporte a partir dele. Na prática, os clientes podem deixar os arranjos de transporte por conta do fornecedor, pois estes podem estar mais bem equipados ou mais experimentados no assunto ou podem obter menores fretes pela consolidação das ordens de diversos clientes. Estes são então cobrados pelos custos reais de transporte. Por exemplo, automóveis novos têm seu preço determinado na fábrica ou ponto de entrada, adicionado do frete associado ao destino definido pelo cliente (geralmente o local da concessionária).

O *preço F.O.B. destino* é o preço pago na localização do cliente ou em suas cercanias. Nesta política, os custos de transporte já estão incluídos no preço. No comércio internacional, equivale aos termos C. & F. e C.I.F. (respectivamente, custo mais frete e custo, seguro e frete). Espera-se que o fornecedor realize todos os arranjos de transporte. Esta política reconhece que o fornecedor pode estar numa posição economicamente melhor do que o cliente para tratar do transporte, ou que o cliente não tem desejo ou competência para tratar deste assunto.

São possíveis muitas combinações de preços F.O.B. origem ou destino, dependendo de como são pagas as taxas de frete.

1.6.1.2. Preço regional

Para companhias que lidam com milhares de clientes, a política de estabelecer preços diferentes para cada cliente pode não ser das melhores. Fornecedores de bens finais geralmente não podem dar-se ao luxo da complexidade administrativa de preços individuais. Além disso, o preço como um todo refletiria o custo de toda essa estrutura administrativa, tendo que ser ligeiramente maior.

A formação de preços por região ou zona reduz a complicação administrativa pela fixação de um preço dentro de uma ampla área geográfica. Pode ser definido qualquer número de áreas, conforme o grau de diferenciação geográfica desejado pela companhia. Por exemplo, um fabricante de utensílios para conservas caseiras criou 89 regiões de preço por todo os Estados Unidos.

1.6.1.3. Preço único ou simples

O máximo em simplicidade na formação de preços seria adotar preço único para todos os clientes, independentemente de sua localização. Isto acontece em muitos casos, como preços de correios e livros-texto. Há certo atrativo para os clientes no fato de saberem que o mesmo preço é cobrado em qualquer região. Entretanto, esta política de preços despreza as diferenças do custo de distribuição para diferentes clientes. Tais custos devem ser tomados como a média.

1.6.1.4. Nivelamento de fretes

O interesse prático na competição atua na fixação da estratégia de preços. Se duas firmas têm a mesma eficiência de produção e vendas, resultando no mesmo custo do produto no local de suas fábricas, a firma mais distante do mercado pode querer absorver parte das taxas de frete, de maneira a atingir o preço do competidor. Esta prática é referida como nivelamento de fretes e resulta em diferentes taxas de retorno para as empresas que a utilizam.

1.6.1.5. Preço por ponto-base

Da mesma forma que no nivelamento de fretes, os motivos para uso do método do ponto-base são competitivos. Esse método estabelece algum ponto, diferente daquele onde o produto será entregue, como o ponto a partir do qual o preço será computado. O preço é calculado como se o produto fosse entregue a partir daquele ponto. Esta nova localização para cálculo do preço é conhecida como ponto-base. Se o local escolhido é a localização de grande concorrente, os preços podem ser similares aos do competidor em todos os clientes. Empresas podem ter um ou mais pontos-base.

As indústrias de aço e cimento foram pioneiras no uso do método ponto-base. Isso é compreensível, pois esta política de formação de preço faz sentido quando:

- O produto envolvido tem custo de transporte elevado com relação a seu valor total,
- Os compradores têm pouca preferência por um fornecedor particular e
- Há relativamente poucos fornecedores, sendo que qualquer diminuição nos preços gera retaliação por parte das firmas rivais. Do ponto de vista do cliente, as indústrias são localizadas no mesmo ponto. Como isso não é verdade, o custo real para suprir um dado cliente para cada empresa é diferente.

1.7. Arranjos de incentivo de preço

Muitas vezes os custos logísticos são os fatores que geram incentivos de preço. Dois destes incentivos são descontos para grandes lotes e acordos em geral.

1.7.1. Descontos para grandes volumes

A teoria econômica ensina que, quanto mais bens são manipulados numa única transação, menor será o custo unitário. Esta idéia levou muitas firmas a usar o volume de compra como uma forma de oferecer menores preços para seus clientes e aumentar suas vendas. Os clientes beneficiam-se do menor preço unitário caso possam absorver um lote de compra maior. O fornecedor consegue maiores lucros.

Oferecer descontos para grandes volumes de compra para estimular vendas pode ser algo discriminatório, pois firmas menores não conseguiriam beneficiar-se deles. Entretanto, seu uso pode ser justificado em termos das economias de escala que geram para manufatura, venda e distribuição. Na prática, é difícil argumentar de modo convincente que economia de custo na manufatura ou vendas podem ocorrer numa venda individual. O contrário ocorre com custos logísticos, que são compostos em grande parte por custos de transporte e têm economias de escala bem conhecidas. Caso o transporte seja contratado externamente ao fornecedor, a documentação das economias de frete unitário é facilmente encontrada nas tabelas publicadas. Assim, os custos logísticos são fatores importantes para sustentar políticas de desconto.

1.7.2. Acordos

Fabricantes freqüentemente oferecem incentivos especiais caso seus distribuidores ou clientes comprem mercadorias antecipadamente, ou seja, antes da data em que eles naturalmente colocariam seus pedidos. Custos logísticos são a principal razão para este tipo de incentivo. Esses incentivos podem tomar a forma de reduções no preço, prêmios e rebates em dinheiro.

2. 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 tradicionais embalagens 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 Duddy, para cada novo assinante. Para prevenir danos e facilitar o manuseio, o Cuddly Duddy era embalado numa grande caixa de papelão. No lado externo da caixa havia um desenho com linhas para recorte, de forma que as crianças poderiam usar a caixa para montar a casinha do cachorro.

2.1. Objetivos

Apesar de todo o rigor americano na confecção de embalagens, estatísticas mostram que os Estados Unidos perdem, anualmente, US\$ 3 bilhões em danos de transporte. No Brasil, embora não haja danos, sabe-se que os prejuízos também são grandes. Preocupada com essas perdas, a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – vem estudando a elaboração de normas técnicas para embalagens. A mesma preocupação levou o IPT a criar o Grupo de Engenharias e Materiais de Embalagem, para estabelecer um centro de treinamento e informação com a finalidade de servir a indústrias de embalagens. Os especialistas do Instituto vêm trabalhando com laboratório de ensaios, pesquisa e desenvolvimento de embalagens e materiais.

Os técnicos, de maneira geral, concordam entre si quanto às principais virtudes que a embalagem precisa ter. Uma fábrica, especializada em projetar e fabricar embalagens, usa todo o rigor técnico, desde a aprovação de matéria-prima até o produto final. O “papelão” passa por testes de arrebentamento (Mullen test), de esmagamento (resistência da onda), de coluna (compressão), gramatura, espessura, adesividade e perfuração. Depois, o projeto da embalagem leva em conta o produto (característica, fragilidade), seu peso, a quantidade/caixa e o dimensionamento para uma boa amarração e empilhamento. Pronta a embalagem, são feitos testes de laboratório como o de queda livre, compressão, impacto, tombamento e vibração.

Esses cuidados não são também esquecidos pelo ITP. Para projetar uma embalagem o Instituto verifica, inicialmente, a fragilidade do produto através de equipamentos especiais, calculando seus pontos críticos para determinação do material de acolchoamento. Outro ponto considerado é a finalidade da mercadoria (exportação, meios de transporte) ou os caminhos do produto. Só depois começa o projeto, onde se verifica se o produto já tem uma embalagem primária, volume, peso, se há necessidade de unitização e qual material, mais indicado para a embalagem, com a simulação de testes (vibração, compressão, altura de empilhamento em função da carga). Faz-se o cálculo do custo e escolhe-se o material do acolchoamento (o melhor e mais barato). O ideal é que a engenharia de embalagem trabalhe juntamente com a

de produtos. Às vezes é preferível mudar o projeto do produto do que gastar em uma embalagem onerosa.

Os cuidados básicos para projeto e fabricação de tambores de aço e bombonas para transporte de produtos químicos e alimentícios são:

- a) Verificar a resistência química do produto (de embalagem) que deve ser maior na proporção da corrosividade da substância a ser embalada.
- b) Verificar o tamanho da embalagem e o volume a ser embalado.
- c) Condições de transporte, manuseio e estocagem.
- d) Custo relativo do produto e da embalagem.

Embora as fórmulas sejam válidas, generalizar pode sempre induzir a erros. O difícil não é projetar uma embalagem resistente, mas cara. O essencial é conceber uma embalagem que, além de proteger convenientemente o produto, tenha também um custo acessível. Mas é impossível uma fórmula capaz de se adaptar a todo produto.

Procurando solucionar o problema, a *MTS Systems Corporation*, dos Estados Unidos, elaborou, em colaboração com a Escola de Embalagem da Universidade Estadual de Michigan, o manual “*5 Step Packaging Development*”. Como o próprio nome indica, o manual propõe um roteiro “em cinco passos” baseado em testes de queda e vibração. Embora outros fatores devam ser considerados (compressão, umidade, temperatura) no desenvolvimento e testes de embalagem, em muitos casos são necessárias apenas modificações ligeiras para compensá-los, desde que o projeto básico para choque e vibrações tenha sido concluído.

Assim, no primeiro passo – definir o ambiente de transporte – é necessário selecionar uma altura de queda e um perfil de aceleração gravidade/freqüência. Como os choques que causam maior dano são os resultantes de queda ao solo (docas e plataformas) e os piores, aqueles em que o produto cai de lado em uma superfície horizontal, nada mais natural em que simular estas situações nos testes de queda. A primeira providência, selecionar uma altura de queda, leva em conta o peso da embalagem e a probabilidade de queda de uma altura especificam.

Concluído o primeiro passo, o segundo será definir a fragilidade do produto, segundo testes de choque e vibração. Os danos causados por choque resultam da excessiva tensão interna induzida por forças de inércia. Como as forças de inércia são diretamente proporcionais à aceleração, a fragilidade ao choque é caracterizada pelo Máximo nível de aceleração tolerado, ou seja, quantos “G” o produto é capaz de suportar. Assim, o objetivo do projetista será assegurar que o nível de aceleração transmitido ao produto pelo acolchoamento seja inferior ao nível de aceleração imposto a embalagem.

No terceiro passo – escolha do amortecedor adequado -, o segredo está na construção de dois tipos de curva para cada tipo de cada material amortecedor. A primeira é a curva da máxima aceleração de choque transmitido em relação à tensão estática (peso do produto embalado dividido pela área do acolchoamento).

Os dados de seleção de altura e determinação da fragilidade devem ser os mesmos dos passos 1 e 2.

A seguir, no quarto passo, o projeto e fabricação da embalagem-protótipo é elaborado com as informações dos passos 1, 2 e 3 e consideram-se o custo do material de embalagem, tipos de proteção que deve oferecer, exigências de transporte, fechos e todos os aspectos envolvidos na confecção de embalagens. Por outro lado, a embalagem – protótipo deve ser o mais semelhante possível à final, para que não haja problemas de não-representatividade.

Já no quinto passo, deve-se testar a unidade integral (embalagem com o produto). Esse teste é essencial, uma vez que, para simplificação, o projeto não leva em consideração os efeitos de alguns fatores, como forma de amortecedor, fricção das almofadas laterais e confinamento das almofadas de base, o que poderá, por exemplo, afetar o fluxo de ar do amortecedor. Os testes aplicados são aqueles já conhecidos: choque e vibração.

Com base no que expusemos, podemos concluir que o principal objetivo da embalagem é proteger o produto da melhor maneira possível, de acordo com a modalidade de transporte utilizada na distribuição, com o menor custo possível.

2.2. 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, armazenamento 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 em relatórios sobre diversos níveis de impactos em cargas-piloto para os casos aéreo, ferroviário e rodoviário. 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 probabilidade 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.

2.3. 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 os profissionais de logística deve considerar no projeto da embalagem.

2.3.1. 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 na distribuição de varias maneiras.

2.3.2. Resistência, tamanho e configuração

Estas características básicas freqüentemente ditam os tipos de equipamento 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 mais 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 configuração mais cara é justificável. As economias podem ser conseguidas pelo uso de unidades de movimentação mais compactadas, que requerem menor número 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 área de piso de um depósito. Diferentes dimensões de embalamento utilizam o espaço mais eficiente que outra.

2.3.3. Unitização.

Unitização significa agregar diversos pacotes ou embalagens menores numa carga unitária maior. Os custos de movimentação de materiais diminuem á medida que o tamanho da unidade de movimentação aumenta. Ou seja, para dada quantidade 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 embalada em caixas de 24 unidades, jornais e revistas são empacotados e bebidas em lata são agrupadas com plásticos termocontrátio (*shrink*). Em nível de armazém, estes níveis 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*) ou de metal (*skids*). Certa quantidade de caixa, 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 a armazenagem em pátio descoberto (caso do revestimento plástico).

A unitização tem se tornado 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 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.

2.3.4. Containerização

A forma mais apurada da unitização conseguida em sistemas modernos de distribuição é alcançada pelo uso de contêineres. 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 parados no porto e dias de viagem no mar diminui sensivelmente. Sua popularidade é menor no caso do transporte terrestre, apesar de o uso de esquemas intermodais (ferro-rodoviário) 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 intercâmbio entre companhias de transporte devem ser desenvolvidos antes de que seu uso se generalize.

2.3.5. 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.

2.4. Caixa de papelão

Uma grande economia que a empresa pode realizar na embalagem de seus produtos é a unitização de caixas de papelão ondulados no lugar da madeira, de compensado ou de embalagem, a granel.

O papelão ondulado da Figura 1 é definido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, na sua Terminologia Brasileira PTB-42, como o resultado da colagem de elementos ondulados de papel miolo a elementos lisos de papel (forros ou capas). A onda pode ser alta (4,7 mm), ou baixa (3,0 mm), conforme a natureza do produto a ser embalado, sendo que a onda alta oferece maior efeito acolchoado.

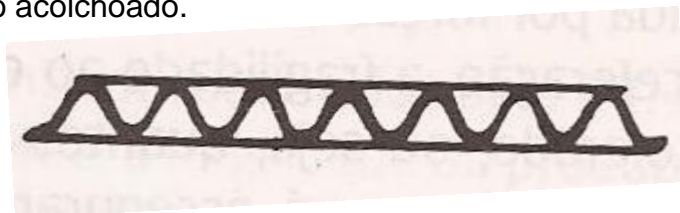


FIGURA 1. *Elementos ondulados.*

O papelão ondulado de parede simples da Figura 2 é formado por um elemento ondulado colado entre dois elementos lisos.

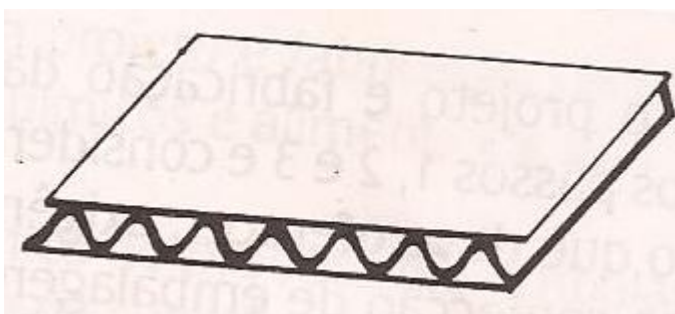


FIGURA 2. *Parede simples*

O papelão ondulado de parede dupla da Figura 3 é formado por dois elementos lisos colados alternadamente a dois elementos ondulados. As faces externas são lisas.

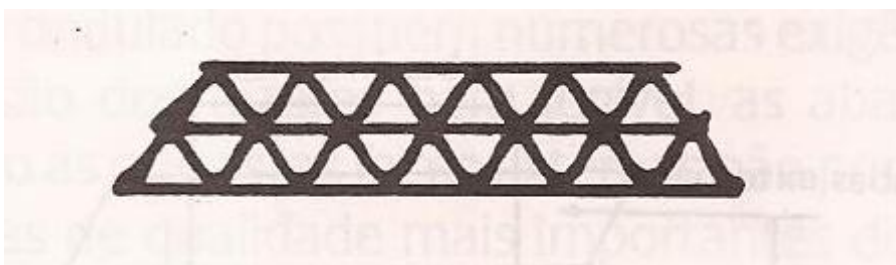


FIGURA 3. *Parede dupla.*

Acessório interno é qualquer peça de papelão destinada a proteger a mercadoria no interior da caixa. A figura 4 mostra um tipo comum de acessório

chamado divisão ou colméia; cada compartimento formado pela divisão denomina-se célula.

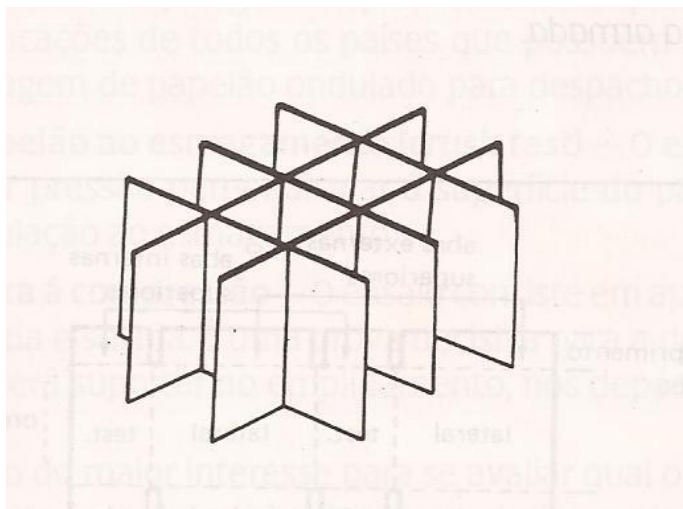


FIGURA 4. *Divisão interna de caixa.*

As Figuras 4 e 6 põem em evidência os elementos constitutivos de uma caixa normal de papelão ondulado, de acordo com a nomenclatura da ABNT, respectivamente para a caixa armada e desarmada.

O papelão é constituído de uma folha de papelão ondulado colocado como um sanduíche entre duas capas de papel liso. É uma espécie de compensado de papel. A ondulação da folha central é obtida amolecendo o papel com vapor de água e corrugando-o sobre um cilindro provido de ranhuras, numa máquina que atinge cem metros de comprimento e dois metros de largura, e na qual o papel passa com velocidade de centenas de metros por minuto. Esta onduladeira, também chamada corrugadeira, realiza as operações de ondulação do miolo, de colagem das capas e de corte da grande fita de papelão, obtida, assim, em chapas de dimensão desejada. As operações seguintes são: formação dos vincos e entalhes; impressão dos dizeres; fechamento das abas laterais com fita e grampos. As caixas de papelão são então amarradas, como se vê na Figura 7, em grupos de vinte e expedidas ao usuário.

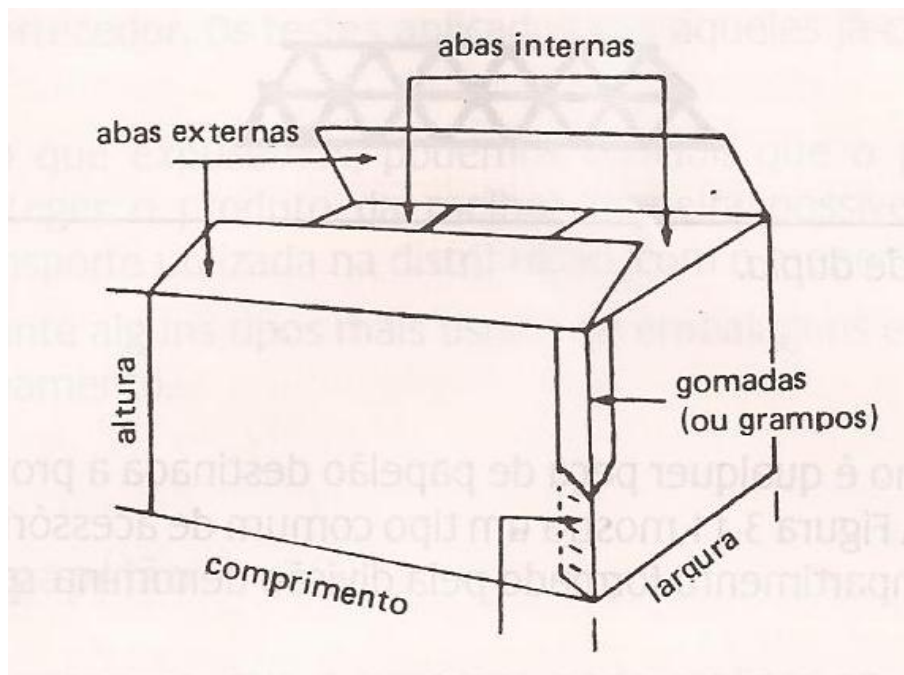


FIGURA 5. Caixa armada.

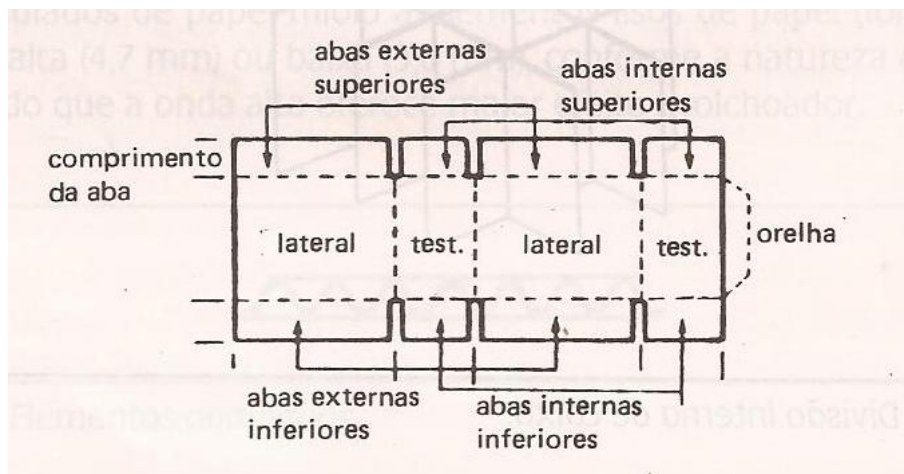


FIGURA 6. Caixa desarmada.

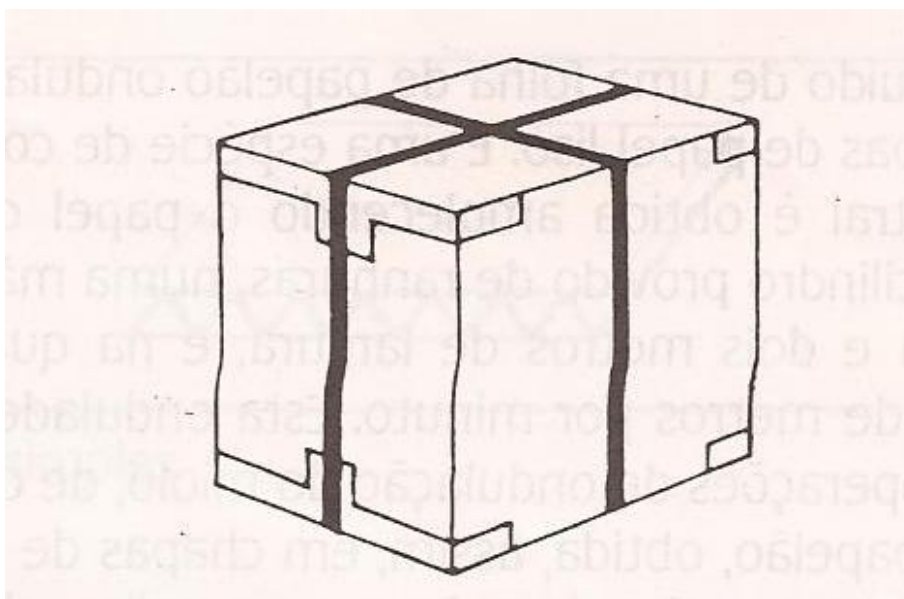


FIGURA 7. Caixa final armada.

As caixas de papelão ondulados possuem numerosas exigências de qualidade: a cor deve ser clara, a impressão dos dizeres bem legível, as abas devem situar-se num esquadro umas em relação às outras, as faces externas não podem apresentar nós nem manchas. As características de qualidade mais importantes dizem respeito, porém, às propriedades físicas. É impossível exprimir a diversidade das características físicas do papelão ondulado por meio de uma única propriedade. Pelo menos três ensaios, correspondendo às três características de maior importância, são indispensáveis para inspecionar uma partida de caixas.

2.4.1. Resistência do papelão ao arrebatemento

A prova de arrebatemento, comumente executada no “*Mullen Test*”, determina a resistência do papelão à pressão exercida por um diafragma contra uma área determinada do corpo de prova. A força exercida no momento do estouro ou rompimento é indicada no mostrador do aparelho, traduzida em quilogramas por centímetro quadrado. Essa é a exigida nas especificações de todos os países que possuem regulamentação para controle de embalagem de papelão ondulado para despacho de mercadoria.

2.4.2. Resistência do papelão ao esmagamento (*crush test*)

O ensaio correspondente consiste em aplicar pressão perpendicular à superfície do papelão, medindo-se a resistência da ondulação ao esmagamento.

2.4.3. Resistência da caixa à compressão

O ensaio consiste em aplicar-se pressão sobre a caixa armada, vazia e selada. É uma prova decisiva para a determinação da carga que uma caixa poderá suportar no empilhamento, nos depósitos ou nos veículos.

Outros ensaios são do maior interesse para se avaliar qual o tipo e a qualidade de caixa que convém utilizar para determinadas mercadorias e condições de transporte. Os ensaios de impacto, queda e tombamento, como se vê na Figura 8, são os mais usados.

O ensaio de impacto consiste em colocar a caixa com o conteúdo num carrinho que desce sobre um plano inclinado, chocando-se contra um anteparo fixo e resistente. Essa prova reproduz as conseqüências das paradas bruscas dos veículos de transporte.

O ensaio de queda livre consiste em deixar cair com o conteúdo de altura e posição predeterminadas, contra um chão de cimento ou uma placa metálica, e assim avaliar a resistência da caixa e o efeito da queda no conteúdo. Essas quedas são repetidas com várias posições de quina das caixas.

Na prova de tombamento, a caixa com o conteúdo é colocado num tambor giratório com cerca de 2 metros de diâmetro que gira a uma velocidade de 2 metros por minuto. No interior desse tambor há vários ressaltos que fazem com que, ao girar, a caixa seja arremessada aos trancos contra as paredes, reproduzindo dessa forma condições de transporte e manuseio violentos.

De todas as provas de resistência descritas destaca-se a prova de arrebamento, pois ela exprime o poder de retenção da caixa contra percussões dirigidas de dentro para fora ou de fora para dentro. Simula realmente o efeito de um dedo que tentaria violentar uma caixa; representa também o efeito da pressão que o conteúdo da caixa exerce contra as paredes quando a caixa for sacudida. Para aumentar a resistência do papelão ao

arrebatamento, o fabricante deve usar na composição das caixas de papelão, papéis de gramatura (peso em gramas por metro quadrado) maior, de acordo com a especificação do usuário. A qualidade de papelão que o utilizador deseja é expressa em índice de “*Mullen*”, isto é, em número de kg/cm² que o papelão deve ser capaz de resistir no ensaio ao arrebatamento “*Mullen*”.

As vantagens que a caixa de papelão ondulado apresenta sobre a caixa de madeira e outros materiais tradicionais de embalagem são as seguintes:

1. Permite eliminar a mão-de-obra de carpintaria.
2. Elimina o espaço ocupado pela carpintaria.
3. Elimina os espaços ocupados pelas caixas de madeira.
4. É rápida a selagem da caixa de papelão.
5. A caixa de papelão é muito mais leve, o que facilita o manuseio, reduz os acidentes à mão-de-obra e diminui o frete.
6. A violação da caixa de papelão é mais facilmente percebida do que a de madeira.
7. A caixa de papelão oferece maior resistência aos choques, devido ao efeito de acolchoamento proporcionado pela onda de papelão.
8. A caixa de papelão, ao contrário da de madeira, não estraga as demais caixas do mesmo carregamento.
9. A caixa de papelão é mais limpa do que a de madeira ou do que a embalagem a granel e permite manter armazéns, porões e equipamentos de transporte mais limpos.
10. A caixa de papelão pelos seus dizeres impressos faz propaganda do produto.
11. A caixa de papelão imprimir instruções e setas indicativas.
12. A caixa de papelão protege melhor a mercadoria contra o pó.
13. Conforme as regiões, a caixa de papelão é mais barata, posta na fábrica do usuário, do que a caixa de madeira equivalente.

Apesar dos avanços, o papelão ondulado encontra ainda séria resistência. Numa pesquisa junto a empresas de transporte, chegou-se à conclusão que os principais fatores adversos a uma maior receptividade da caixa de papelão ondulado são os seguintes.

1. As condições de transporte nos diversos pontos do país são muito mais diversas. Temos, de um lado, estradas pavimentadas; de outro lado,

estradas em mal estado, onde a mercadoria tem que estar fortemente amarrada, sendo que o atrito e os solavancos causam a ruptura do papelão.

2. A má qualidade de certas embalagens tem predisposto o transportador contra o papelão ondulado em geral, determinando restrições ao seu uso. É por exemplo o caso da exigência do ripado de madeira exteriormente à caixa de papelão.
3. A selagem inadequada de boa parte das embalagens de papelão ondulado é outro fator de insucesso em sua utilização, ocasionando vazamento do conteúdo e facilitando o roubo.
4. As caixas de papelão têm dificuldades em agüentar redespachos e transbordo na estrada, devido à chuva e aos maus tratos.

2.5. Tambores

A unitização de tambores metálicos como embalagens alcança um número considerável de produtos. Líquidos de todo tipo, produtos sólidos, pastosos, fluídos, semifluídos, em pó, granulados etc. podem ser transportados em tambores de metal com tranqüilidade e comodidade. Tudo depende do revestimento que se dê à chapa internamente. Há produtos cuja natureza permite que sejam acondicionados em contato direto com a chapa; não se alteram. É o caso dos derivados do petróleo – clientes tradicionais dos fabricantes de tambores metálicos. Outras mercadorias exigem cuidados especiais para evitar que, por qualquer motivo, entrem em contato com o metal. Por exemplo: produtos alimentícios, principalmente suco de laranja.

A facilidade de manipulação, armazenagem, transporte e a absoluta proteção que oferece à mercadoria, seja qual for, são os maiores atrativos que este tipo de embalagem apresenta à indústria e ao comércio em geral.

A impressão que se tem, diante do surgimento incessante de novas embalagens, sintéticas ou não, de fibra, de madeira compensada, de papelão etc., é de que o tambor metálico estaria prestes a desaparecer ou, pelo menos, ter reduzido consideravelmente o seu emprego.

O que mais tem contribuindo para a permanência do tambor metálico como embalagem é a sua insuperável resistência. Os rudes golpes que ele é

capaz de suportar, particularmente no transporte marítimo, fazem-no uma embalagem utilíssima. Fato facilmente verificável nos portos de desembarque, onde é grande o número de tambores que chegam amassados. Outro tipo qualquer de embalagem se romperia certamente.

Essa resistência facilita a manipulação. Um operário pode rolar um tambor de 200 litros, mesmo em terreno áspero e pedregoso. Em centenas de pequenas cidades do Brasil, os transportes, os transportadores não podem contar com nenhum tipo de equipamento de manipulação. A embalagem, por conseguinte, sofre as conseqüências desta conjuntura atestada pelo empirismo com que se processa ainda em algumas cidades – a descarga dos caminhões que transportam alguns tambores de óleo lubrificante ou graxa. O método é mais ou menos o seguinte: coloca-se um pneu velho no chão ou vários deles superpostos, conforme o caso. Rola-se o tambor da carroçaria sobre os pneus, que amortecem o primeiro choque. Mas no segundo, os recipientes batem violentamente no solo, seja asfalto, pedra ou terra. Quando não há pneumáticos disponíveis, o tambor é lançado diretamente ao chão. Em casos como estes, que são exemplos generalizados do transporte no Brasil, só os tambores podem suportar.

Tambores metálicos podem ser fabricados sob variadas especificações para os fins mais diversos. Isso torna impossível traçar um quadro completo dos tipos existentes. De modo geral, dividem-se em dois grupos: leves (para uma só viagem) e pesados (para mais de uma viagem). Geralmente nos catálogos de fábrica encontra-se a sigla “OTS”, designando diversos tipos de tambores; ela corresponde a *One Time Shipping*, ou seja, recipiente de apenas uma viagem.

O transporte de óleo combustível ou lubrificantes constitui o maior campo de aplicação dos tambores. Sua capacidade varia entre 200 e 500 litros; são construídos de chapas pretas, com 2 bujões.

Tambor usado não é por certo tambor unitizado. Desse fato desenvolveu-se um negócio marginal no ramo dos tambores – a sua recuperação, que consiste no restabelecimento de unidades amassadas ou deformadas, bem como na lavagem e secagem para recebimento de novo produto.

Os tambores de segunda linha, isto é, os que já fizeram uma primeira viagem só não são reutilizáveis para produtos alimentícios. Nesse caso, há sempre uma exigência de tambores de primeira linha. Para demais produtos, eles podem ser perfeitamente reutilizados. Um tambor do tipo mais usado (de 180 a 200 litros, de 18 a 23 quilos) suporta em geral três ou quatro viagens, dependendo, obviamente das circunstâncias.

O processo de recuperação não é muito complicado. No caso de amassamento, o tambor é tratado sob pressão, que lhe restabelece a forma. Quando o amassado é nas bordas, esse processo não dá resultado. Se não for muito grande a deformação, tentar-se-á recuperá-lo por meio de funilaria especial.

A limpeza é feita com detergentes ou simplesmente com óleo diesel, seguida de secagem a ar comprimido. Há casos em que este trabalho se reduz bastante. Por exemplo, os tambores que transportam estireno, que é um poderoso solvente. Basta deixá-los escorrer bem e depois proceder à secagem.

O equipamento para recuperação é simples. Feita a limpeza sob pressão, segue-se a aspersão de detergente no interior do vasilhame; ou de uma forma mais demorada: o tambor é colocado em um carrinho de rolagem que o mantém em movimento rotativo. Em seu interior é introduzida uma corrente de ferro de elos achatados, junto com o detergente. Rolando o tambor, a corrente vai limpando suas paredes internas. A operação toda leva cerca de vinte minutos. Nos Estados Unidos existem aparelhos aperfeiçoamentos que executam este trabalho de maneira quase totalmente automática.

2.6. Fardos

O excessivo volume de certas mercadorias foi o principal motivo que compeliu grande número de empresas adotarem o enfardamento como sistema de embalagem. Pelos métodos usuais, o custo final dessas mercadorias poderia resultar proibitivo, uma vez que os fretes marítimos são cobrados pela cubagem do produto.

Quando enfardado, o algodão, por exemplo, ocupa um espaço várias vezes menor que uma pluma; facilita o manuseio, permite – mediante o uso de

empilhadeiras – uma arrumação mais fácil nos armazéns e reduz substancialmente os fretes. Essa redução de volume é conseguida com a utilização de prensas, que comprimem a mercadoria – presa com fitas metálicas, geralmente de aço, colocadas ao redor do fardo e amarradas com fivelas. Mediante esse processo, são enfardados alfafa e fumo; fibras vegetais, como lã, couro, peles e pêlos; produtos transformados, como borracha sintética, tecidos e até resmas de papel e retalhos de ferro, além de resíduos de diversos materiais; bagaço de cana, aparas de papel etc.

O Brasil fabrica, atualmente, todos os tipos de prensas para enfardamento, mas há ainda grande número de máquinas estrangeiras importadas há dezenas de anos e que lentamente vêm sendo substituídas pelas nacionais. Existem, também, prensas rudimentares conhecidas no jargão profissional como “prensas-feijão” – construídas pelas próprias firmas no interior, cujo número tende a diminuir com a evolução da técnica.

Apesar do grau de aperfeiçoamento atingido pelos projetistas deste equipamento em todo o mundo, o sistema de colocação de fitas metálicas no fardos, para amarração, continua sendo manual. As tiras são introduzidas através de ranhuras existentes nos pratos superior e inferiores das prensas e amarradas com fivelas.

Quase todas as prensas existentes no País são hidráulicas: uma bomba elétrica movimenta o óleo solúvel do sistema (água e óleo numa proporção de 10:1), até os pistões, que prensam o material. Menos comuns e mais antigas são as prensas hidráulicas a vapor, usadas na reprensagem do algodão. Para fardos com pequena densidade, existem as prensas mecânicas, que consistem uma rosca-sem-fim, acionada por um motor elétrico.

O transporte arrumação desses fardos requer poucos cuidados, mas é necessário evitar que a umidade e sobretudo a chuva atinjam o algodão. Para movimentação interna e elevação, os grandes armazéns prescindem de talhas e pontes rolantes; usam, porém, grande quantidade de carrinhos de mão, empilhadeiras elétricas e motorizadas.

2.7. Recipientes Plásticos

Introduzidos nos transportes líquidos e materiais a granel, os recipientes plásticos para fins industriais estão substituindo, em larga escala, as

embalagens convencionais de vidro, madeira e metal. A receptividade desses plásticos decorre da versatilidade do material empregado na sua fabricação: o polietileno. Ele pode adotar formas diversas, com capacidade que oscila entre cinco e 5.000 litros.

O polietileno é uma resina obtida do gás etileno, derivado por sua vez, do petróleo ou do álcool etílico. Na indústria de recipientes utilizam-se duas variedades de resina: a de alta e a de baixa pressão. A primeira é flexível, a segunda apresenta elevada resistência mecânica e baixa permeabilidade.

São adotados cinco processos na fabricação dessas embalagens:

Injeção – A resina é injetada num molde e esfriada rapidamente. Fabricam-se por esse método embalagens de qualquer tamanho e espessura.

Sopro – Extruda-se num tubo; fecham-se duas extremidades, em seguida injeta-se ar para que o polietileno adote a forma de molde. Utilizado para recipiente com tampa, de paredes finas e tamanhos pequenos ou médios.

Vácuo – Uma chapa de resina é colocada sobre um molde móvel e plastificada mediante o uso do calor. Inflada, a resina estufa e, por meio de vácuo, adquire a forma da parte móvel do molde.

Termocompressão – Numa prensa, semelhante às utilizadas na indústria metalúrgica, aquece-se uma lâmina de polietileno, que, ao receber o impacto, toma a forma do molde.

Termofusão – A resina é fundida dentro de um molde que lhe dá forma. O sistema, patenteado, permite a fabricação de peças de grandes dimensões.

Os recipientes de polietileno têm peso específico oito vezes inferior ao de chapa e três vezes inferior ao de vidro; resistem a corrosão e à maioria dos ácidos a temperatura ambiente; são fáceis de lavar com vapor de água e detergentes inquebráveis e dotados de flexibilidade, dispensando, assim, o cuidado exigido pelos recipientes de vidro ou alumínio.

Recomendam-se, porém, certas precauções em sua utilização. Os períodos de armazenamento e transporte de produtos voláteis – álcool, gasolina, essências, substâncias aromáticas etc. – devem ser curtos, devido à permeabilidade do polietileno aos vapores e gases, com exceção do vapor de água. Ao ar livre, os recipientes devem ser pintados de preto, a fim de evitar o ataque de raios ultravioletas do sol, que os tornam quebradiços, diminuindo consideravelmente sua resistência. Igualmente, o polietileno deve conter em

sua massa agentes antiestáticos, que evitam a aderência de poeira. Por outro lado, os recipientes não podem ser colocados em contato com alguns hidrocarbonetos, como o benzol, a mais de 50 graus e, quando fabricados com resinas de alta pressão, não se deve expô-los a temperaturas superiores a 70 graus centígrados.

Os recipientes fechados destinam-se ao transporte e armazenagem de líquidos e pós; os abertos são utilizados para conter produtos em estado sólido. Ambos estão conquistando novos usos em diversas atividades industriais e comerciais.

2.8. Fechamento de Embalagens

2.8.1. Fechamento por grampos

Os grampos metálicos são utilizados na montagem e no fechamento de embalagens de madeira, fibra, papelão e até papel. Nas caixas e nos engradados de madeira, os grampos prendem os travessões às ripas e placas de compensado; nas fábricas e tambores de madeira compensada e fibra, “costuram” os aros de reforço às partes abauladas. Nas embalagens de papelão, unem as várias partes pré-montadas e fecham as abas; nos sacos de papel, juntamente com fitas de tecido ou mesmo de papel, vedam bocas e fundos.

Há, basicamente, dois tipos de máquinas para grampear: as que operam com fios de arame, fabricando os seus próprios grampos e as que trabalham com grampos já prontos. Em ambos os casos, estes são geralmente feitos de aço galvanizado, para resistir à oxidação, podendo apresentar diversos perfis; redondos, ovulados e chatos. Os equipamentos que operam com arame cortam no tamanho preestabelecido; formam, cravam e redobram os grampos, em uma só operação. O mecanismo que efetua esse ciclo é o cabeçote de costura, que pode ser montado em máquinas diferentes para realizar diversos tipos de operação, entre elas temos: grampeamento de caixas cheias, e fundos, laterais e ângulos de embalagens etc. Existem, inclusive, máquinas munidas de cabeçotes múltiplos, destinadas a tarefas específicas. Esses equipamentos – montáveis em bancas de serviço ou no solo – podem, para maior eficiência, ser dotados de mesas inclináveis ou giratórias, transportadores de roletas livres,

gatilhos elétricos etc. Têm capacidade para pregar até 200 grampos por minuto.

Os equipamentos que funcionam com superfície de apoio podem ser de diversos tipos: desde pequenos modelos de mesa até máquinas complexas de cabeçotes múltiplos, de pedestal. Os modelos menores são os mais utilizados no Brasil, dividindo-se em três categorias: manuais, elétricos e pneumáticos. Os modelos manuais fecham até 400 caixas por dia; os mecanizados, mais de 800.

As grampeadoras do tipo de “bigorna” retrátil, antes de introduzirem o grampo, perfuram a superfície da embalagem com dois dispositivos (semelhantes a bigornas), que servirão de superfície de apoio, para o dobramento dos grampos. É o princípio de funcionamento das máquinas que efetuam o fechamento de embalagens de papelão cheias. Há modelos manuais e pneumáticos.

Os equipamentos que aplicam grampos sem dobrá-los são de funcionamento simples, podendo ser do tipo martelo ou alavancada. O primeiro funciona desferindo golpes sobre a superfície a ser grampeada. No caso do equipamento de alavanca, um braço móvel provoca a penetração de grampo na embalagem. Esses equipamentos são utilizados, principalmente, na montagem de embalagens de compensado.

As principais vantagens da utilização de grampos no fechamento de embalagens são o seu baixo custo – em comparação às fitas de aço – e aplicação rápida, em embalagens de tamanhos variados. Apesar de não serem afetados por condições de umidade ou outros fatores, os grampos podem danificar a mercadoria durante a aplicação, além de não constituírem barreira contra a infiltração de poeira, umidade etc.

2.8.2. Fechamento por fitas metálicas

As fitas ou cintas metálicas são empregadas para reforçar embalagens de madeira ou de papelão. Uma boa fita de aço deve ter: alta resistência, elasticidade adequada, bordas inofensivas, soldas bem feitas, largura e espessura uniformes, além de boa ductilidade. Há três tipos de fitas: planas, redondas e onduladas. As planas ou chatas têm maior resistência, “aderindo” à embalagem ao criar um rebaixamento nas arestas do material. O

“arqueamento” de volumes com fitas redondas (arames) só deve ser feito quando o material da embalagem não correr risco de ser danificado pelo arame. Não obstante, este tipo – comparado com as planas – economiza de 30 a 60 por cento de matéria-prima em sua fabricação. Os arames ovalados, de uso relativamente recente, combinam a economia de material das fitas redondas às características físicas das planas, mediante o aumento da superfície de apoio.

Há três tipos de equipamentos para “arquear” fitas em volta de embalagens: ferramentas manuais de duas peças, de uma só peça e máquinas automáticas estacionárias. As primeiras consistem em tensor e selador. O tensor “estica” as fitas, juntando-as uma sobre a outra. A operação de selagem é feita separadamente. As ferramentas manuais de uma só peça tensionam e selam as fitas, simultaneamente. Um mecanismo a ela acoplado executa o corte. Utilizam-se três tipos de ferramentas manuais de uma só peça.

- A) Para arames redondos e ovais;
- B) Para fitas planas e sem selo;
- C) Para fitas planas com selo.

O equipamento destinado ao primeiro tipo faz a junção das duas pontas da fita mediante torção, não havendo necessidade de selos. A ferramenta para o segundo tipo - planas, sem selo – funciona como a anterior, devendo ser utilizada fitas estreitas, de grande ductilidade. As ferramentas para fitas planas, com selo, funcionam da seguinte maneira:

1. A fita é passada em volta da embalagem;
2. Aplica-se o selo metálico, juntamente as duas partes da fita;
3. O aparelho faz a tensão;
4. Selagem da fita tensionada;
5. Corte das extremidades.

Há alguns modelos que funcionam à base de ar comprimido. Seu emprego diminui o tempo requerido para o fechamento das embalagens, facilitando o trabalho do operador, que passa a despendar menos energia, na tensão.

Os equipamentos estacionários podem ser semi-automáticos ou completamente automáticos. Os primeiros exigem operador para envolver o volume com a fita; os completamente automáticos (importados) dispensam

essa exigência. Tais máquinas – destinadas a indústrias que despachem milhares de volumes por dia – devem operar em conjugação com transporte de esteiras ou roletes. São capazes de arquear 50 *pallets* carregados, ou grandes volumes, por hora. Apesar de sua grande resistência, as fitas de aço são de difícil manuseio; se suportam o peso de centenas de quilos, oferecem o risco de danificar as embalagens, principalmente as de papelão.

2.8.3. Fechamento por fitas adesivas

As fitas para o fechamento de embalagens classificam-se segundo seu material e tipode adesivo empregado. Conforme o adesivo, podem ser:

Fitas Gomadas: Utilizam um adesivo ativo por água ou solvente.

Fitas sensíveis à pressão: Usam um adesivo que se fixa através de pressão, não requerendo umedecimento, calor ou solvente para ativação.

Fitas adesivas por calor: Empregam calor e pressão, para provocar a aderência.

Os materiais mais comuns para a fabricação de fitas gomadas são: papel, tecido, películas plásticas e materiais laminados. Essas fitas encontram muita aplicação no fechamento de embalagens de papelão, de fibra e em volumes envoltos do papel. Seu largo uso deve-se às seguintes vantagens:

1. Apresentam – se convenientemente aplicadas – grande resistência às operações de manipulação e embarque;
2. Proporcionam vedamento completo contra poeira e outros agentes, quando aplicadas nas juntas das caixas;
3. Propiciam, pela possibilidade de impressão, um meio econômico e eficiente de publicidade e identificação;
4. Possibilitam, pela facilidade de abrir, o reaproveitamento das embalagens.

Há vários tipos de fitas gomadas para fins industriais; as principais são: de papel; à prova de água; de tecido; reforçadas ou de filamento. As de papel feitas do mesmo material das caixas de papelão têm grande capacidade de aderência. Os tipos à prova de água são utilizados principalmente na exportação marítima; sua impermeabilização pode ser obtida pela aplicação de uma película plástica ou asfáltica sobre o papel que a compõe. As fitas reforçadas consistem, geralmente, em uma estrutura de papel que a compõe.

As fitas reforçadas consistem, geralmente, em uma estrutura de papel laminado com fibras de vidro, náilon e raiom. Segundo a necessidade de utilização, essas fibras de reforço podem orientar-se em sentido longitudinal, perpendicular ao comprimento, ou em dupla direção.

Os equipamentos para aplicação de fitas gomas podem ser manuais, semi-automáticos e automáticos. Os primeiros dispõem de um mecanismo simples (alavanca) que, acionado, faz correr determinado comprimento de fita sobre um umedecedor. A quantidade de fita requerida pode ser determinada por graduações existentes na própria alavanca, variando, de poucos centímetros, até um metro. Os equipamentos semi-automáticos – acionados por um motor – cortam e umedecem automaticamente; somente a aplicação da fita é manual. Os equipamentos automáticos umedecem, cortam e aplicam as fitas nas embalagens. Seu maior inconveniente é só poder aplicar a cinta em um sentido.

Os principais tipos de fitas sensíveis à pressão são fabricados a partir de materiais como celofane, tecido, fibras de acetato, papel etc. As mais utilizadas são as de celofane. As fitas de pressão, apesar de mais caras que as gomadas, apresentam sobre estas uma série de vantagens: dispensam ativador, podem ser aplicadas sobre maior número de materiais e têm maior força de adesão. As fitas de pressão de maior adesividade são as denominadas “filamentosas”, em cuja composição entram fios raiom. Os equipamentos para a aplicação dessas cintas pouco diferem dos destinados às fitas gomadas, não possuindo, somente, o dispositivo de umedecimento.

As fitas ativadas por calor, de uso recente, evitam a necessidade da aplicação, em seu dorso, de goma ou massa sensível à pressão. A adesão é conseguida ao serem revestidas com um material inerte, ativado quando aquecido. As fitas desse tipo têm grande adesividade e são fáceis de ser arrancadas da embalagem, mediante calor.

2.8.4. Fechamento por costura

A costura é o método mais seguro para fechar sacos de papel e de tecido. A colagem ou grampeação não asseguram esse tipo de embalagem a hermeticidade requerida. Há três variedades de costura.

- **Costura Simples:** a embalagem é fechada com uma costura direta sobre o tecido ou papel. É utilizada quando não há necessidade de vedação contra a umidade. Os orifícios provocados pela agulha podem permitir a saída do material pulverizado ou da pequena granulometria.
- **Costura sobre Fita:** uma fita de papel *kraft* – liso ou corrugado – colocada na boca do saco, por onde vai ser passada a costura, dá mais resistência ao fechamento.
- **Fita sobre Costura:** a aplicação de uma fita adesiva sobre a costura impede, praticamente, o escape de qualquer material pelos orifícios produzidos pela agulha. É indicada para produtos pulverizados.

Há vários tipos de “pontos” de costura, sendo o mais eficiente o denominado “cadeia”. É formado de um só fio, permitindo que a embalagem seja aberta facilmente, ao puxar-se uma de suas extremidades.

Os equipamentos de costura mais utilizados podem ser classificados sob duas denominações, máquinas de costura estacionárias e portáteis. Os equipamentos fixos são denominados a operações de grande velocidade, podendo fazer parte de um sistema integrado de enchimento e fechamento. Há conjunto de costuras equipados com um transportador de correia que desloca a embalagem à medida que esta é fechada. Seu funcionamento é simples: coloca-se o saco a ser costurado numa extremidade do transportador, que entra em funcionamento ao se pressionar levemente no pedal, levando a embalagem ao encontro do cabeçote para funcioná-la. Terminada a operação, alivia-se o pedal, parando a máquina de costura. O transportador continua a trabalhar até depositar o saco na outra extremidade do equipamento.

Os equipamentos portáteis são indicados para locais em que existam várias linhas de produção distanciadas umas e em que o número de embalagens a ser fechado não for muito grande.

3. Armazenagem de produto

Armazenagem e manuseio de mercadorias são componentes essenciais do conjunto de atividades logísticas. Os seus custos podem absorver de 12 a 40% das despesas logísticas da firma.

Ao contrário do transporte, que ocorre entre locais e tempos diferentes, a armazenagem e o manuseio de materiais acontece, na grande maioria das vezes, em algumas localidades fixadas. Portanto, os custos destas atividades estão intimamente associados à seleção desses locais.

Este capítulo focaliza as necessidades, usos, alternativas e custos do espaço físico para armazenagem. O manuseio interno de materiais está mais associado à operação de estocagem.

3.1. Necessidade do espaço físico

As firmas realmente necessitam de espaço físico para estocagem? Se as demandas pelos produtos da empresa forem conhecidas com exatidão e se as mercadorias puderem ser fornecidas instantaneamente, teoricamente não há necessidade para manter espaço físico para o estoque. Entretanto, não costuma ser prático nem econômico operar desta maneira, pois geralmente a demanda não pode ser prevista precisamente. Para alcançar perfeita coordenação entre oferta e demanda, a produção deveria ter tempo de resposta instantâneo e o transporte deveria ser totalmente confiável, com tempo de entrega nulo. Isto não existe em operações reais. Portanto, as empresas usam estoque para melhorar a coordenação entre oferta e demanda e diminuir os custos totais. Segue-se que manter inventário gera a necessidade de espaço de armazenagem e da movimentação interna dos materiais.

Os custos da armazenagem e do manuseio de materiais são justificáveis, pois eles podem ser compensados com os custos de transporte e de produção. Ou seja, uma firma pode reduzir os seus custos produtivos, pois seus estoques armazenados absorvem flutuações dos níveis de produção devido a incertezas do processo de manufatura ou a variações de oferta e demanda. Além disso, estoques podem reduzir custos de transporte, pois permite o uso de quantidades maiores e mais econômicas nos lotes de

carregamento. A questão é justamente utilizar inventário suficiente para o correto balanço econômico entre os custos de estocagem, produção e transporte.

Muitas firmas hoje estão evitando ou minimizando a necessidade de armazenagem pela aplicação de conceito *Just-in-time*. A idéia é ajustar o suprimento e a demanda no tempo e na quantidade, de forma que produtos ou matérias-primas cheguem justamente quando são necessários. Este conceito tem sido usado mais efetivamente no suprimento das empresas, pois a demanda por matérias é freqüentemente derivada da demanda por produtos finais, nos quais entram como matérias primas ou componentes. Portanto, se a demanda por produtos acabados é conhecida como razoável grau de precisão, então a demanda por suprimentos também deve ser conhecida. Não obstante, à medida que existirem descontos para compras ou transportes de grandes lotes e permaneçam incertezas nas demandas previstas e nos tempos de carência para aquisição de matérias-primas, haverá a necessidades de estoques e de armazéns para guardá-los. O conceito *Just-in-time* é praticado juntamente com os métodos de cálculo de necessidades de produção (MRP – *materials requirements planning* – planejamento de necessidades de materiais) e de distribuição (DRP – *distribution requirements planning* – planejamento de necessidades de distribuição), que serão discutidos posteriormente.

3.1.1. Quatro razões básicas para espaço físico

Existem quatro razões básicas para uma organização utilizar espaço físico de armazenamento. Elas são: (1) reduzir custos de transportes e produção, (2) coordenar suprimento e demanda, (3) auxiliar o processo de produção e (4) auxiliar o processo de marketing.

- **Reduzir custos de transporte e produção**

Significa reduzir os custos totais de fornecimento e distribuição dos produtos.

- **Coordenação de suprimento e demanda**

Empresas que têm produção fortemente sazonal com demanda de produtos razoavelmente constante enfrentam problema de coordenar seu suprimento com a necessidade de produtos. Indústrias alimentícias produtoras

de vegetais e frutas enlatadas são forçadas a armazenar produção de modo a atender o mercado durante a entressafra. Inversamente, firmas que devem fornecer produtos ou serviços a uma demanda sazonal ou incerta produzem, em geral, com nível constante ao longo do ano para minimizar custos de produção, mantendo estoques para atender a curta temporada de vendas. Aparelhos de ar condicionado e brinquedos natalinos são dois exemplos. Toda vez que fica muito caro coordenar suprimento e demanda de forma precisa, são necessários estoques.

Problemas associados às oscilações nos preços de *commodities* também podem gerar necessidades de armazenagem. Materiais e produtos que experimentam súbitas alterações de preço (por exemplo, cobre, aço e petróleo) podem ser comprados antes do necessário para obter menores preços. Geralmente será necessário ter espaço para o inventário, mas seu custo pode ser contrabalançado pelos melhores preços obtidos na compra das *commodities*.

- **Necessidade de produção**

A armazenagem pode fazer parte do processo de produção. A manufatura de certos produtos, como queijos, vinhos e bebidas alcoólicas, requer um período de tempo para maturação ou envelhecimento. Depósitos servem não apenas para guardar o produto durante a fase de manufatura, mas, no caso de produtos taxados, a armazenagem pode ser usada para segurar a mercadoria até sua venda. Neste caso, companhias podem evitar o pagamento de impostos até o momento da venda.

- **Considerações de marketing**

É interessante para a área de marketing a disponibilidade do produto no mercado. A armazenagem é utilizada para agregar esse tipo de valor. Ou seja, pela estocagem do produto próximos aos consumidores, podem-se conseguir entregas mais rápidas. A melhoria no nível de serviço devido a melhor entrega, assim como a maior disponibilidade, pode ter efeito positivo nas vendas.

3.2. Localização de depósito

Uma vez estabelecida a necessidade por área de armazenagem tenha sido estabelecida, a próxima consideração é saber a localização deste espaço.

Esta decisão é feita tipicamente em dois níveis. Inicialmente, um armazém é localizado com referencia aos outros depósitos do sistema logístico. Como algumas companhias chegam a ter 30 a 50 locais de estocagem por todo o país, a análise usada para situar todas elas deve ser suficientemente geral, de modo que um armazém qualquer possa ser localizado dentro de um município. Os tremendos problemas computacionais para balancear custos de transportes, manutenção de estoques e processamento de pedidos para a grande quantidade de possíveis combinações torna pouco prática uma localização mais precisa.

Na segunda fase, após a definição da região geográfica, um sítio específico deve ser escolhido, ou seja, se o armazém deve ser localizado em determinado bairro ou distrito industrial do município. A análise geral pode sugerir bom local potencial. Entretanto, é dada pouca consideração quanto a variação dos custos de terrenos e dos serviços disponíveis dentro de uma área metropolitana. Tais custos e fatores devem ser ponderados para cada região na primeira análise geral.

A localização de facilidades envolve o uso de muito julgamento, arte e intuição. Os analistas da decisão devem seguir uma lista de verificação dos fatores que podem auxiliar a diminuir a amplitude de suas escolhas. Os seguintes fatores são comumente utilizados:

- Leis de zoneamento locais.
- Atitude da comunidade e do governo local com relação ao depósito.
- Custos para desenvolver e conformar o terreno.
- Custos de construção.
- Disponibilidade e acesso a serviços de transportes.
- Potencial para expansão.
- Disponibilidade, salários, ambiente, e produtividade da mão-de-obra local.
- Taxas relativas ao local (fogo, furto, inundação, etc.)
- Valor proporcional ao local.
- Taxas de seguro e disponibilidade financiamento.
- Congestionamento de tráfego nas redondezas do local.

Caso pretenda-se alugar espaço de armazenagem, os fatores que tratam da posse ou construção podem ser colocados de lado. Informações associadas a estes fatores podem ser coleadas dos advogados locais, transportadoras, agências governamentais, companhias de utilidade, engenheiros, executivos de outras empresas com depósitos na área e firmas especializadas no problema de localização industrial e de facilidade.

3.3. Dimensionamento da facilidade de armazenagem

Uma vez localizado o depósito, a próxima decisão é determinar o tamanho necessário do edifício. Se o inventário deve ser estocado inteiramente num espaço alugado, então não é necessário nenhum dimensionamento. Se todo o estoque deve ser guardado numa facilidade própria ou alugada, então o espaço requerido devera atender o nível Máximo de estoque para uma temporada. Entretanto, caso se empregue espaço alugado combinadamente com facilidades próprias, então o problema transforma-se em como utilizar o espaço alugado para atender as necessidades de picos de armazenagem. Isto gera utilização eficiente para as facilidades próprias ou alugadas e uso de espaço alugado em armazéns de terceiros (que é mais caro) apenas quando preciso. O tamanho ótimo do prédio será aquele que dá o custo mínimo para a combinação dos dois tipos de espaço físico.

3.4. Alternativa de armazenagem

Como os armazéns podem ser aproveitados para se atingir os objetivos logísticos? Quais alternativas tem a administração para obter espaço físico para estoques? Qual é a natureza dos custos para as diferentes alternativas possíveis? Estas são questões básicas que a gerência deve enfrentar após decidir que há necessidade de algum local para armazenagem.

3.4.1. Funções de armazenagem

Depósitos prestam quatro classes principais de serviços ao usuário. O projeto da facilidade geralmente reflete a natureza dos serviços que esta desempenha. Esses serviços são (1) abrigo, (2) consolidação, (3) transferência e transbordo e (4) agrupamento ou composição (*mixing*).

3.4.1.1. Abrigo de produtos.

Talvez o uso mais óbvio da armazenagem seja a guarda de estoques, gerados pelo desbalanceamento entre oferta e demanda. Armazéns providenciam proteção para as mercadorias, além de longa lista de serviços associados, como manutenção de registros, rotação de estoques e reparos.

O projeto do armazém reflete o período de tempo no qual se espera que os produtos permanecem guardados. Portanto, facilidades que mantêm estoques por períodos prolongados, como aquelas usadas para envelhecer bebidas alcoólicas ou guardar produtos com demanda sazonal, são freqüentemente estruturas antigas com diversos pavimentos ou níveis. Quando existe rápida rotação do produto, como acontece com muitos produtos alimentícios, a estrutura geralmente tem apenas um pavimento, projetado para garantir a eficiência na motivação interna do material.

3.4.1.2. Consolidação

A estrutura das tabelas de frete, especialmente quando contém reduções substanciais para grandes lotes, influencia o modo pelo qual depósitos são usados para a movimentação de produtos. Se a mercadoria é originária de muitas fontes diferentes, a empresa pode economizar no transporte se as entregas forem feitas num armazém, onde as cargas são agregadas ou consolidadas e, então, transportadas num único carregamento até seu destino final. O armazém de consolidação é mais freqüente no suprimento de materiais.

3.4.1.3. Transferência e transbordo

Uma das formas mais populares do uso de depósitos é desagregar ou fracionar quantidades transferidas em grandes volumes para as quantidades menores demandadas pelos clientes. Esta função é oposta à da consolidação. É aplicação do importante princípio logístico de *despachar tão longe quanto possível com o maior volume viável*. Ou seja, a estrutura dos fretes é tal que grandes lotes de entrega têm fretes unitários significativamente mais baixos do que entregas menos volumosas. Portanto, distribuir para clientes que demandam pequenos volumes fica mais barato se um depósito regional é estabelecido para atendê-los.

A utilização de um terminal de carga para transbordo é semelhante ao caso do terminal ou depósito de transferência, com exceção de que não se intenciona a guarda do produto. O depósito serve simplesmente como o ponto onde os grandes lotes de entrega terminam sua viagem e onde se originam as entregas dos volumes fracionados. O armazém, como um terminal de carga, providencia as facilidades de operação intermodal da troca de um tipo de veículo para outro, desagregando os grandes volumes entregues nos menores volumes de distribuição.

3.4.1.4. Agrupamento

Um uso especializado para depósitos é o agrupamento de itens de produto. Algumas empresas com linha extensa de produtos podem fabricá-la integralmente em cada uma de suas plantas industriais. Os clientes geralmente compram a linha completa. Podem-se obter economias de produção pela especialização de cada fábrica na manufatura de uma parte da linha de produtos, e entregando a produção num depósito, em vez de diretamente nos clientes. No depósito, os itens são agrupados conforme os pedidos realizados. O custo adicional do armazém pode ser mais que compensado pelos menores custos de manufatura, resultantes dos maiores lotes de produção para menos itens em cada planta.

3.4.2. Tipos de depósitos

Uma organização que necessite de espaço físico para estoque tem uma série de opções. Elas são (1) possuir o depósito, (2) alugar espaço físico, (3) alugar o depósito e (4) estocar em trânsito. Cada alternativa oferece diferentes níveis de custo, risco e envolvimento gerencial.

3.4.2.1. Espaço físico próprio

A maior parte das indústrias e das organizações de serviços possuem espaços físico para armazenagem em alguma forma. Esta forma pode variar desde uma sala dos fundos para suprimentos de escritório até um armazém para produtos acabados com dezenas de milhares de metros quadrados. Entretanto, sua característica comum é que a firma ou organização investiu seu

capital na facilidade. A empresa espera obter desse investimento um sem-número de vantagens, tais como:

- Armazenagem mais barata do que seria possível pelo aluguel de espaço de terceiros, especialmente quando há elevada utilização da facilidade a maior parte do tempo.
- Maior grau de controle sobre as operações de armazenagem, qual ajuda a manter operações eficientes e alto nível de serviço.
- Os benefícios provenientes da posse do terreno.
- O espaço pode ser convertido para outros usos, como manufatura.
- O espaço pode servir como base para um escritório de vendas, garagem da frota própria, departamento de transporte ou de compras.
- Se o produto requer pessoal ou equipamento especializado, tais como certos produtos químicos e farmacêuticos, o espaço próprio pode ser a única alternativa viável.

Freqüentemente, o incentivo para posse de espaço próprio é obter boa taxa de retorno para o investimento. Para tanto, a administração deve assumir maiores responsabilidades, associadas a leis do trabalho e outras e ao risco da perda de capital, caso a rentabilidade projetada não se materialize. Estes problemas muitas vezes levam a administração a optar pela alternativa de não manter espaço próprio.

Alguns depósitos próprios são atualmente exemplos de melhoria na produtividade pela aplicação de tecnologia moderna nos Estados Unidos. Os armazéns mais modernos são tipicamente de um pavimento e, em média, são mais largos que os antigos, têm elevado nível de automação e informática para garantir o alto nível de desempenho e são construídos como se fossem fortalezas, para reduzir riscos de incêndio, arrombamento e deterioração do prédio.

3.4.2.2. Aluguel de espaço de terceiros

Uma companhia pode evitar depósitos próprios pelo uso dos serviços oferecidos pelos milhares de armazéns públicos espalhados pelo país. Armazéns públicos operam de maneira análoga aos transportadores regulares. Ou seja, providenciam serviços mediante remuneração aos seus usuários. São

de grande utilidade para aqueles que precisam expandir ou contratar espaço físico por curto período de tempo ou realocar sua área de estocagem freqüentemente. As taxas de armazenagem são geralmente cotadas para períodos tão curtos como um mês. Esses depósitos públicos competem com os privados, aceitando usuários cujos níveis de armazenamento mesclam-se de maneira a gerar alto nível de utilização do espaço disponível durante o ano inteiro. O depósito próprio pode ter períodos de subutilização da capacidade devido à linha limitada de produtos que armazena. Portanto, as taxas cobradas por um depósito público podem ser tão baixas ou até mesmo menores, quanto os custos desembolsados numa facilidade própria.

Tipos. Existem muitos tipos de armazéns públicos, que oferecem amplo leque de serviços. O depósito próprio costuma ser especializado para as necessidades de seu proprietário. Alto grau de especialização no projeto da facilidade e dos equipamentos limita o caso privado àqueles usuários que podem justificar o rico deste investimento. Por outro lado, o armazém público deve atender obrigatoriamente grande amplitude de requisitos dos seus usuários. Isto significa que depósitos públicos são geralmente facilidades de uso geral com equipamento versátil.

Existe alguma especialização, entretanto, mas apenas dentro das categorias mais amplas de produtos. Creed Jenkins classificou-os em cinco tipos básicos:

- **Armazéns de “commodities”**

São aqueles que limitam seus serviços a certos grupos de mercadorias-padrão (*commodities*). Especializam-se no manuseio e armazenagem do produto como madeira, algodão, tabaco e cereais.

- **Armazéns para granéis**

Alguns depósitos oferecem manuseio e armazenagem de produtos generalizados, tais como produtos químicos líquidos, petróleo e derivados, xaropes etc. A combinação e o fracionamento de carga podem ser parte do serviço oferecido.

- **Armazéns frigorificados**

São depósitos refrigerados. Servem para guardar perecíveis, como frutas, vegetais e comida congelada, além de alguns produtos químicos e farmacêuticos.

- **Armazéns para utilidades domésticas e mobiliário**

A armazenagem e o manuseio de bens de uso doméstico e mobiliário são a especialidade destes depósitos. Seus principais clientes são empresas que distribuem miudezas de uso caseiro e não os fabricantes de móveis.

- **Armazéns de mercadorias em geral**

Estes manuseiam amplo leque de itens, não exigindo as facilidades ou equipamentos especializados dos tipos anteriores.

Na prática, um armazém público deve oferecer serviços que atraiam clientes potenciais. Naturalmente, o depósito deve ser capaz de atender serviços normais de recepção, armazenagem, despacho, consolidação, combinação de cargas, transferências e estocagem em trânsito. Entretanto, o moderno operador deste tipo de facilidade oferece muito mais. Conforme a Associação Americana dos Profissionais de Armazenagem, deve-se esperar que os seguintes serviços sejam oferecidos:

- Manuseio, armazenagem e distribuição por volumes (cubagem) e por peso.
- Estocagem em trânsito.
- Armazenagem alfandegada.
- Armazenagem sem taxação.
- Ambiente com temperatura e umidade controladas.
- Aluguel de espaço físico por metro quadrado.
- Espaço para escritório e exposição; serviços administrativos especiais e telefone.
- Informação de tráfego.
- Manuseio e distribuição de veículos compartilhados com outras empresas e consolidação de carregamentos.
- Inventário físico.
- Facilidades de transmissão de dados.
- Planos de consolidação de fretes.
- Empacotamento e montagem.
- Defumação.
- Marcação, etiquetagem, gravação e embalamento.

- Entregas postais e expressas.
- Proteção e amarração da carga.
- Carga e descarga de veículos.
- Consertos, montagem de barris, amostragem, pesagem e inspeção.
- Compilação de relatórios especiais de estoques.
- Manutenção de entregas para clientes com crédito.
- Transporte rodoviário.
- Entrega e instalação de equipamentos.
- Cartas de recebimento de mercadorias no armazém (negociáveis e não-negociáveis).
- Preparação de relatórios de exceções (excessos, faltas e danos).
- Cobranças de fretes *pro rata*.
- Preparação de faturamento de frete.
- Informação de crédito.
- Empréstimos sobre mercadorias armazenadas.
- Serviço de armazenagem de campo.
- Serviço pontuários.
- Armazenagem de máquinas, aço e outros itens que requerem equipamentos especiais para manuseio.
- Pátios de estocagem.
- Manuseio, armazenagem e ensacamento de mercadorias de granel sólido.
- Manuseio, armazenagem, entamboramento e envasamento de granéis líquidos.
- Manuseio e armazenagem de materiais containerizados.

Vários destes serviços precisam de menção particular, pois são os exclusivos de depósitos públicos ou de grande importância para o usuário.

Arranjos de armazenagem sem taxa no depósito são realizados com o governo para certas mercadorias tributadas, tais como cigarros ou bebidas alcoólicas. Um arranjo é feito entre o proprietário da mercadoria e o governo, estipulando que os produtos não podem ser removidos do depósito, até que os impostos e taxas tenham sido pagos. O dono beneficia-se do não-pagamento das taxas até que as suas mercadorias tenham sido vendidas. Isto minimiza o

capital empatado no estoques. Os operadores do depósito público são os agentes que asseguram ao governo que as mercadorias referidas estão no armazém. Este conceito também pode ser estendido a depósitos privados.

Este conceito de isenção pode ser aplicado a mercadorias que entram num país e que se destinam aos mercados local ou de outros países. Zonas livres ou francas estão estabelecidas por todo os Estados Unidos, geralmente em regiões portuárias. Uma companhia estrangeira pode trazer bens para uma zona de comércio livre, executar operações simples de manufatura, armazenar os produtos e não pagar os impostos de importação até que as mercadorias “entrem” no país, ao atravessar os limites da zona franca. Caso os produtos sejam transportados para outro país, nenhuma taxa de importação precisa ser paga.

Armazenagem de campo é uma maneira de os depósitos públicos auxiliarem o proprietário dos itens estocados a aumentar seu capital de giro. É a conversão de armazém privado para público objetivando a obtenção de crédito. A empresa de armazenagem pública aluga do dono das mercadorias o espaço físico (privado) onde estes itens estão estocados e emite uma carta-recibo de armazenagem. O proprietário pode então utilizar essa carta para conseguir crédito, ficando as mercadorias como garantia de empréstimo. Como os bens estão sob a custódia legal do depósito público, este age como um terceiro partido que garante a existência dos produtos. Fazer esta transação usando o próprio espaço físico privado economiza os custos da movimentação dos produtos até um depósito público de verdade e os custos de armazenagem no mesmo. Este tipo de contrato costuma ser temporário, durando apenas o período do empréstimo.

Estoque localizado é o termo empregado para uma série de atividades relacionadas com o atendimento de pedidos e uma extensão do conceito da função de transferência e consolidação. É a resposta dos depósitos públicos às necessidades dos fabricantes de melhorar o nível de serviço oferecido aos clientes e dos varejistas que mantêm pouco estoque para apoiar suas vendas. Os produtores “localizam” um sortimento de suas mercadorias em depósitos públicos próximos aos mercados finais. O depósito público atua como uma filial do fabricante, executando todas as funções normalmente exercidas por um depósito próprio. O tempo do ciclo de pedido fica consideravelmente abreviado,

quando comparado com o esquema centralizado apenas nos depósitos próprios do fornecedor.

O depósito público também pode facilitar o *controle de estoques*. Com muitos deles espalhados por todo os Estados Unidos, manter registros acurados do inventário pode ser problemático até para empresas que têm seu próprio sistema de controle. O pessoal dos armazéns públicos pode auxiliar realizando atividades de manutenção contínua dos balanços de inventário, apontamento de estoque inutilizado no armazém, apontamento de itens danificados no transporte, registros de recepção de mercadorias e de despesas. Atualmente, muitos depósitos públicos estão utilizando computadores para desempenhar estas funções.

Não se deve esperar que todos os armazéns públicos executem todos os tipos serviços aqui enumerados. Muitos deles são pequenas empresas locais. Apenas algumas delas possuem oferta mais ampla de serviços. Assim, é importante que o usuário potencial dos armazéns públicos seja criterioso na seleção dos mesmos.

Documentação. Vários documentos são necessários para a boa operação de um armazém público. Os principais são: (1) a carta de recebimento de recibo da armazenagem; (2) o manifesto de carga; (3) o relatório de exceções (excesso, falta e danos) e (4) o relatório da posição de estoques.

A *carta de recebimento* ou *recibo de armazenagem* é o principal documento para identificar que bens estão estocados, onde estão guardados, quem é seu principal proprietário, para quem devem ser entregues e quais são os termos e condições do contrato e armazenagem. Esses termos e condições normalmente estão colocados no verso do recibo.

Estas cartas podem ser negociáveis ou não-negociáveis. A diferença está na facilidade com que s bens podem ser passados de uma pessoa para outra. Um recibo não-negociável é designado para uma pessoa ou companhia definida. Os bens não podem ser repassados a outrem, a menos que o depósito receba autorização por escrito para liberá-los. Por outro lado, um recibo negociável pode estar ou não emitido para alguém ou alguma firma em particular. Pode passar de uma pessoa para outra apenas com um endosso no documento. O depósito libera as mercadorias para quem tiver a carta de

recebimento. Recibos negociáveis podem facilmente ser usados como garantia de empréstimo.

O *manifesto de carga* é o documento contratual usado no transporte de mercadorias. Ele coloca os termos e condições acatadas pelo transportador. Como os locais de origem, armazenagem pública e destino final são em geral diferentes, o depósito utiliza este documento em favor do proprietário dos bens.

O *relatório de excesso* é emitido por ocasião do recebimento das mercadorias no depósito, caso não cheguem em boas condições ou não estejam descritas no manifesto de carga. Esse relatório pode ser usado para basear uma queixa contra o transportador.

O *relatório de posição de estoques* serve para mostrar quantos itens estão armazenados, além de suas quantidades e pesos, ao final de cada mês. Pode ser usado também para calcular as taxas mensais de armazenagem.

3.4.2.3. Aluguel de facilidades

Representa um estágio intermediário entre o aluguel de espaço físico num depósito público (medida de curso prazo) e o compromisso de longo prazo representado por um depósito próprio. Sua vantagem está na possibilidade de obter menores taxas do proprietário do espaço físico. Em contrapartida, o usuário deve garantir o aluguel por um período acertado de aluguel, o usuário pode controlar tanto o próprio espaço físico como as operações associadas, o que pode ser vantajoso.

Existem diversas maneiras de obter um contrato de aluguel. Operadores de depósitos públicos podem oferecer contratos de longo prazo pelo uso de seu espaço físico. Indústrias podem disponibilizar espaços não-utilizados nos seus armazéns. Finalmente, proprietários de depósitos podem considerar vantajoso vender suas facilidades e então alugá-las de volta.

3.4.2.4. Estoque em trânsito

O estoque em trânsito refere-se ao tempo no qual as mercadorias permanecem nos veículos de transporte durante sua entrega. Não deve ser confundido com privilégios de estocagem em trânsito oferecidos por algumas transportadoras. É um tipo especial de armazenagem que requer coordenação precisa com a escolha do modal de transporte. Como diferentes alternativas de

transporte representam diferentes tempos de trânsito, o especialista pode selecionar um modal que pode reduzir substancialmente ou até mesmo eliminar a necessidade por armazenagem convencional. Esta alternativa é particularmente atraente para companhias que tratam com estoques sazonais e transportes por longas distâncias.

✓ **QUESTÕES E PROBLEMAS**

1. Explique como a armazenagem, apesar de ser uma despesa adicional do canal de suprimento ou de distribuição, pode diminuir os custos logísticos.
2. Indique quais das quatro razões básicas para estocagem aplicam-se às seguintes situações:
 - a) Cura de tabaco
 - b) Fornecimento de cartões do Dia dos Namorados
 - c) Manter alto nível de disponibilidade para produtos em mercados altamente competitivos, como o de papéis e outros suprimentos gráficos.
 - d) Distribuição de derivados de petróleo ou gás.
3. Suponha que uma grande companhia nacional tenha decidido instalar um depósito próprio na sua cidade. Caso seja um armazém para produtos alimentícios, onde você o localizaria precisamente? Por quê? Caso fosse utilizado um depósito público, qual local você escolheria?
4. Exemplifique como um depósito pode ser usado para fins de:
 - a) Estocagem
 - b) Consolidação
 - c) Transferência e transbordo
 - d) Agrupamento

4. Manuseio e acondicionamento do produto

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 os 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 eficiência logística, assim como para a proteção do produto? Finalmente, qual seria a contribuição ótima de armazenagem e manuseio de produto para uma empresa qualquer?

4.1. 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 economias 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.

4.1.2. Equipamentos

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

4.1.2.1. Equipamentos de movimentação

Existe grande variedade de equipamento mecânico para manuseio de amplo leque de tamanhos, formas, volumes e pesos de produtos. Os tipo 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.

Provavelmente, o veículo de movimentação interna mais utilizada é a empilhadeira mecânica com garfo. 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. 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.

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, (4) sua forma de operação (manual ou motorizada) e (5) sua velocidade.

Há também projetos especiais para uso em casos particulares. O carregador lateral 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. 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 carreta 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.

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 e 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 produções 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 ponto específicos por controle remoto.

Uma ilustração. Transportadores auxiliaram a Rubbermaid, Inc., um fabricante de utensílio 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 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 descargas 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 ou 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. A característica peculiar desse tipo de equipamento de manuseio são guinchos e assemelhados. A característica peculiar desse equipamento é que ele não fica limitado a operar na superfície, como no caso de empilhadeira 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 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.

4.1.2.2. 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 prateleira e de caixas reutilizáveis.

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 um produto, além de garantir fácil acesso a qualquer item na pilha.

Como efeito secundário do uso de estantes e caixa 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 organizados se estocados em caixas permanentes ou pequenos contêineres. Entretanto, se os itens são movimentados unitizados em paletes, estantes porta-paletes ou do tipo *driver-through* são a forma mais eficiente do 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 marcos de cigarros, oferece boa eficiência no manuseio, assim como bom controle da rotação de 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.

4.1.2.3. 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 freqüentemente 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 de pacotes e acelerar o manuseio. A chave para a rápida identificação do produto, quantidades e fornecedor é o código de barras linear ou código de distribuição. Pode ser lido com leitores óticos fixos ou portáteis. Fabricantes podem codificar este símbolo em seus produtos e 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.

4.2. Projeto de sistema para maior eficiência

O manuseio eficiente de mercadorias embaladas no depósito é muito dependente do próprio projeto de 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.

4.2.1. Arranjo geral do espaço físico

O planejamento 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. 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 têm 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 estrutura 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.

4.2.1.2. 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?

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 ocupação 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*. 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. 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 com 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 eficientes. O terminal deve ser dividido em áreas de armazenagem e de seleção de pedidos. 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.

4.2.2. Alocação do espaço físico

Gerar um espaço 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. 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 a 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 do 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 no fundo 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*. É montado um indicador que é a razão entre o volume solicitado do produto e a quantidade diária de pedidos do produto. Itens com índices reduzidos são alocados próximos à expedição. O método do volume por pedido tenta designar a área do terminal de modo que o maior volume de estoque mova-se pela menor distância.

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.

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.

4.3. 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.

Há uma alternativa, chamada de *arranjo 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, 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 do manuseio, pois as empilhadeiras não necessitam girar 90° para colocar e retirar os paletes e (2) a redução na largura do corredor economizaria espaço suficiente para anular as perdas na utilização da área das divisões. Entretanto. Os oponentes ao uso deste tipo de arranjo argumentam que:

- Os corredores de mão-única resultantes aumentam as distâncias percorridas e os tempos dentro do armazém;

- Cria-se espaço ocioso nas divisões de armazenagem, que não consegue ser compensado pela redução da largura dos corredores de passagem;
- 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.

4.3.1. Método 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.

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. Com isto pode ser executado eficientemente quando os níveis de estoque dos produtos oscilam devido as variações na oferta e demanda e quando a própria linha de produto muda devido à entrada de novos itens e à saída de outros?

4.3.2. 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. Com os níveis máximos de estoque geralmente não ocorrem no mesmo período, o nível de utilização resultante pode ser baixo.

4.3.3. 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 o uso da área, mas, para manter o registro de um item que se pode estar em diversos locais diferentes, deve-se ter um código de recuperação eficaz. Devido ao padrão sempre variável do arranjo dos produtos, deve exigir 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 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.

4.3.4. 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 seqüência do roteiro percorrido no armazém. Economiza-se tempo na coleta de itens, pois evita-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 de 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 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.

4.3.5. Decomposição de pedidos

É uma extensão do conceito de coleta por zoneamento. Quando um item não fica estocado num único local, deve-se diminuir 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 desses 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.

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 termino depende da quantidade e do tamanho dos outros pedidos no lote.

4.4. Alternativas para projeto de sistemas

Vamos agora dirigir nossa atenção para o projeto de sistema e manuseio de materiais. Ou seja, o que deve ser levado em conta para escolher entre diferentes alternativas de movimentação e armazenagem? A questão é considerar 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 generalizados ou de grande tamanho são necessários sistemas especiais.

4.4.1. Sistemas para mercadorias embaladas

- **Espaço físico e manuseio público:**

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 deposito 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,
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:

- Armazenagem
- Movimentação
- Acessórios

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

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

Tarifas acessórias são aquelas cotas 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 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 o 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 outra contratação dos serviços de estocagem e manuseio. Além disso, essa opção tem muitos dos mesmos benefícios de 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 freqüentemente 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.

- **Espaço 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 comprimentos 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,
5. Método de rotação de estoque obedecendo a disciplina FIFO (de *first-in-first-out*, ou o primeiro a chegar é o primeiro a sair).

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, 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:**

Graneis. Alguns produtos têm características especiais e movem-se em grandes volumes, tornando economicamente viável que seu manuseio e transporte sejam efetuados sem embalagem 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 possível 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 ou 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:

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 informações do sistema de distribuição.

4. Maiores lucro resultantes da melhor consolidação e de fretes de retorno mais bem planejados – contra o tempo e o esforço despendidos 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, 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.

- **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 equipamentos passam a ter influência relevante na maioria 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 caras);
- 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 barçaça (carregado) de até 9 pés.

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.

Referências Bibliográficas

BALLOU, Ronald H. Logística empresarial. São Paulo: Atlas, 2011.

_____. Gerenciamento da cadeia de suprimentos. São Paulo: Bookman, 2003.

CHRISTOPHER, Martin. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

DIAS, Marco Aurélio P. Administração de Materiais: uma abordagem logística. São Paulo: Atlas, 2000.

FLEURY, Fernando. Logística Empresarial: a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas, 2000.

PAOLESCHI, Bruno. Logística Industrial Integrada. São Paulo: Érica, 2009.

Hino Nacional

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas
De um povo heróico o brado retumbante,
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos,
Brilhou no céu da pátria nesse instante.

Se o penhor dessa igualdade
Conseguimos conquistar com braço forte,
Em teu seio, ó liberdade,
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido
De amor e de esperança à terra desce,
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,
És belo, és forte, impávido colosso,
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Deitado eternamente em berço esplêndido,
Ao som do mar e à luz do céu profundo,
Fulguras, ó Brasil, florão da América,
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra, mais garrida,
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;
"Nossos bosques têm mais vida",
"Nossa vida" no teu seio "mais amores."

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo
O lábaro que ostentas estrelado,
E diga o verde-louro dessa flâmula
- "Paz no futuro e glória no passado."

Mas, se ergues da justiça a clava forte,
Verás que um filho teu não foge à luta,
Nem teme, quem te adora, a própria morte.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Hino do Estado do Ceará

Poesia de Thomaz Lopes
Música de Alberto Nepomuceno
Terra do sol, do amor, terra da luz!
Soa o clarim que tua glória conta!
Terra, o teu nome a fama aos céus remonta
Em clarão que seduz!
Nome que brilha esplêndido luzeiro
Nos fulvos braços de ouro do cruzeiro!

Mudem-se em flor as pedras dos caminhos!
Chuvas de prata rolem das estrelas...
E despertando, deslumbrada, ao vê-las
Ressoa a voz dos ninhos...
Há de florar nas rosas e nos cravos
Rubros o sangue ardente dos escravos.
Seja teu verbo a voz do coração,
Verbo de paz e amor do Sul ao Norte!
Ruja teu peito em luta contra a morte,
Acordando a amplidão.
Peito que deu alívio a quem sofria
E foi o sol iluminando o dia!

Tua jangada afoita enfune o pano!
Vento feliz conduza a vela ousada!
Que importa que no seu barco seja um nada
Na vastidão do oceano,
Se à proa vão heróis e marinheiros
E vão no peito corações guerreiros?

Se, nós te amamos, em aventuras e mágoas!
Porque esse chão que embebe a água dos rios
Há de florar em meses, nos estios
E bosques, pelas águas!
Selvas e rios, serras e florestas
Brotem no solo em rumorosas festas!
Abra-se ao vento o teu pendão natal
Sobre as revoltas águas dos teus mares!
E desfraldado diga aos céus e aos mares
A vitória imortal!
Que foi de sangue, em guerras leais e francas,
E foi na paz da cor das hóstias brancas!



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação