

Universidade do Sul de Santa Catarina

Gestão de Estoques e Movimentação de Materiais



UnisulVirtual

Universidade do Sul de Santa Catarina

Gestão de Estoques e Movimentação de Materiais

UnisulVirtual
Palhoça, 2013

Créditos

Universidade do Sul de Santa Catarina – Unisul

Reitor

Sebastião Salésio Herdt

Vice-Reitor

Mauri Luiz Heerdt

Pró-Reitor de Ensino, de Pesquisa e de Extensão

Mauri Luiz Heerdt

Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional

Luciano Rodrigues Marcelino

Pró-Reitor de Operações e Serviços Acadêmicos

Valter Alves Schmitz Neto

Diretor do Campus Universitário de Tubarão

Heitor Wensing Júnior

Diretor do Campus Universitário da Grande Florianópolis

Hércules Nunes de Araújo

Diretor do Campus Universitário UnisulVirtual

Fabiano Ceretta

Campus Universitário UnisulVirtual

Diretor

Fabiano Ceretta

Unidade de Articulação Acadêmica (UnA) - Educação, Humanidades e Artes

Marcel Evangelista Cataneo (*articulador*)

Unidade de Articulação Acadêmica (UnA) – Ciências Sociais, Direito, Negócios e Serviços

Roberto Iunskovski (*articulador*)

Unidade de Articulação Acadêmica (UnA) – Produção, Construção e Agroindústria

Diva Marília Flemming (*articuladora*)

Unidade de Articulação Acadêmica (UnA) – Saúde e Bem-estar Social

Aureo dos Santos (*articulador*)

Gerente de Operações e Serviços Acadêmicos

Moacir Heerdt

Gerente de Ensino, Pesquisa e Extensão

Roberto Iunskovski

Gerente de Desenho, Desenvolvimento e Produção de Recursos Didáticos

Márcia Loch

Gerente de Prospecção Mercadológica

Eliza Bianchini Dallanhol

Álvaro Paz Graziani

Gestão de Estoques e Movimentação de Materiais

Livro didático

Designer instrucional
Marina Melhado Gomes da Silva

UnisulVirtual
Palhoça, 2013

Livro Didático

Professor conteudista

Álvaro Paz Graziani

Diagramador(a)

Daiana Ferreira Cassanego

Designer instrucional

Marina Melhado Gomes da Silva

Revisor(a)

Jaqueline Tartari

Projeto gráfico e capa

Equipe UnisulVirtual

ISBN

978-85-7817-603-7

658.7

G82 Graziani, Álvaro Paz

Gestão de estoques e movimentação de materiais : livro didático / Álvaro Paz Graziani ; design instrucional Marina Melhado Gomes da Silva. – Palhoça : UnisulVirtual, 2013.

150 p. : il. ; 28 cm.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-7817-603-7

1. Administração de materiais. 2. Logística empresarial. 3. Controle de estoque. 4. Distribuição de mercadorias. I. Silva, Marina Melhado Gomes da. II. Título.

Sumário

Introdução | **7**

Capítulo 1
Fundamentos de estoques | **9**

Capítulo 2
Armazenamento de materiais | **33**

Capítulo 3
Planejamento e controle de estoques | **61**

Capítulo 4
Movimentação de materiais | **111**

Considerações Finais | **145**

Referências | **147**

Sobre o Professor Conteudista | **149**

Introdução

Prezados estudantes,

A natureza competitiva do mundo globalizado evidenciou a importância das empresas terem profissionais altamente qualificados no gerenciamento dos seus processos internos.

A gestão de estoques e a movimentação de materiais estão entre os processos mais importantes para o sucesso de uma organização. Entretanto, apesar de absorverem parte substancial de seu orçamento operacional, os estoques não agregam valores aos produtos. A minimização do nível de estoques tem sido um diferencial competitivo ao impactar diretamente sobre a eficiência organizacional e a redução dos custos.

Nosso trabalho será compreender quais decisões são necessárias para permitir que a gestão de estoques e movimentação de materiais alcance os níveis de desempenho almejados.

Para isso, neste livro didático você estudará os seguintes processos:

- fundamentos de estoques;
- armazenagem de materiais;
- planejamento e controle de estoques;
- movimentação de materiais.

A forma de apresentação, o ritmo de estudo e os exercícios propostos o/a conduzirão à compreensão dos processos de planejamento e controle de estoques, bem como dos sistemas de armazenagem e movimentação de materiais.

Um ótimo aprendizado!

Capítulo 1

Fundamentos de estoques

Habilidades

Com o estudo deste capítulo, o estudante desenvolverá habilidades para classificar os estoques de acordo com seu tipo, aplicar os conceitos básicos de gestão de estoques, enumerar as razões a favor e contra os estoques e analisar os diferentes custos e objetivos do estoque.

Seções de estudo

Seção 1: Introdução

Seção 2: Tipos de estoque

Seção 3: Tipos de demanda

Seção 4: Importância e avaliação dos estoques

Seção 5: Custos do estoque

Seção 6: Objetivos de estoque

Seção 1

Introdução

Estoques, de acordo com Ballou (2006), são acumulações de matérias-primas, suprimentos, componentes, materiais em processo e produtos acabados que surgem em numerosos pontos do canal de produção e logística das empresas. Em algumas situações, qualquer recurso armazenado ou ocioso pode ser descrito como estoque. Possuem valor econômico e representam um investimento destinado a incrementar as operações e servir aos clientes. Slack, Chambers e Johnston (2007) afirmam que, sob a perspectiva da produção, estoque também pode ser definido como a acumulação de recursos materiais em um sistema de transformação. Algumas vezes, também pode ser aplicado a estoques de informação e a estoques de pessoas, geralmente chamados de filas.

Apesar de o estoque ser usado para descrever qualquer recurso armazenado, esse termo é normalmente utilizado para designar os recursos de entrada transformados. Dessa maneira, fábricas manterão estoques de materiais, escritórios de contabilidade manterão estoques de informação e hidroelétricas manterão estoques de água. Ou seja, todas as operações produtivas possuem algum tipo de estoque físico de material, conforme é exemplificado no Quadro 1.1.

Quadro 1.1 – Exemplos de estoques mantidos nas organizações

Operação	Exemplos de estoques
Fábrica de geladeiras	<ul style="list-style-type: none"> • Matérias-primas e componentes • Produtos semiacabados • Geladeiras acabadas • Materiais de limpeza
Armazém de alimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentos armazenados • Embalagens • Materiais de limpeza
Restaurante	<ul style="list-style-type: none"> • Bebidas e alimentos • Pratos, copos, talheres e outros utensílios • Itens de toalete • Materiais de limpeza

Operação	Exemplos de estoques
Loja de roupas	<ul style="list-style-type: none"> • Roupas armazenadas • Cabides e expositores • Materiais de limpeza
Hospital	<ul style="list-style-type: none"> • Bebidas e alimentos • Remédios, instrumentos e itens de enfermaria • Sangue • Materiais de limpeza

Fonte: Elaboração do autor (2013).

Perceba que existem diferenças entre os diversos exemplos de estoque dados no Quadro 1.1. Veja o caso dos materiais de limpeza: na fábrica de geladeiras, além de o seu valor agregado ser consideravelmente menor que os valores agregados das matérias-primas e componentes, a fábrica não pararia por falta de materiais de limpeza; por outro lado, em um hospital ou restaurante, os materiais de limpeza são itens muito mais importantes para essas operações, não apenas pelo volume necessário desses materiais, mas também pelos transtornos que seriam causados em caso de falta.

Ballou (2004) afirma que gerenciar o nível dos estoques é economicamente sensato, pois o custo de manutenção desses estoques pode representar de 20 a 40% do seu valor por ano. Em contrapartida, Arnold (1999) aponta que os estoques representam de 20 a 60% dos ativos totais nas empresas de manufatura e que seu valor se converte em dinheiro à medida que vão sendo utilizados. Ou seja, a redução dos estoques melhora o fluxo de caixa e o retorno sobre os investimentos (*return on investment* ou ROI).

Os estoques estão localizados em todos os níveis da **cadeia de suprimentos**, desde as fontes de fornecimento até o cliente final, incluindo os estoques existentes dentro das fábricas, nos depósitos e durante o transporte.



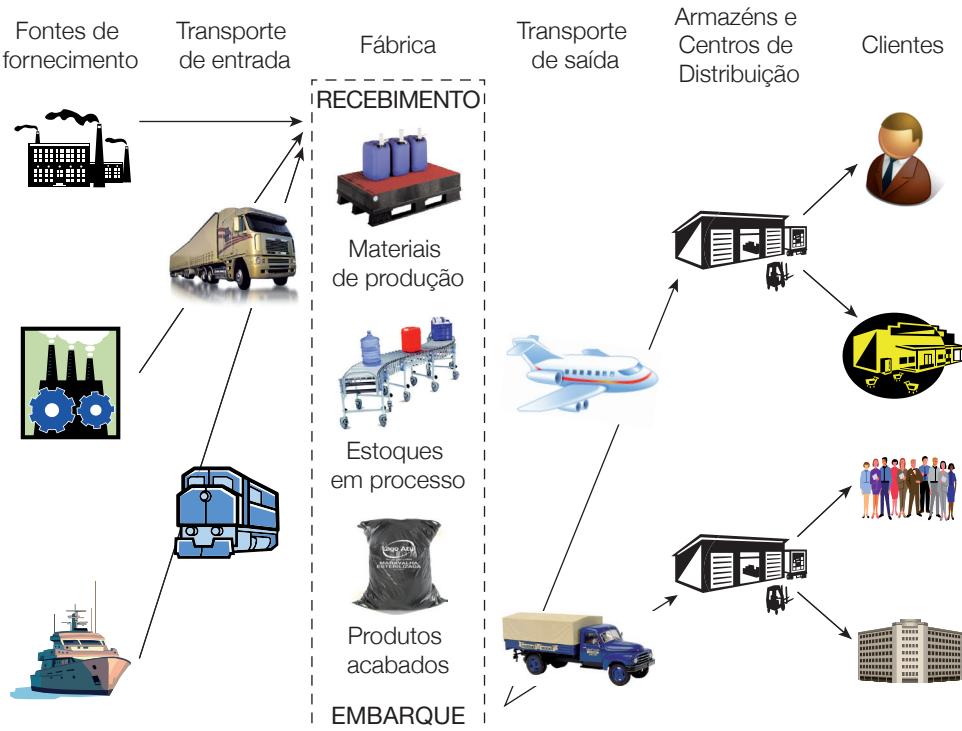
Cadeia de suprimentos é um conjunto de operações que fornecem produtos (bens e serviços) até o consumidor final, várias cadeias de suprimentos irão cruzar uma operação individual dentro de um canal de suprimentos.

Existem estoques no canal de suprimentos em que os produtos não podem ser transportados instantaneamente entre os pontos de fornecimento e demanda. Quando um fornecedor recebe uma solicitação de material de um cliente, o fornecedor irá alocar estoque deste material para torná-lo indisponível para qualquer outro consumidor. Em seguida, irá embalá-lo, transportá-lo e descarregá-lo no estoque de seu cliente.

O estoque estará no canal de suprimentos do instante em que for alocado pelo fornecedor até o momento em que se torna disponível para o cliente. Assim, todo estoque em trânsito é estoque no canal.

A Figura 1.1 ilustra a localização dos estoques nos diferentes níveis do canal de suprimentos.

Figura 1.1 – Estoques presentes no canal de suprimentos



Fonte: Ballou (2006, p. 272).

Os estoques funcionam como reguladores do fluxo de negócios: se fosse possível uma perfeita sincronia entre oferta e demanda, os estoques seriam desnecessários. A velocidade com que os materiais são recebidos (unidades recebidas por unidade de tempo ou entradas) é normalmente diferente da velocidade com que são consumidos (unidades consumidas por unidade de tempo ou saídas) devido à presença de uma série de incertezas.

Existem as incertezas relativas ao fornecimento, como as seguintes:

- fornecedores não confiáveis;
- problemas de qualidade;
- atrasos por quebra de máquinas;
- falta de controle na produção.

E as incertezas relativas à demanda:

- demanda imprevisível;
- previsão ruim;
- mudanças no plano de produção;
- falta de coordenação.

A Figura 1.2 ilustra a criação de estoques por meio da analogia de um reservatório de água. O fluxo de entrada de materiais é representado pelo fluxo de água no reservatório. A quantidade de material estocada é representada pelo nível de água e o fluxo de saída de água representa a demanda por materiais no estoque. Existe ainda um fluxo de resíduos que também reduz o nível de estoque. As taxas de fluxo de entrada e de saída determinam, em conjunto, o nível de estoque. Se entrar mais material do que sair, o estoque aumenta. Se sair mais material do que entrar, o estoque diminui.

Figura 1.2 – Diversos sistemas de estoque



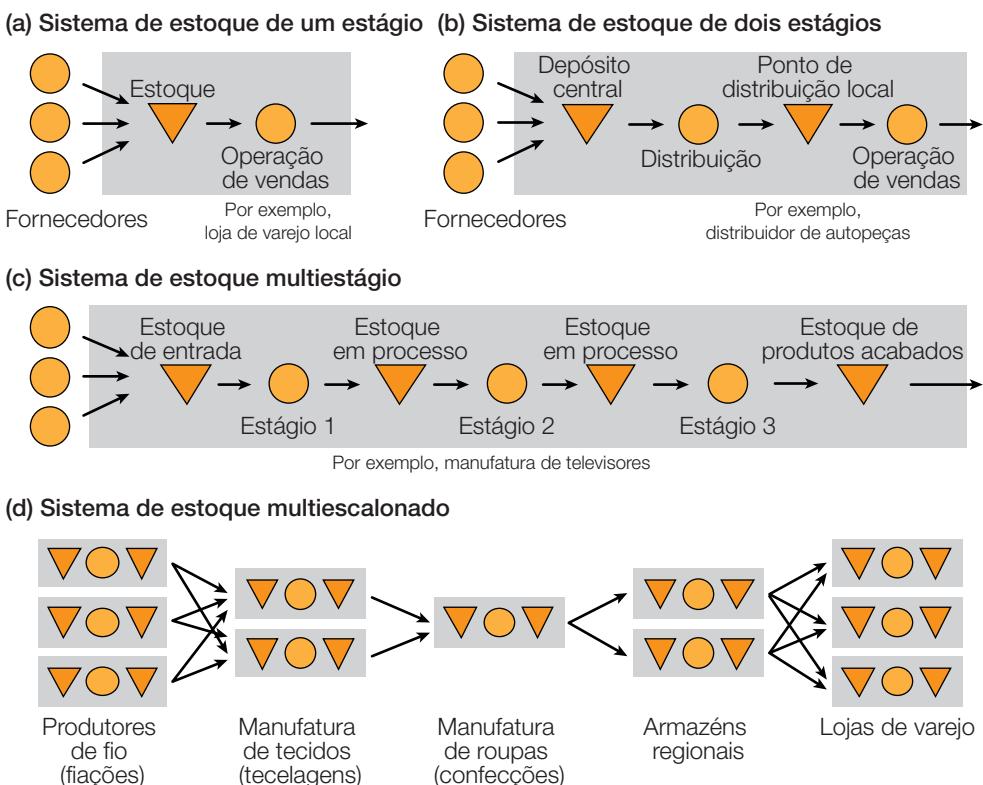
Fonte: Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p. 314).



A gestão do fluxo de entrada é função de compras e a gestão do fluxo de saídas é função de vendas e distribuição. A harmonização dos dois fluxos dentro da fábrica é função do planejamento e controle de produção (PCP).

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2007), não somente há diversas razões para o desequilíbrio entre fornecimento e demanda, mas também pode haver pontos nos quais esse desequilíbrio existe entre diferentes estágios na produção. A Figura 1.3 ilustra os diferentes níveis de complexidade de relacionamentos de estoque dentro de uma operação.

Figura 1.3 – Diversos sistemas de estoque



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2007, p. 361).

Provavelmente, o nível mais simples seja o sistema de estoque de um estágio, que administra apenas um estoque de itens, como é o caso da loja de varejo. A distribuição de autopeças é uma operação que utiliza o sistema de estoque de dois estágios, gerenciando estoques em um depósito central e em vários pontos de distribuição.

O sistema de estoque multiestágio é encontrado em muitas manufaturas e é caracterizado pela existência de diferentes tipos de estoques: insumos (matérias-primas e componentes), material em processo e produtos acabados. O sistema de estoque multiescalonado é o mais complexo, mapeando o relacionamento de estoques entre as várias operações dentro de uma cadeia de suprimentos.

Seção 2

Tipos de estoque

Dividir o estoque em tipos facilita o controle. Existem diversas formas diferentes de classificação de estoques, conforme a finalidade de controle. Vamos descrever duas formas de classificação de estoques: uma delas considerando seu propósito ou razão de surgimento durante as operações na cadeia de suprimentos, e outra considerando o tratamento contábil que recebem. As outras formas de classificação são geralmente variantes dessas duas citadas.

2.1 Classificação considerando as operações na cadeia de suprimentos

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2007), as várias razões para o desequilíbrio entre a taxa de fornecimento e a de demanda em diferentes pontos de qualquer operação levam a diferentes tipos de estoque. Existem cinco categorias distintas de estoques, considerando seu propósito ou razão de surgimento durante as operações na cadeia de suprimentos:

- estoque de proteção ou de segurança;
- estoque de ciclo;
- estoque de antecipação;
- estoque no canal de distribuição;
- estoque obsoleto, morto ou evaporado.

O Quadro 1.2 detalha cada tipo de estoque.

Quadro 1. 2 – Classificação dos estoques considerando as operações na cadeia de suprimentos

TIPO DE ESTOQUE	DESCRIÇÃO
de proteção (de segurança)	<ul style="list-style-type: none"> • Usado para compensar as incertezas inerentes a fornecimento e demanda. • Compensa as incertezas no processo de fornecimento de itens ou entre dois estágios do processo de produção.
de ciclo	<ul style="list-style-type: none"> • Ocorre porque um ou mais estágios na operação não podem fornecer simultaneamente todos os itens que produzem. • Suprem a demanda média durante o tempo transcorrido entre sucessivos reabastecimentos.
de antecipação	<ul style="list-style-type: none"> • Seu propósito é compensar diferenças de ritmo entre fornecimento e demanda. • Comumente usado quando as flutuações de demanda são significativas, mas relativamente previsíveis.
no canal de distribuição	<ul style="list-style-type: none"> • Existem porque o material não pode ser transportado instantaneamente entre o ponto de fornecimento e o ponto de demanda. • Todo estoque em trânsito é estoque no canal.
obsoleto	<ul style="list-style-type: none"> • Composto de itens deteriorados, ultrapassados, perdidos ou roubados durante um armazenamento prolongado.

Fonte: Adaptação de Slack, Chambers e Johnston (2007, p. 358-360).

2.2 Classificação para efeito contábil

Os inventários recebem um tratamento contábil minucioso, pois constituem parcela considerável dos ativos das empresas. São classificados, nesse caso, em cinco grandes categorias:

- estoque de materiais;
- estoque de produtos em processo;
- estoque de produtos acabados;
- estoque em trânsito;
- estoque em consignação.

O Quadro 1.3 detalha cada tipo de estoque.

Quadro 1.3 – Classificação dos estoques para efeito contábil

TIPO DE ESTOQUE	DESCRÍÇÃO
de materiais	<ul style="list-style-type: none"> São todos os itens utilizados nos processos de transformação em produtos acabados. Incluem materiais diretos e indiretos, inclusive os materiais auxiliares.
de produtos em processo	<ul style="list-style-type: none"> São todos os itens que já entraram no processo produtivo, mas que ainda não são produtos acabados. São os materiais que começaram a sofrer alterações sem estarem finalizados.
de produtos acabados	<ul style="list-style-type: none"> São todos os itens que já estão prontos para serem entregues ao consumidor final. Incluem itens de revenda.
em trânsito	<ul style="list-style-type: none"> São todos os itens que já foram despachados de uma unidade fabril para outra, normalmente da mesma empresa, e que não chegaram a seu destino final.
em consignação	<ul style="list-style-type: none"> São todos os itens que continuam a ser propriedade do fornecedor até que sejam vendidos ou devolvidos sem ônus.

Fonte: Adaptação de Martins e Alt (2006).



Os estoques de materiais podem incluir diversos tipos de itens e podem ser classificados em:

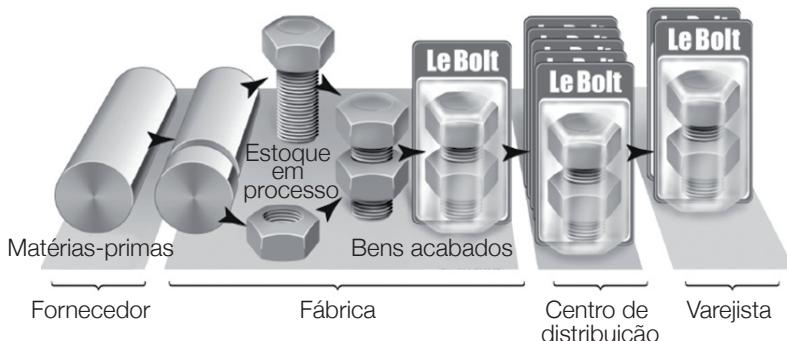
- **matérias-primas:** materiais que a empresa adquire para usar no processo produtivo, geralmente incorporando-se ao produto final, ou um material de embalagem.
- **materiais diretos:** materiais produtivos; itens que se agregam ao produto final.
- **materiais indiretos:** materiais auxiliares ou não produtivos; itens que não se agregam ao produto final.
- **materiais auxiliares:** são os itens utilizados pela empresa, mas que pouco ou nada se relacionam com o processo produtivo, como os materiais de manutenção, escritório e de limpeza.

Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) afirmam que o estoque pode ser mantido de diferentes modos e em vários pontos de armazenamento. O estoque de produto acabado de um fornecedor pode também estar armazenado em seu cliente, pois o produto acabado de um é a matéria-prima de outro. As matérias-primas serão transformadas em vários níveis de estoque de produtos em processo até serem convertidas em estoque de produtos acabados. Os itens acabados podem ser armazenados na fábrica, no centro de distribuição e nos locais de varejo. A Figura 1.4 ilustra o caso.



Um centro de distribuição é um armazém de propriedade do fabricante ou do varejista que guarda os produtos produzidos ou comprados para revenda, com a finalidade de despachá-los para outras unidades, filiais ou clientes.

Figura 1.4 – Estoque em sucessivos pontos de armazenamento



Fonte: Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p. 314).

Seção 3

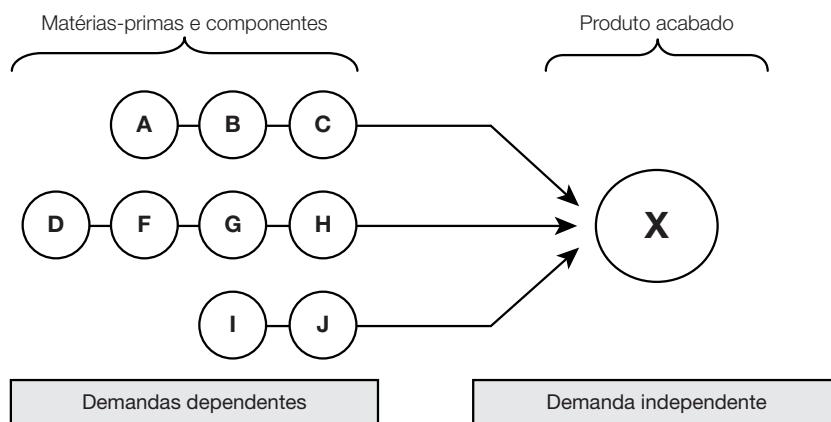
Tipos de demanda

A forma como controlamos os níveis de estoque é fortemente influenciada pela natureza da demanda ao longo do tempo. Os recursos materiais ou estoques podem ser classificados basicamente, de acordo com a natureza de sua demanda, em **demandada independente** e **demandada dependente**.

A demanda independente é aquela que deve ser prevista porque não está relacionada com outro item, ao passo que a demanda dependente é aquela que deve ser calculada porque está relacionada ou depende de algum outro item.

A Figura 1.5 ilustra a diferença entre esses dois tipos de demanda.

Figura 1.5 – Demandas independente e dependente



Fonte: Elaboração do autor (2013).

3.1 Demanda independente

Os itens de **demandas independentes** são aqueles cuja demanda decorre, em sua maioria, dos pedidos dos clientes externos como produtos acabados que são vendidos diretamente a eles, e itens de manutenção, de uso interno e requisitados por clientes internos, como material de escritório.



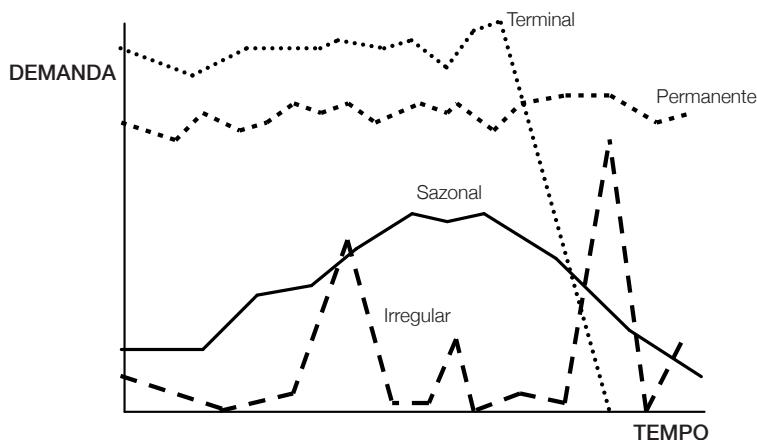
Demandas independentes é a demanda futura por um item que, pela impossibilidade de se calcular, tem obrigatoriamente de ser **prevista** para que se possa gerir o item.

Slack, Chambers e Johnston (2007) afirmam que a maioria dos produtos acabados tem a sua demanda futura amarrada a uma infinidade de fatores alheios ao controle do planejador, como as ofertas concorrentes e seu preço, as condições climáticas, de moda, os “humores” do mercado, as condições macroeconômicas locais e globais e outros. Por sua vez, a demanda independente pode ser dividida em quatro padrões comuns de demanda:

- permanente;
- sazonal;
- irregular;
- terminal.

A Figura 1.6 ilustra esses quatro padrões comuns de demanda.

Figura 1.6 – Padrões comuns de demanda



Fonte: Elaboração do autor (2013).

A **demandade padrão permanente** ou perpétuo refere-se a produtos com ciclo de vida longo e que não possuem grandes picos ou vales de consumo ao longo de um ano. Ballou (1993) afirma que mesmo um ciclo de vida de cinco anos, por exemplo, é suficientemente longo para justificar a inclusão de um item entre aqueles produtos com um padrão permanente de demanda. Muitos itens de alimentação e higiene pessoal são exemplos deste tipo de padrão de demanda.

A **demandade padrão sazonal**, de acordo com Ballou (1993), inclui tanto produtos com ciclo de demanda anual, associados aos picos e vales acentuados ao longo desse intervalo, como produtos de moda com ciclo de vida muito reduzido. Na maioria das vezes, é necessário realizar promoções baseadas em descontos irresistíveis para reduzir os estoques mantidos para atender este padrão de demanda. Como exemplo, podemos citar chocolates de Páscoa, árvores de Natal, material publicitário para campanhas políticas, entre outros.

A **demandade padrão irregular** corresponde aos produtos com comportamento tão irregular que é muito difícil realizar uma previsão exata de vendas. São itens com tempos de ressuprimento muito longos ou pouco flexíveis, como é o caso dos equipamentos de construção. De acordo com Ballou (2006), representa a condição em que são tantas as variações aleatórias no padrão de demanda que a tendência e padrões sazonais às vezes acabam sendo obscurecidos e não funcionando.

A **demandade padrão terminal** ou em declínio é representada por itens cuja demanda acaba em algum momento previsível no futuro, que em geral não se estende por mais de um ano, tendo em vista que serão substituídos por outros itens. É necessário, nesse caso, que seja mantido apenas o estoque suficiente para satisfazer estritamente as imposições da demanda. É o caso dos livros didáticos com revisões já previstas, das peças de reposição para produtos com vida útil planejada e dos sobressalentes para aeronaves militares.

O Quadro 1.4 oferece uma visão detalhada dos quatro tipos de demanda independente e relaciona, para cada padrão comum de demanda, o tratamento em relação ao ressuprimento que deve ser dado ao estoque.

Quadro 1.4 – Ressuprimento dos estoques de acordo com o tipo de demanda

TIPOS DE DEMANDA	DESCRÍÇÃO	ESTOQUES
Permanente	Produtos com ciclo de vida muito longo – não existem grandes picos ou vales de consumo ao longo de um ano.	<ul style="list-style-type: none"> Requerem ressuprimento contínuo ou periódico. O controle de estoque orienta-se para a previsão de demanda de cada item, a determinação de quando o ressuprimento deve ser efetuado e a determinação do tamanho do lote de ressuprimento.
Sazonal	Produtos com ciclo anual de demanda ou simplesmente produtos de moda com ciclos de vida muito curtos.	<ul style="list-style-type: none"> Requerem previsão acurada do nível de demanda futuro. O estoque acompanha a previsão (no caso de produtos de moda, não apenas a previsão de quantidade a ser vendida, mas também da época quando ocorrerá o pico).
Irregular	Produtos tão irregulares em seu comportamento que é difícil prever vendas.	<ul style="list-style-type: none"> Está amarrado à previsão precisa de vendas, principalmente quando o comportamento errático está combinado com tempos de ressuprimento muito longos ou pouco flexíveis.
Em declínio	O declínio da demanda é geralmente gradual e os estoques excedentes podem ser diminuídos pouco a pouco. Em alguns casos, o final ocorre subitamente e de modo planejado.	<ul style="list-style-type: none"> Embora se deva prever a demanda p/ todos os períodos até o final das vendas, o problema aqui se concentra em planejar quando e quanto deve ser estocado período a período (semana, mês ou ano).

Fonte: Adaptação de Ballou (1993, p. 209-210).

3.2 Demanda dependente

Os itens de **demandas dependentes** são aqueles cuja quantidade a ser utilizada depende da demanda de um item de demanda independente.



Demandas dependentes é a que pode ser **calculada** a partir da demanda de um produto acabado.

A demanda dependente é relativamente previsível devido à sua dependência de alguns fatores conhecidos. Conforme afirmam Corrêa e Corrêa (2004), a decisão está sob controle total da operação: o consumo futuro dos componentes necessários para a montagem de determinado produto, por exemplo, está diretamente correlacionado com a quantidade que a operação decidiu produzir desse produto. É o caso também dos materiais de embalagem dos produtos primários, em que o padrão de demanda de um item é derivado da demanda por outro item.

Em relação ao tratamento que deve ser dado ao ressuprimento, o estoque também é dependente – quanto e quando comprar ou produzir pode ser determinado com precisão a partir da demanda por produtos acabados. Os itens que fazem parte da estrutura do produto final são de demanda vertical. A demanda horizontal refere-se aos itens que não fazem parte da estrutura do produto final, mas são expedidos juntos com o produto final como, por exemplo, o manual de manutenção que é embalado junto com uma máquina.

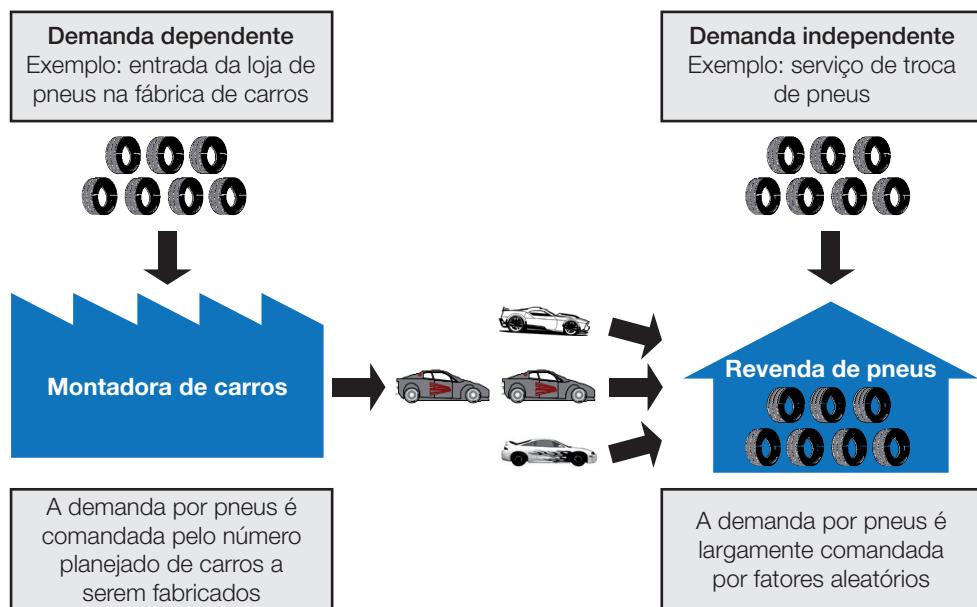
- **Demanda vertical:** componente necessário à produção de uma submontagem ou produto final;
- **Demanda horizontal:** no caso, por exemplo, de um acessório expedido junto com o produto final.

É importante perceber, no entanto, que um determinado material pode ter a sua demanda classificada como independente em uma empresa e como dependente em outra, em função de como é planejada a compra. Dessa maneira, um pneu em uma montadora é um item de demanda dependente, pois a quantidade total a ser utilizada dependerá da previsão de carros a serem montados (cinco unidades por veículo). Por outro lado, para um negociante de pneus atuando no mercado de reposição, o mesmo pneu é um item de demanda independente (a venda precisa ser prevista para gerir o item).

Para que uma montadora de carros possa calcular a sua necessidade de pneus em um dia, por exemplo, basta multiplicar a quantidade de carros que serão montados por 5 (cada carro tem 5 pneus). Em compensação, uma empresa que presta serviço de venda e troca de pneus precisa estabelecer uma quantidade de pneus a ser estocada com base em uma previsão de vendas.

A Figura 1.7 ilustra como a demanda de pneus pode ser tratada como demanda dependente por uma montadora de carros e como demanda independente por uma revenda que presta serviço de troca de pneus.

Figura 1.7 – Demanda dependente e demanda independente



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2007, p. 288).

Seção 4

Importância e avaliação dos estoques

A importância dos estoques varia de empresa para empresa e o tratamento que é dado aos inventários não é o mesmo para diferentes firmas e indústrias. Os estoques das indústrias, de acordo com Ballou (2006), são em geral muito maiores que os do varejo e do atacado, sobrepondo-os em termos de valor monetário na razão aproximada de dois para um.

Ainda segundo o autor, estoques de bens duráveis apresentam oscilações maiores que os estoques de não duráveis, uma vez que a compra pode ser adiada com mais facilidade. A importância atribuída aos inventários pode ser melhor observada pela comparação do capital imobilizado em estoques com vendas, ativo circulante e ativo total de diversas empresas.

O Quadro 1.5 mostra exemplos de estoque como percentagem de vendas e do ativo para seis tipos de empresa.

Quadro 1.5 – Exemplos de estoques como percentagem de vendas e do ativo para seis tipos de empresa

Companhia	a Vendas %	b Ativo Circulante %	c Ativo Total %	d Rotação
Varejista	14	45	20	4,3
Distribuidor de alimentos	6	72	45	10,1
Manufatura de componentes elétricos	18	49	29	4,3
Material de construção	30	56	39	3,1
Utensílios	15	33	26	4,6
Metais	11	44	16	6,3

a. Vendas calculadas pelo custo de compras.
 b. Ativo circulante inclui itens de maior liquidez, como caixa, aplicações, contas a receber e estoques.
 c. Inclui o ativo circulante mais instalações, equipamentos, capital e itens intangíveis (marcas registradas e franquias).
 d. Razão entre vendas líquidas e estoque médio.

Fonte: Nelleman (1975).

As empresas mantêm uma atitude ambivalente em relação aos estoques.

Não obstante o fato de empatarem uma quantidade considerável de capital, os estoques proporcionam uma certa segurança em ambientes incertos e complexos. Ou seja, apesar dos custos associados à manutenção de algum nível de estoque, estes facilitam a harmonização entre fornecimento e demanda, evitando problemas, como, por exemplo, atrasos na produção por falta de matérias-primas, perda de clientes por falta de produto acabado, parada de equipamentos por falta de sobressalentes e outros diversos.

Examinaremos, a seguir, as razões que levam as empresas a manterem um certo nível de estoque em suas operações e os motivos pelos quais os estoques devem ser mantidos em nível mínimo.

4.1 Razões a favor dos estoques

Os estoques são vistos como um recurso produtivo que, no final da cadeia de suprimentos, criará valor para o consumidor final. A oportunidade de atendê-los prontamente, no momento e na quantidade desejados, é facilitada por meio de uma gestão eficaz dos estoques.

Conforme foi escrito antes, a manutenção de estoques serve como uma espécie de garantia contra acontecimentos inesperados. Ballou (2007) enumera seis razões para que os estoques sejam mantidos:

- melhorar o nível de serviço;
- incentivar economias na produção;
- permitir economias de escala nas compras e no transporte;
- agir como proteção contra aumento de preços;
- proteger a empresa de incertezas na demanda e no tempo de ressuprimento;
- servir como segurança contra contingências.

O Quadro 1.6 detalha cada uma dessas seis razões para se manter estoque.

Quadro 1.6 – Razões para se manter estoque

RAZÕES PARA MANTER ESTOQUES	
Melhorar o nível de serviço	Estoques localizados mais próximos aos pontos de venda e em quantidades adequadas auxiliam a área de <i>marketing</i> a vender os produtos da empresa.
Economias na produção	Estoques atuam como amortecedores entre oferta e demanda, possibilitando uma produção mais constante e em grandes lotes de fabricação, sem oscilar com as flutuações de vendas.
Economias de escala	Os custos são tipicamente menores quando o produto é fabricado continuamente e em quantidades constantes, pois a negociação de lotes de compra maiores gera fretes unitários menores e possibilita descontos maiores que as demandas imediatas.
Proteção contra aumentos de preço	Um alto volume de compras minimiza o impacto do aumento de preços pelos fornecedores, principalmente quando podem ser previstos.

RAZÕES PARA MANTER ESTOQUES	
Proteção contra incertezas na demanda e no tempo de ressurgimento	Estoques de segurança são necessários quando tanto o comportamento de demanda dos clientes quanto o tempo de entrega dos fornecedores não são perfeitamente conhecidos.
Segurança contra contingências	Manter estoques de reserva é uma maneira de garantir o fornecimento normal em caso de greves, incêndios, inundações, instabilidades políticas e outras variáveis exógenas que podem criar problemas.

Fonte: Adaptação de Ballou (2006, p. 272-273).

As últimas cinco razões para a manutenção de estoques do Quadro 1.6 estão relacionadas com a economia de custos imediatamente resultantes. Segundo Ballou (2006), embora a manutenção de estoques implique em custos adicionais, sua utilização acaba indiretamente reduzindo os custos operacionais em outras atividades do canal de suprimentos, de tal modo que pode mais do que compensar os custos de manutenção.

De setembro de 2002 a março de 2003, o Brasil importou mais e exportou menos petróleo, apesar da produção interna ter aumentado e o consumo ter registrado declínio no início de 2003. Tratou-se de uma formação de estoques estratégicos para a guerra entre os Estados Unidos e o Iraque. Ao reduzir as exportações e aumentar as importações – num período em que a produção interna estava aumentando e o consumo caindo – houve um aumento óbvio da disponibilidade de petróleo no país.

A formação do estoque estratégico de petróleo é uma “questão antiga” no setor. Um ex-dirigente da Petrobrás considera essa questão complexa porque a empresa é a única no país com estrutura suficiente para a formação de estoques.

“Isso tem custos e certamente o governo relutaria em absorver essas despesas. Mas a Petrobrás, enquanto empresa, não pode absorver essa atribuição”, comentou o ex-dirigente. (MARTINS; ALT, 2006, p. 168).

4.2 Razões contra os estoques

Apesar de serem recursos produtivos que armazenam valor e serem necessários para compensar a imprevisibilidade dos processos organizacionais e ambientais, existe uma série de argumentos contra a manutenção de estoques:

- os estoques são considerados um desperdício, pois o capital investido neles poderia ser mais bem empregado em melhorar a produtividade e a competitividade da empresa;

- a manutenção de estoques não contribui com qualquer valor direto para os produtos das empresas;
- os estoques às vezes acabam desviando a atenção da existência de problemas no canal de suprimento, pois possibilitam evitar o planejamento e a coordenação ao longo dos vários elos do canal;
- níveis elevados de estoques tendem a gerar conformidade com o erro e as causas dos problemas não são atacadas.

Seção 5

Custos do estoque

Existe uma série de custos para as organizações que precisam manter estoques. Ballou (2006) enumera três categorias diferentes de custos associados à administração de estoques:

- custos de manutenção;
- custos de compra ou requisição;
- custos de falta de estoque.

Alguns são diretamente proporcionais à quantidade estocada, outros são inversamente proporcionais a ela, e existem ainda custos independentes da quantidade estocada. Ou seja, conforme muda a quantidade estocada, alguns custos podem aumentar enquanto outros podem diminuir. Por esta razão, os custos do estoque são conflitantes entre si, ou em compensação. Uma questão crítica, portanto, é balancear os estoques para se obter o maior equilíbrio possível entre a produção e o custo total do estoque.

5.1 Custos de manutenção

Estão associados a todos os custos necessários para manter certa quantidade de materiais por um período. Incluem os custos de: armazenagem, manuseio, seguro, deterioração e obsolescência, furtos e roubos, perdas e de oportunidade de empregar dinheiro em estoque (que poderia ser empregado em outros investimentos de igual risco fora da empresa). Esses custos, conforme se pode ver na Figura 1.8, são diretamente proporcionais à quantidade estocada.

Figura 1.8 – Custos de manutenção



Fonte: Martins e Alt (2006, p. 178).

5.2 Custos de compra ou requisição

Estão associados ao processo de requisição das quantidades requeridas para reposição de estoque. Incluem os custos fixos administrativos habituais do processo de compra:

- custo de processar pedidos nos departamentos de compras, faturamento ou contabilidade;
- custo para enviar o pedido até o fornecedor (eletronicamente ou por correio);
- custo de preparação de produção ou do manuseio para atender o lote solicitado (em caso de itens fabricados internamente);
- custo de manuseio e verificação contra a nota e quantidade física no recebimento do pedido.

Esses custos são inversamente proporcionais à quantidade estocada, isto é, quanto mais vezes se comprar ou se preparar a produção, menores serão os estoques médios e maiores serão os custos decorrentes do processo tanto de compras como de preparação.

5.3 Custos de falta de estoque

Estes custos estão associados aos casos em que houver demanda por itens em falta no estoque. Podem ocorrer dois tipos de custos de falta de estoques, conforme a reação do cliente em potencial frente a essa situação:

- custo de vendas perdidas;
- custos de atrasos.

O **custo de vendas perdidas** pode ser estimado como o lucro perdido quando um cliente cancela seu pedido caso o produto desejado esteja em falta. É difícil de medir, pois não se pode prever com precisão as intenções futuras do cliente quanto a novas compras do produto.

Os **custos de atrasos** estão associados aos gastos adicionais de vendas e a custos administrativos no reprocessamento do pedido, além de custos extraordinários de transporte e manuseio. São de mais fácil mensuração, pois resultam em gastos diretos da empresa.



Michael C. Bergerac, ex-diretor presidente da Revlon, Inc. afirmou que “Todo erro de gerenciamento se reflete no estoque” (BALLOU, 2006, p. 271).

Seção 6

Objetivos do estoque

A gestão de estoques equilibra a necessidade de disponibilidade de produtos com os custos de abastecimento associados a determinado nível de estoque. Procura-se, portanto, balancear os **objetivos de custo**, de um lado, com o **nível de serviços** prestados aos clientes, de outro lado.

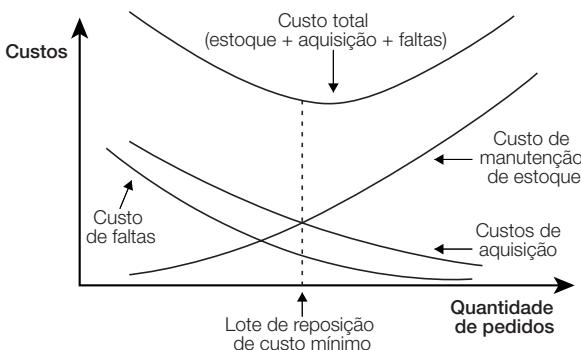
6.1 Objetivos de custo

Estabelecer os níveis de estoque e sua localização é apenas uma parte do problema do controle de estoque. De acordo com Ching (2001), os custos de manutenção, de compra e de falta de estoque possuem comportamentos conflitantes:

- quanto maiores as quantidades estocadas, maiores serão os custos de manutenção;
- quanto maior a quantidade do pedido, maior o estoque médio e mais alto será o custo de mantê-lo;
- quanto maiores quantidades forem solicitadas, menos pedidos serão feitos e menor será o custo de compra.

Um dos objetivos da gestão de estoques é balancear esses custos e estabelecer um plano de suprimentos que minimize o **custo total** e determine a quantidade do pedido para reposição de um item no estoque, conforme ilustra a Figura 1.9.

Figura 1.9 – Tamanho do lote de reposição



Fonte: Ching (2001, p. 30).

6.2 Objetivos de nível de serviço

A dificuldade em estimar os custos de faltas leva, às vezes, ao estabelecimento de um objetivo ligeiramente diferente para a gestão de estoques: garantir que o produto esteja disponível no tempo e nas quantidades desejadas. Veja um exemplo a seguir.



Ao fixar a disponibilidade conforme a política de que “95% dos pedidos de um determinado item devem ser atendidos em 24 horas”, uma determinada empresa deve ajustar os custos de manutenção e compra de modo que a soma seja minimizada.

É algo que se julga normalmente com base na probabilidade de atendimento do pedido com um produto de estoque atual (BALLOU, 2004). Essa probabilidade é denominada **nível de serviço** ou **índice de atendimento** e é representada por um valor entre 0 e 1 (ou seja, entre 0 e 100%). Para apenas um item, pode ser definida como:

$$NS = 1 - (NF / DA)$$

Onde: NS = nível de serviço;

NF = número esperado de unidades faltantes por ano;

DA = demanda anual total.

Normalmente, o nível de serviço é especificado, sendo necessário controlar o número esperado de unidades em falta. Os clientes solicitam normalmente mais de um item por vez. Consideremos, por exemplo, um pedido composto por 3 itens, cada item com um nível de serviço de 0,95 (igual a 95%), ou seja, apenas 5% de possibilidade de não estar em estoque. Como se pode ver abaixo, a probabilidade de atender ao pedido total sem nenhum item em falta é um pouco menor do que a de atender aos itens separadamente:

$$0,95 \times 0,95 \times 0,95 = 0,86$$

Por outro lado, uma combinação de itens pode aparecer em qualquer pedido quando existem vários pedidos de muitos clientes. Devemos considerar, nesse caso, um **índice médio ponderado de atendimento** (WAJR) para expressar mais adequadamente o nível de serviço. Este é calculado, conforme Ballou (2006), pela multiplicação da frequência com que cada combinação de itens aparece no pedido pela probabilidade de atender esse pedido por inteiro. As taxas de atendimento de cada item precisam ser ajustadas, caso se queira atingir a meta de WARF especificada.

Para exemplificar o cálculo do **índice médio ponderado de atendimento (WAJR)**, Ballou (2006) menciona uma empresa de materiais químicos que recebe pedidos para um de seus produtos de pintura. A linha de produtos de pintura contém 3 itens separados que os clientes costumam encomendar em combinações variadas. A partir de uma amostragem dos pedidos recebidos em determinado período de tempo, os itens aparecem em pedidos em 7 combinações diferentes e com as frequências registradas conforme tabela abaixo.

A partir também dos registros da empresa, a probabilidade de ter cada um dos itens em estoque é NS(A) = 0,95; NS(B) = 0,90; e NS(C) = 0,80. Com essas informações é possível computar o WAJR, conforme exemplifica o Tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Exemplo de índice médio ponderado de atendimento (WAFR)

Combinação dos itens no pedido	(1) Frequência dos pedidos	(2) Probabilidade de atendimento integral dos pedidos	(3) = (1) x (2) Valor marginal
A	0,1	(0,95) = 0,950	0,095
B	0,1	(0,90) = 0,900	0,090
C	0,2	(0,80) = 0,800	0,160
A, B	0,2	(0,95)x(0,90) = 0,855	0,171
A, C	0,1	(0,95)x(0,80) = 0,760	0,076
B, C	0,1	(0,90)x(0,80) = 0,720	0,072
A, B, C	0,2	(0,95)x(0,90)x(0,80) = 0,684	0,137
1,0		WAJR =	0,801

Fonte: Ballou (2006, p. 278).

Como demonstram os cálculos na tabela, a WAJR aqui é de 0,801. Ou seja, a empresa não terá condições de entregar todos os itens em um de cada 5 pedidos de clientes.

Além do nível de serviço, o desempenho dos estoques também pode ser medido por outros indicadores, entre os quais:

- percentual de pedidos atendidos por inteiro;
- percentual de itens em pedidos pendentes;
- percentual de itens atendidos por abastecimento cruzado a partir de locais secundários.

Ao fixar-se a disponibilidade, nota-se que os custos de faltas são considerados indiretamente. Ching (2001) afirma que é necessária grande cautela para fixar o nível de serviço de estoque desta forma. O problema é que aumentar a disponibilidade em apenas alguns pontos percentuais tem efeito dramático no capital investido em estoques.

Se o nível de estoque cresce explosivamente com disponibilidades elevadas, na maioria das vezes o nível de serviço utilizado deve ser menor que 100%. Deve haver o maior equilíbrio possível entre o nível de serviço prestado aos clientes, de um lado, e entre a produção e o custo total de estoque, de outro lado.

Capítulo 2

Armazenamento de materiais

Habilidades

Com o estudo deste capítulo, o estudante desenvolverá habilidades para aplicar técnicas de controle para o inventário, estoques e acurácia.

Seções de estudo

Seção 1: Introdução

Seção 2: Funções da armazenagem

Seção 3: Normalização e qualidade na armazenagem

Seção 4: Segurança na armazenagem de materiais

Seção 5: Arranjo físico do depósito

Seção 6: Sistemas de Gerenciamento de Depósito (WMS)

Seção 1

Introdução

Os armazéns são os elementos que unem a produção ao consumidor e também o fornecedor ao consumidor. Eles podem ser divididos nos seguintes tipos:

- **primários** – almoxarifados de matérias-primas e embalagens;
- **intermediários** – de produtos semiacabados que não podem ser comercializados diretamente;
- **de produtos acabados** – produtos saídos da produção para atender à demanda.

Fica clara a importância das operações de armazenagem se pensarmos nos reflexos negativos para a empresa que podem ser causados pela má gestão dos armazéns. Moura (1997) enumera e descreve quatro fatores que mostram a necessidade de armazenagem.

1. necessidade de compensação das diferentes capacidades das fases de produção;
2. equilíbrio sazonal;
3. garantia de continuidade da produção;
4. custos e especulação.

O Quadro 2.1 detalha cada um desses fatores.

Quadro 2.1 – Fatores que justificam a necessidade de armazenagem

FATORES	DESCRÍÇÃO
Necessidade de compensação das diferentes capacidades das fases de produção	Volume de produção <i>versus</i> tempo de preparação de máquina, volumes elevados de produção, manutenção de uma reserva mínima na produção.
Equilíbrio sazonal	Pela dependência em que se encontram a fase de aquisição e a de armazenagem como colheita/consumo de alimentos e estação própria para o vestuário, por exemplo.

FATORES	DESCRIÇÃO
Garantia de continuidade da produção	Quando é essencial regular a montagem dos produtos nos períodos de aumento de produção e em caso de problemas de fornecimento de matérias-primas.
Custos e especulação	Convém aguardar uma oportunidade de obtenção de ganhos ou de estabilização das conjunturas econômicas e oscilações de mercado.

Fonte: Moura (1997, p. 6-7).

Apesar desses quatro fatores mostrarem a necessidade de armazenagem, ainda assim Moura (1997) considera a armazenagem um mal necessário, pois, apesar das vantagens, também possui desvantagens como:

- alto custo dos materiais armazenados;
- alto custo do capital imobilizado;
- alto custo de armazenagem (gestão, instalações, mão de obra e equipamentos);
- grande área necessária para armazenamento;
- alto custo de movimentação;
- possibilidade de deterioração devido à perecibilidade dos materiais.

Seção 2

Funções da armazenagem

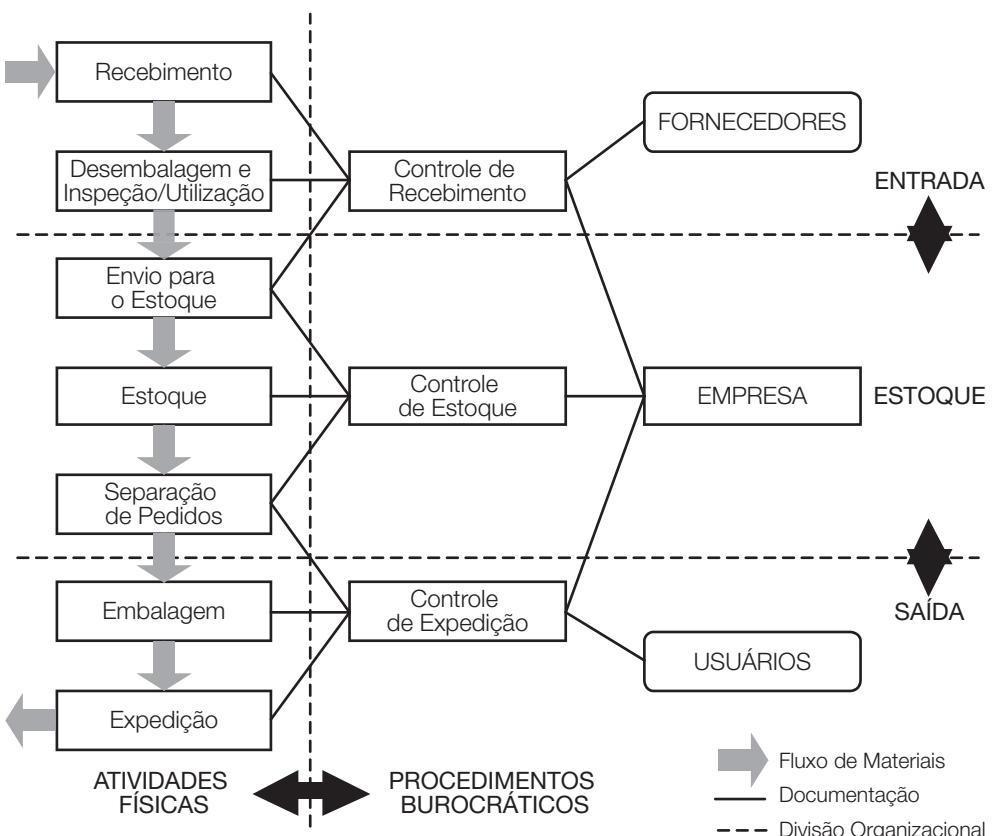
De acordo com Moura (1997), existem dez funções tradicionais de armazenagem:

1. recebimento ou descarga;
2. identificação e classificação;
3. conferência (inspeção) qualitativa e quantitativa;
4. endereçamento para o estoque;
5. estocagem;
6. separação de pedidos ou remoção do estoque;
7. acumulação de itens;
8. embalagem;
9. expedição;
10. registro das operações.

Dependendo da empresa, muitas dessas funções de armazenagem podem ser realizadas fora do armazém. A inspeção na chegada, por exemplo, pode ser executada pelo controle de qualidade diretamente na linha de produção. Da mesma maneira, a embalagem dos produtos pode ser feita na linha de montagem ou na área de produção.

Em relação à acumulação de itens, essa função é necessária quando quantidades predeterminadas de peças para a produção ou distribuição são removidas da estocagem e colocadas em um ou mais contenedores para subsequente liberação. Enquanto não for necessária a distribuição dos itens para as áreas de trabalho, eles permanecem estocados. A Figura 2.1 ilustra o caso.

Figura 2.1 – Funções da armazenagem



Fonte: Moura (1997, p. 10).

As funções de armazenagem podem ser divididas em duas funções principais:

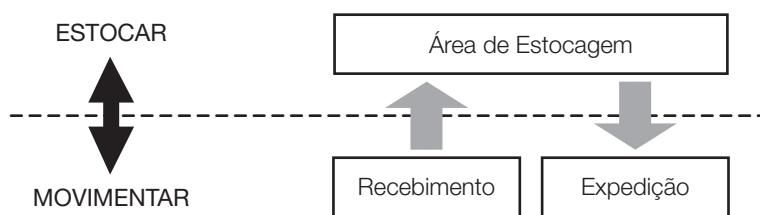
- função de estocar;
- função de movimentar.

A função de **estocar** ou **manter** diz respeito à área de estocagem, usada para armazenar produtos e ao método de estocagem empregado. A capacidade de itens que devem ser estocados e o método de estocagem utilizado determinam o tamanho da área de estocagem.

A função de **movimentar**, como o próprio nome diz, está relacionada com a movimentação dos produtos, incluindo as operações de recebimento, expedição e a movimentação dos produtos de e para a área de estocagem.

A Figura 2.2 mostra as duas funções principais em um armazém.

Figura 2.2 – As funções de estocar e movimentar



Fonte: Moura (1997, p. 9).

2.1 Giro de estoque

O giro de estoque é a proporção entre o volume de vendas e a quantidade estocada. Martins e Alt (2006) afirmam que o giro de estoques mede quantas vezes, por unidade de tempo, o estoque girou ou foi renovado.

$$\text{Giro de estoque} = \frac{\text{Valor consumido no período}}{\text{Valor do estoque médio no período}}$$

O Quadro 2.2 mostra que as funções de estocar e movimentar podem ser mais ou menos significativas, conforme o índice de giro de estoque. Portanto, diferentes abordagens gerenciais podem ser adotadas no caso do giro de estoque ser alto ou baixo.

Quadro 2.2 – Funções significativas em relação ao giro de estoques

Giro de estoque	Função mais significativa	OBSERVAÇÃO
alto	função de movimentar	Todas as operações de recebimento e expedição devem ser planejadas cuidadosamente.
baixo	função de estocar	A utilização do espaço físico na área de estocagem deve ser planejada com muito cuidado.

Fonte: Adaptado de Moura (1997, p. 10).

O Quadro 2.3 mostra que o giro de estoque depende do tipo de armazém e varia, na maioria dos casos, entre 0 e 200.

Quadro 2.3 – Variação do giro de estoques

TIPO DE ARMAZÉM	GIRO DE ESTOQUE
Terminal de Frete	50 – 200
Centro de Distribuição	10 – 50
Estocagem de Produtos Acabados	5 – 15
Estocagem Sazonal	1 – 2
Estocagem de Emergência	0 – 1

Fonte: Adaptado de Moura (1997, p. 10).

Vejamos o seguinte exemplo:

Uma empresa possui um estoque inicial de R\$ 120.000,00. O Quadro 2.4 mostra as movimentações em reais dos primeiros três meses do ano.

Quadro 2.4 – Movimentações do primeiro trimestre

Mês	Estoque inicial (EI)	Entradas	Saídas	Estoque final (EF)
1	120.000,00	240.000,00	280.000,00	80.000,00
2	80.000,00	350.000,00	260.000,00	170.000,00
3	170.000,00	180.000,00	280.000,00	70.000,00
Total			820.000,00	

Fonte: Elaboração do autor (2013).

O estoque médio de cada mês é calculado pela soma dos estoques inicial e final, dividida por dois. No Quadro 2.5 estão calculados os estoque médios, em Reais, dos primeiros três meses do ano.

Quadro 2.5 – Movimentações do primeiro trimestre

Mês	(EI + EF) / 2	Estoque médio
1	(120.000,00 + 80.000,00) / 2	100.000,00
2	(80.000,00 + 170.000,00) / 2	125.000,00
3	(170.000,00 + 70.000,00) / 2	120.000,00
Total		345.000,00

Fonte: Elaboração do autor (2013).

O estoque médio no período é a soma dos estoques médios mensais dividida pelo número de meses:

$$E_{\text{médio}(1 - 3)} = \frac{E_{\text{médio}(1)} + E_{\text{médio}(3)} + E_{\text{médio}(2)}}{3} = \frac{345.000,00}{3} = 115.000,00$$

Portanto, o giro de estoques é de:

$$\text{Giro de estoque} = \frac{\text{Valor consumido no período}}{\text{Valor do estoque médio no período}} = \frac{820.000,00}{115.000,00} = 7,13 \text{ vezes}$$

2.2 Cobertura de estoques

Martins e Alt (2006) afirmam que a cobertura indica o número de unidades de tempo (dias, por exemplo) que o estoque médio será suficiente para cobrir a demanda média.

$$\text{Cobertura em dias} = \frac{\text{Número de dias do período em estudo}}{\text{Giro}}$$

Calculemos a cobertura do exemplo anterior:

$$\text{Número de dias} = 3 \text{ meses} * 30 \text{ dias / mês} = 90 \text{ dias}$$

$$\text{Giro} = 7,13 \text{ vezes}$$

$$\text{Cobertura} = \frac{90}{7,13} = 12,62 \text{ dias}$$

Seção 3

Normalização e qualidade na armazenagem

A habilidade de fornecer um serviço de alto desempenho de modo confiável e consistente é um desafio para muitas empresas. Muitas conseguem ter um serviço com valor agregado, livre de erros e com ciclo rápido por certo período de tempo, mas manter o desempenho consistente é outro desafio.

De acordo com Moura (1998), existem alguns indicadores gerenciais de qualidade utilizados no gerenciamento da maioria dos depósitos:

- *housekeeping*, ou seja, conservação e aparência da instalação;
- acuracidade da expedição;
- índice de satisfação no atendimento de pedidos;
- programação – tanto de entrada quanto de saída dos itens;
- número de dias sem acidentes e redução das reclamações de acidentes;
- rotatividade (*turnover*) de funcionários;
- tempo ocioso dos equipamentos;
- redução de avaria nos produtos, tanto no armazém quanto na empresa de transporte;
- desempenho do fornecedor;
- cumprimento das regulamentações governamentais.

No processo de gerenciamento da armazenagem, os eventuais erros cometidos nos recebimentos, entregas, lançamentos e prorrogações são acumulados ao longo do tempo. Castiglioni (2011) afirma que o inventário físico refere-se à contagem de itens em estoque para confronto com a contabilidade. Conforme o tamanho ou natureza do item, a contagem poderá ser feita manualmente ou conferida através de pesagem. Ajustes devem ser feitos conforme recomendações tributárias e contábeis quando existem diferenças entre o inventário físico e os registros de controle. Portanto, o inventário físico tem como objetivos:

- verificar se as quantidades correspondem aos controles do estoque;
- reduzir as perdas pelo maior controle dos produtos;
- atualizar os bancos de dados para possibilitar comprar e vender corretamente;
- descobrir possíveis erros no processo para garantir a integridade da informação;
- otimizar os níveis de estoque;
- acelerar o processo de tomada de decisão.

Dependendo das condições específicas de cada caso, a contagem do estoque físico pode ser realizada através de dois modos:

- inventário periódico;
- inventário rotativo.

O Quadro 2.6 detalha as características de cada um destes modos.

Quadro 2.6 – Modos de contagem do estoque físico

MODO	ABRANGÊNCIA	OBSERVAÇÃO
Inventário periódico	Todos os itens de uma vez.	Realizado em data prefixada, geralmente no fim do ano fiscal ou quando todos os estoques estão baixos. É necessário, geralmente, parar a produção e montar equipes especiais para a contagem.
Inventário rotativo	Todos os itens durante o decurso do ano.	Não interrompe os processos produtivos, mas impõe tarefa pesada aos responsáveis pela contagem para garantir que todos os itens sejam contados pelo uma vez dentro do período fiscal (normalmente de um ano).

Fonte: Adaptado de Martins e Alt (2006, p. 199-200).

A acurácia dos controles pode ser calculada após o término do inventário.

De acordo com Martins e Alt (2006), a acurácia mede a quantidade de itens corretos, tanto em quantidade quanto em valor:

$$\text{Acurácia} = \frac{\text{Número de itens com registros corretos}}{\text{Número total de itens}}$$

ou

$$\text{Acurácia} = \frac{\text{Valor de itens com registros corretos}}{\text{Valor total de itens}}$$

Informações divergentes sobre a quantidade de produtos estocados pode prejudicar o nível de serviço no atendimento aos pedidos dos clientes. Caso existam registros de controle não corretos, pode ser liberado o atendimento a pedidos que efetivamente não serão realizados. Os custos da não acuracidade do inventário, segundo Moura (1998), podem incluir:

- vendas perdidas;
- pedidos devolvidos;
- excesso de inventário;
- excesso de estoque de segurança;
- programas não cumpridos;
- baixa produtividade da mão de obra;
- excesso de urgências;
- excesso de custo de fretes;
- alta obsolescência.

3.1 Housekeeping

As atividades de limpeza e arrumação do depósito são conhecidas pela expressão inglesa *housekeeping*. Essas atividades envolvem todos os funcionários e são realizadas continuamente. Além da manutenção da ordem e limpeza do armazém, o *housekeeping* inclui o uso de uniformes e equipamentos de proteção individual (EPIs) para uma aparência pessoal limpa e segurança de cada funcionário.

De acordo com Moura (1998), o *housekeeping* é analisado em várias áreas do armazém:

- o material não deverá permanecer no chão nem nos corredores;
- paletes vazios, caixas de papelão e ferramentas deverão ser estocados adequadamente;
- o armazém deverá estar limpo e as pilhas de materiais alinhadas adequadamente nos corredores de trabalho;
- os operadores de equipamento deverão estar treinados, certificados e periodicamente recertificados;
- o equipamento deverá estar em ordem para o trabalho;
- a iluminação e outras condições ambientais deverão ser apropriadas para o trabalho;
- o acesso do pessoal às áreas de alto tráfego de equipamentos deverá ser limitado;
- todo material deverá ser estocado adequadamente;
- os operadores não podem ficar em pé ou subir nas caixas de produtos, pois os contenedores podem ser danificados e sujos, contaminando os produtos, além de causar risco à segurança;
- os produtos devem ser manipulados cuidadosamente, ou seja, danos ou derramamento de produtos podem ser minimizados se for empregado apenas um pouco mais de tempo na manipulação;
- os equipamentos mecanizados, incluindo empilhadeiras, varredeiras motorizadas e guindastes devem ser utilizados cuidadosamente a fim de não danificar o produto;
- os procedimentos e as técnicas de carga e descarga devem ser seguidos cuidadosamente para minimizar danos, particularmente na expedição e recepção dos produtos em vagões ferroviários, caminhões e outros meios de transporte;

- os produtos danificados devem ser reportados imediatamente;
- os contenedores danificados devem ser levados para serem recondicionados e o que foi derramado deve ser limpo e a fonte de derramamento contida;
- os produtos e os contenedores infestados devem ser reportados imediatamente a um membro da administração.

3.2 Boas Práticas de Fabricação (BPF)

As atividades relativas às Boas Práticas de Fabricação objetivam, principalmente, eliminar ou diminuir a possibilidade de contaminação ou infestação. É muito mais fácil e mais econômico evitá-las do que corrigi-las, desde que possamos prever, identificar e corrigir problemas potenciais de saneamento.

Moura (1998) sugere algumas políticas genéricas que devem ser colocadas em ação imediatamente:

- utilizar latas de lixo ou tambores;
- autorizar o consumo de alimentos apenas nas áreas designadas;
- proibir que se fume dentro do depósito;
- proibir que se fique de pé ou que se incline nas pilhas de produtos;
- manipular cuidadosamente os produtos;
- utilizar cuidadosamente os equipamentos mecanizados;
- reportar imediatamente danos nos produtos e treinar os operadores para que eles próprios possam cuidar da situação;
- proibir que se jogue lixo nas áreas externas do depósito;
- recolher o lixo e colocá-lo no contenedor adequado mais próximo;
- reportar as condições perigosas do depósito para a administração;
- disciplinar os operadores nas práticas de limpeza metódicas.

Seção 4

Segurança na armazenagem de materiais

A Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho NR-11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais orienta que equipamentos utilizados nessas atividades serão calculados e construídos para oferecer as garantias necessárias de resistência, segurança e conservação em perfeitas condições de trabalho.

4.1 Regras de segurança nas instalações de armazenagem

São regras de segurança nas instalações de armazenagem, segundo a NR-11:

- observar a capacidade de carga (kg/m^2) dos pisos das áreas de estocagem;
- não obstruir o acesso às áreas de circulação, portas de comunicação, rampas e plataformas;
- desobstruir as áreas fronteiriças a locais como pontos de contato elétricos, extintores de incêndio e armários de equipamentos de segurança;
- reforçar externamente as caixas e engradados de madeira por meio de cintas;
- colocar reforços nas diagonais dos lados dos recipientes cujo peso exceder a 200 kg;
- colocar cintas de aço ou plástico em amarrados de chapas, perfilados e materiais similares, quando estocados em engradados;
- observar o limite de 4000 kg para cada amarrado de chapas, perfilados metálicos ou outros materiais similares, quando estocados em engradados;
- realizar a manutenção das embalagens originais que somente podem ser abertas em ocasiões de inspeção, preservação ou fornecimento;
- utilizar recipientes uniformes para estocar materiais recebidos a granel;
- remover as saliências perigosas.

4.2 Regras de segurança na armazenagem

São regras de segurança no processo de armazenagem, segundo a NR-11:

- inspecionar periodicamente as áreas de estocagem quanto à existência de detritos ou agentes que possam causar perigo de incêndio;
- estocar materiais de fácil combustão no fundo das instalações e de forma que permita isolar rapidamente em caso de incêndio;
- identificar corretamente os locais, os equipamentos e as instalações existentes em áreas de estocagem;
- utilizar avisos de segurança de forma adequada;
- dotar as instalações de armazenagem de sistemas de combate a incêndio, implantados de acordo com a orientação técnica de especialistas em segurança;
- colocar dísticos informativos posicionados em locais de fácil visualização nas áreas proibidas ao uso do fumo;
- incinerar resíduos somente em áreas externas, determinadas pelos órgãos de segurança;
- colocar de imediato os resíduos de fácil combustão em recipientes metálicos fechados;
- descarregar os recipientes de resíduos em viaturas de coleta ou em áreas de incineração em horários predeterminados;
- não estocar os recipientes de combustíveis vazios sem prévia limpeza e eliminação de vapores, efetuados em áreas externas das instalações por pessoal conhecedor das normas respectivas;
- estocar materiais inflamáveis em áreas especiais, qualquer que seja a sua finalidade ou uso, incluindo aqueles destinados ao consumo interno;
- proteger as instalações que possuírem áreas de ventilação com telas metálicas de malha fina;
- observar as normas de identificação cromática padronizadas oficialmente para os equipamentos de segurança, as áreas de perigo e as instalações de proteção;
- instalar sinalização de advertência de fácil visualização e leitura em corredores, escadas e saídas de emergência;
- inspecionar periodicamente os equipamentos de proteção contra incêndio para testar a sua eficiência.

Seção 5

Arranjo físico do depósito

Moura (1997) afirma que a realização de uma operação eficiente e efetiva de armazenagem depende muito da existência de um bom arranjo físico. O arranjo físico, ou leiaute, do armazém determina, tipicamente, o grau de acessibilidade ao material, os modelos de fluxo de material, os locais de áreas obstruídas, a eficiência da mão de obra, a segurança do pessoal e do armazém.

Os objetivos do arranjo físico de um depósito devem ser:

- maximizar a utilização do espaço;
- facilitar, de maneira eficiente, a movimentação de materiais;
- tornar a estocagem mais econômica em relação às despesas de armazenagem, incluindo os custos com equipamentos, espaço, danos de material e mão de obra do depósito;
- flexibilizar ao máximo para satisfazer as necessidades de mudança de estocagem e movimentação;
- fazer do depósito um modelo de boa organização.



Arranjo físico do espaço: a localização do estoque no depósito afeta diretamente a despesa total da movimentação de materiais e a utilização do espaço no depósito – há considerações específicas sobre o espaço da estocagem e sobre a separação de pedidos no projeto interno de um depósito.



Arranjo físico para estocagem: em depósitos onde o movimento é baixo, a preocupação primária é definir áreas de estocagem que podem ser largas e profundas e a pilha é tão alta quanto permitem o pé-direito e a estabilidade da carga; à medida que o movimento de estoque aumenta, alargam-se os corredores e a altura das pilhas pode diminuir para reduzir o tempo gasto na colocação e na remoção do estoque.

5.1 Etapas para o projeto do arranjo físico de um depósito

São consideradas, normalmente, cinco etapas para o projeto do arranjo físico de um depósito:

1. definir a localização de todos os obstáculos;
2. localizar as áreas de recebimento e expedição;
3. localizar as áreas primárias, secundárias, de separação de pedidos e de estocagem;
4. definir o sistema de localização de estoque;
5. avaliar alternativas de arranjo físico do depósito.

O Quadro 2.7 detalha as cinco etapas do projeto de arranjo físico de um depósito.

Quadro 2.7 – Etapas do projeto de arranjo físico de um depósito

ETAPA	DESCRÍÇÃO
1	Definir a localização de todos os obstáculos Identificar e localizar colunas de apoio, saídas de emergência, poços de escada, poços de elevador e equipamentos contra incêndio – características físicas fora do controle do projetista.
2	Localizar as áreas de recebimento e expedição Caso não estejam determinadas no plano diretor do local do armazém, localizar as áreas de recebimento e expedição de maneira a maximizar a eficiência dessas operações.
3	Localizar as áreas primárias, secundárias, de separação de pedidos e de estocagem Os tipos de áreas e de equipamentos de estocagem a serem utilizados podem determinar a configuração do arranjo físico da estocagem e da necessidade de corredores.
4	Definir o sistema de localização de estoque <ul style="list-style-type: none">• Sistema de localização fixa: existe uma localização designada permanentemente dentro do depósito, e cada produto pode ser sempre encontrado através de um código de localização.• Sistema de localização aleatória: trabalha com o estoque numa base de espaço disponível (mapas de localização ou listas de código localizador estão constantemente em transição).

ETAPA		DESCRIÇÃO
5	Avaliar alternativas de arranjo físico do depósito	Determinar se o arranjo físico do armazém atinge os objetivos necessários em relação à intensidade de uso, à semelhança, ao tamanho, às características dos materiais e à utilização do espaço.

Fonte: Adaptado de Moura (1997, p. 245-246).

A última etapa do projeto de arranjo físico de um depósito é a avaliação de todas as alternativas de arranjo físico para determinar qual atinge os objetivos desejados. De acordo com Moura (1997), cada arranjo físico do depósito ou armazém deve ser avaliado com base em alguns aspectos básicos, entre os quais estão os seguintes:

- intensidade de uso;
- semelhança;
- tamanho;
- características dos materiais;
- utilização do espaço.

O Quadro 2.8 mostra os objetivos de cada aspecto considerado no projeto de arranjo físico de um depósito.

Quadro 2.8 – Aspectos considerados no projeto de arranjo físico de um depósito

ASPECTOS	OBJETIVOS
Intensidade de uso	<ul style="list-style-type: none"> • Estocar as mercadorias de maior rotatividade o mais perto possível do ponto de uso. • Estocar as mercadorias de menor rotatividade no espaço mais profundo possível.
Semelhança	<ul style="list-style-type: none"> • Itens recebidos e expedidos juntos devem ser estocados juntos. • Itens que possuem forte correlação com respeito ao tipo devem ser estocados próximos.
Tamanho	<ul style="list-style-type: none"> • Estocar os itens pesados, volumosos e de difícil movimentação próximos ao seu ponto de uso. • Propiciar vários locais e tamanhos de estocagem. • Itens pesados devem ser estocados em áreas com baixo pé-direito e os leves e de fácil movimentação, em áreas com alto pé-direito. • Considerar o tamanho do estoque total de um item e não apenas o tamanho dos itens individuais.

ASPECTOS	OBJETIVOS
Características dos materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Projetar o arranjo físico para acomodar apropriadamente os itens perecíveis. • Propiciar um arranjo físico eficiente para maximizar a utilização do espaço para itens com formatos diferentes e compressíveis através de técnicas de estocagem. • Planejar a proteção dos materiais perigosos contra incêndios e proteger os outros materiais contra os materiais perigosos em caso de acidente. • Projetar o arranjo físico da compatibilidade dos itens estocados, dentro da proximidade de cada um. • Projetar o arranjo físico para maximizar a proteção dos itens de segurança pela localização.
Utilização do espaço	<ul style="list-style-type: none"> • Conservar o uso do espaço ao maximizar a concentração das mercadorias na estocagem, maximizar a utilização do espaço cúbico e minimizar as perdas nos vãos de estocagem. • Projetar o arranjo físico em torno de obstáculos e outras limitações à utilização do espaço. • Os corredores devem ser retos e os principais devem levar até a porta. • Os corredores devem ter largura suficiente para permitir uma operação eficaz, sem desperdício de espaço. • Todos os lados da estocagem devem ter acesso por um corredor. • Deve-se evitar o bloqueamento de estoque. • As pilhas de material devem ser uniformes, retas, estáveis e de fácil acesso. • Deve-se fazer a marcação dos corredores para conservá-los. • Devem-se evitar espaços vazios dentro das áreas de estocagem. • Devem-se manter registros dos locais de estoque.

Fonte: Adaptado de Moura (1997, p. 245-246).

O projeto de arranjo físico de um depósito, além da configuração do prédio e das ponderações sobre a armazenagem e movimentação dos diversos tipos de materiais, deve considerar também a localização do estoque e o método que deverá ser utilizado para encontrar os itens estocados no armazém. Moura (1997) afirma que os problemas de localização do estoque são abordados por métodos intuitivos, algorítmicos e heurísticos.



Localização do estoque é o problema de decidir sobre o arranjo físico dos itens para minimizar os custos de movimentação de materiais, maximizar a utilização do espaço físico do depósito e satisfazer certas restrições à localização do produto, tais como segurança, seguro contra incêndio, compatibilidade e necessidades de separações de pedidos.

Ballou (2006) afirma que os métodos intuitivos são muito utilizados por fornecerem algumas diretrizes úteis para o arranjo físico sem, no entanto, a necessidade dos cálculos complexos da matemática de alto nível. O **arranjo físico pela intensidade de uso**, por exemplo, é um método que considera índices diferentes de movimentação dos produtos no depósito, pois os produtos possuem diferentes taxas de giro. Este método, conhecido também como **arranjo físico por popularidade**, admite que a despesa de movimentação de materiais se relaciona com a distância percorrida para localizar e remover o item estocado. Para tanto, os itens que exigem um grande número de viagens para uma dada demanda são localizados na frente dos itens de movimentação mais lenta, assegurando o menor percurso possível para localizar e separar o estoque. Desta maneira, a despesa de movimentação pode ser minimizada caso o estoque seja retirado de um local em volumes menores por percurso do que quando da estocagem.

O arranjo físico pela intensidade de uso, no entanto, ignora o tamanho do item estocado e a possibilidade de que um número maior de itens pequenos possa ser localizado próximo ao ponto de saída. O **arranjo físico pelo tamanho** considera que as despesas de movimentação podem ser minimizadas se os itens forem localizados de acordo com seu tamanho (volume). Os itens menores, por exemplo, ficariam próximos ao ponto de saída do depósito, possibilitando que uma maior densidade de materiais seja localizada próxima da área de remessa. Este método não garante custos menores que o arranjo físico pela intensidade de uso, mas é uma boa escolha quando o movimento rápido se concentra nos itens menores.

O **índice de cubagem por pedido** combina os dois métodos anteriores. Cada item estocado possui um índice formado pela relação da metragem cúbica necessária para estocagem e o número médio de pedidos diários em que se requisita o item. Produtos com índices baixos são localizados próximos ao ponto de saída (área de remessa). O índice de cubagem por pedido pretende que o maior volume de estoque se movimente na menor distância possível.

Embora os métodos intuitivos sejam simples e fáceis de aplicar, não garantem que a partir deles o padrão de arranjo físico de menor custo seja encontrado. Problemas mais complexos exigem formas de programação linear ou técnicas computadorizadas baseadas em métodos **algorítmicos** e **heurísticos** para serem resolvidos.



Um **algoritmo** é uma sequência finita de instruções bem definidas e não ambíguas, cada instrução pode ser executada mecanicamente num período de tempo finito e com uma quantidade de esforço finita.



A **heurística** trata de métodos ou algoritmos exploratórios para solução de problemas em que as soluções são buscadas por aproximações sucessivas, avaliando-se os progressos alcançados, até que o problema seja resolvido.

Ballou (2006) relaciona alguns modelos computacionais que podem ser empregados para a solução de problemas que envolvem o arranjo físico do depósito, entre os quais CRAFT, COFAD, SPACECRAFT e MULTIPLE. Os modelos computacionais tendem a obter soluções cada vez melhores que as encontradas pelos métodos intuitivos à medida que cresce a complexidade do problema.

5.2 Minimização do custo operacional através do arranjo físico de um depósito

O arranjo físico do armazém é um grande fator para minimizar o custo de operação do depósito. Para tanto, segundo Moura (1997), é necessário haver equilíbrio entre três objetivos:

1. bom fluxo de material;
2. baixos custos de operação para estocagem e coleta;
3. eficiente utilização do espaço de estocagem e do equipamento.

5.2.1 Bom fluxo de material

O fluxo de material é o percurso dos itens desde o momento em que entram na empresa até o instante em que a deixam. Em um depósito, o percurso é determinado pela disposição das seguintes áreas:

- recebimento;
- estocagem;
- embalagem;
- estruturas de estocagem.

Evidentemente que, quanto menor o percurso, mais eficiente é o fluxo de materiais e mais econômica se torna a operação. Segundo Moura (1997), dois princípios devem ser seguidos para assegurar um bom fluxo de material:

- minimizar o retrocesso;
- localizar as atividades relacionadas próximas.

Observe, no Quadro 2.9, esses dois princípios.

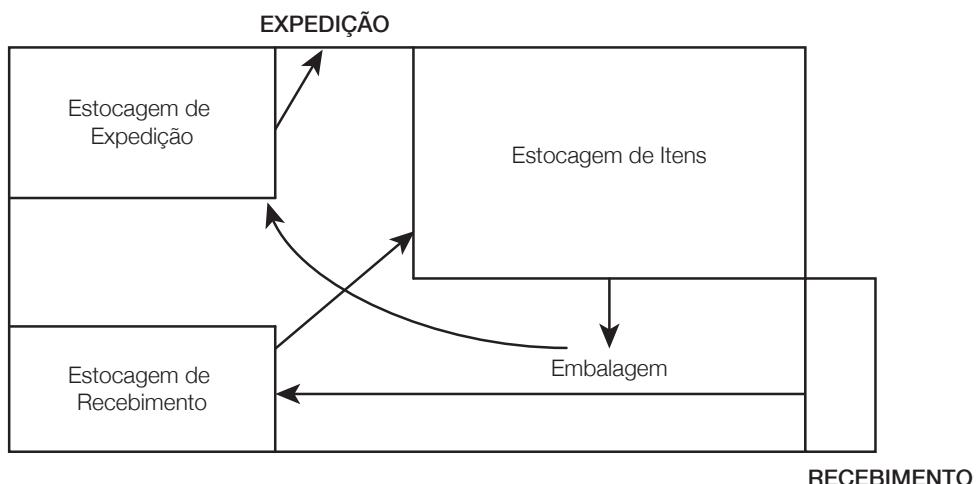
Quadro 2.9 – Princípios para se obter um bom fluxo de material

PRINCÍPIO	DESCRIÇÃO
Minimizar o retrocesso	Todo movimento de um item deve ser em direção à área de expedição.
Localizar as atividades relacionadas próximas	Deve-se reduzir a distância de movimentação entre duas operações.

Fonte: Adaptado de Moura (1997, p. 252).

O exemplo da Figura 2.3 mostra uma quantidade grande de retrocesso causada pela disposição da área de estocagem de recebimento, que se encontra no lado oposto do recebimento, no fim do armazém. O desenho de linhas com setas, mostrando a direção do fluxo de material no arranjo físico, torna qualquer retrocesso aparente.

Figura 2.3 – Exemplo de arranjo físico de um depósito

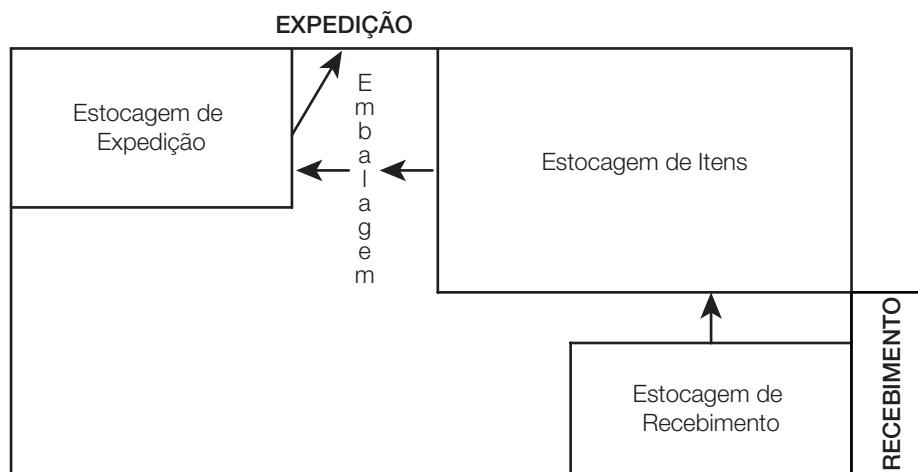


Fonte: Moura (1997, p. 253).

Duas mudanças no arranjo físico original são necessárias para localizar as atividades relacionadas próximas. A **área de estocagem de recebimento** deve ser localizada próxima à área de recebimento. A **área de embalagem**, por sua vez, pode ser transferida para um espaço entre as áreas de estocagem de itens e estocagem de expedição, visto que estas três atividades estão relacionadas em sequência.

As duas alterações no arranjo físico ilustradas na Figura 2.4 produzem resultados visíveis, minimizando tremendamente o retrocesso.

Figura 2.4 – Exemplo de arranjo físico melhorado de um depósito



Fonte: Moura (1997, p. 253).

5.2.2 Baixos custos de operação para estocagem e coleta

Deve ser estudado o método de estocagem a ser utilizado para que a operação não prejudique as atividades de coleta e transporte de peças. A eficiência da movimentação de materiais, segundo Moura (1997), depende do formato, do tamanho e de como as mercadorias são estocadas. Um arranjo físico otimizado pode permitir a utilização eficiente de equipamentos mais simples e menos onerosos.

A operação mais eficiente é aquela que possui o menor custo total para o operador do depósito e cujo custo tem dois componentes principais:

1. custo do volume ou área ocupada;
2. custo de movimentação.

Como os arranjos físicos que minimizam o volume de estocagem são inteiramente diferentes daqueles que minimizam a distância entre operações,

deve-se procurar a proporção ideal entre esses dois objetivos para que os custos globais operacionais sejam minimizados.

O grande desafio de quem está projetando o arranjo físico do depósito é justamente conceber uma solução equilibrada que leve em conta todas as variáveis envolvidas para que se consiga otimizar o custo total de operação. O Quadro 2.10 ilustra algumas sugestões de métodos de estocagem para tornar essa operação mais eficiente.

Quadro 2.10 – Minimização de custos de operação de estocagem

ESTOCAGEM	SUGESTÃO
Itens de maior atividade	Situar na altura mais conveniente de coleta: <ul style="list-style-type: none"> • em gavetas – entre a cintura e os ombros; • em estanterias – nas prateleiras inferiores.
Itens de maior rotatividade	Concentrar em poucos corredores ao redor do corredor central ou principal.

Fonte: Adaptado de Moura (1997, p. 254).

5.2.3 Eficiente utilização do espaço de estocagem e do equipamento

O espaço de um armazém é designado para a estocagem de mercadorias e para corredores. De acordo com Moura (1997), se o número de corredores for menor do que o ideal, o seu comprimento é maior, pois o custo do depósito é mais elevado que o de movimentação de mercadorias dentro do mesmo. Se houver um número de corredores considerado mais que o ideal, a proporção do custo do prédio aumenta: portanto, o comprimento do corredor é menor.

Se for necessário fazer previsão para uma futura expansão de um depósito, é necessário saber não somente se o volume estocado aumentará, mas também se o índice referente à quantidade de material e o número de itens em estoque mudarão.

Em caso de utilização de blocos retangulares, o arranjo físico ideal é ajustado no projeto somente quando é usado o nível considerado ideal para o número de corredores. Quanto mais o número de corredores diferir da condição ideal, mais o arranjo físico se afastará da condição ideal para um ajuste.

É provável que um arranjo físico assimétrico produza custos totais mais baixos se a localizações da pilha forem distribuídas para itens específicos de estoque. Quando o número de itens em estoque é menor, um arranjo físico de corredor em diagonal ocasiona custos totais mais baixos do que um em condição mais favorável para bloco retangular. Podem-se obter, também, custos totais mais

baixos quando o custo do volume ou da área é baixo em comparação com o custo da distância de movimentação. Um depósito com arranjo físico de corredor em diagonal terá vantagens similares aos de arranjo físico assimétrico em relação a uma posição fixa para a pilha desde que o arranjo físico de corredor em diagonal tenha uma profundidade variada de pilha.

Seção 6

Sistemas de Gerenciamento de Depósito (WMS)

Os Sistemas de Gerenciamento de Depósito (*Warehouse Management Systems* – WMS) coordenam, controlam e registram os movimentos físicos de todo estoque do recebimento à expedição. Os WMS são responsáveis pelas operações que afetam a quantidade e o local de estoque, incluindo:

- direção;
- monitoramento;
- reporte;
- controle.

As seguintes atividades principais são executadas pelos Sistemas de Gerenciamento de Depósito:

1. gestão do inventário do recebimento até a expedição;
2. gestão da força de trabalho para todas as movimentações do inventário;
3. atendimento e verificação dos pedidos;
4. preparação e liberação da expedição;
5. gestão do banco de dados do inventário em tempo real.

A correta gestão do depósito, seja manual ou computadorizada, deve fornecer três informações importantes em relação ao estoque:

- **identidade** (qual o estoque que a empresa possui);
- **local** (onde se encontra);
- **quantidade** (quanto de cada item está estocado).

Segundo Moura (1998), essas informações são utilizadas para se alcançar os seguintes objetivos:

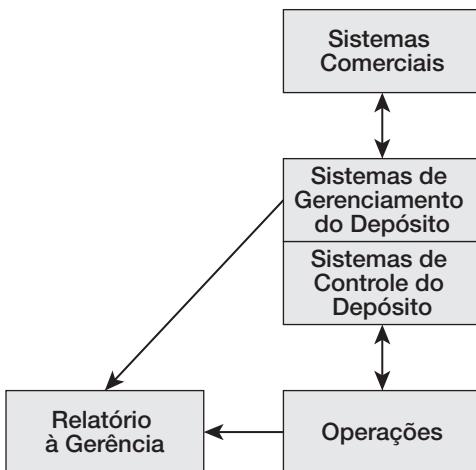
- identificar e coordenar o trabalho que precisa ser feito;
- dirigir a realização do trabalho visando a maximizar o desempenho produtivo dos recursos do depósito e a satisfação das necessidades do cliente;
- reportar o *status* do serviço que foi ou precisa ser feito.

Para tanto, os Sistemas de Gerenciamento de Depósito possuem bancos de dados com as seguintes informações:

- itens estocados e seus respectivos endereços de estocagem;
- mapa dos locais com informações sobre a identidade, os relacionamentos espaciais e as características de cada local;
- registro histórico dos eventos para fornecer controle gerencial.

A Figura 2.5 ilustra as relações entre a operação do armazém e os Sistemas de Gerenciamento de Depósito.

Figura 2.5 – Operações do depósito e WMS



Fonte: Moura (1998, p. 164).

O gerenciamento do depósito via WMS integra a tecnologia de código de barras, *hardware* e *software* dedicados para armazenagem e movimentação de materiais, equipamentos de comunicação via radiofrequência, espaço, controle

de inventário e recursos de mão de obra para gerenciar o fluxo de materiais e pessoas em um depósito ou centro de distribuição. De acordo com Moura (1998), esse gerenciamento é realizado através das seguintes funções do WMS:

- recebimento;
- identificação e registro de recebimentos do inventário por unidades de estocagem;
- atualização do inventário físico;
- designação automática dos locais de estocagem;
- geração de etiquetas;
- confirmação de guarda acurada;
- listagem de separação;
- designação e direcionamento das atividades de separação;
- priorização diária da carga de trabalho;
- rastreamento do inventário por local e das exceções;
- dimensionamento de embalagem;
- verificação de itens por pedido;
- cálculo dos pedidos para embalagem em caixas de papelão;
- gestão das necessidades de rotulação;
- geração da sequência de expedição;
- direcionamento da entrega dos pedidos às docas;
- geração da documentação de expedição;
- atualização do computador principal para faturamento.

A realização dessas funções permite aos Sistemas de Gerenciamento de Depósito:

- reduzir os custos operacionais através da melhora da produtividade da mão de obra (menor tempo de deslocamento para a execução de uma tarefa e eliminação de passos improdutivos);
- acompanhar o tempo que um operador gasta na execução de uma determinada tarefa;
- controlar os índices de separação de cada operador;
- calcular o volume de mão de obra utilizado;

- facilitar a imediata descarga em qualquer doca;
- melhorar a acuracidade das informações;
- assegurar a localização e precisão do inventário;
- aumentar os giros de estoque pela redução significativa de devoluções do cliente devido a erros através da verificação por código de barras;
- otimizar embarques pelo melhor uso da capacidade e fatores de peso;
- estocar mais em menos espaço usando um volume cúbico melhor;
- controlar o estoque em tempo real por vários métodos (UEPS, PEPS e Contagem de Ciclo).

Verifique os objetivos do sistema em si e dos operadores do depósito no Quadro 2.11.

Quadro 2.11 – Objetivos do WMS e dos operadores do depósito

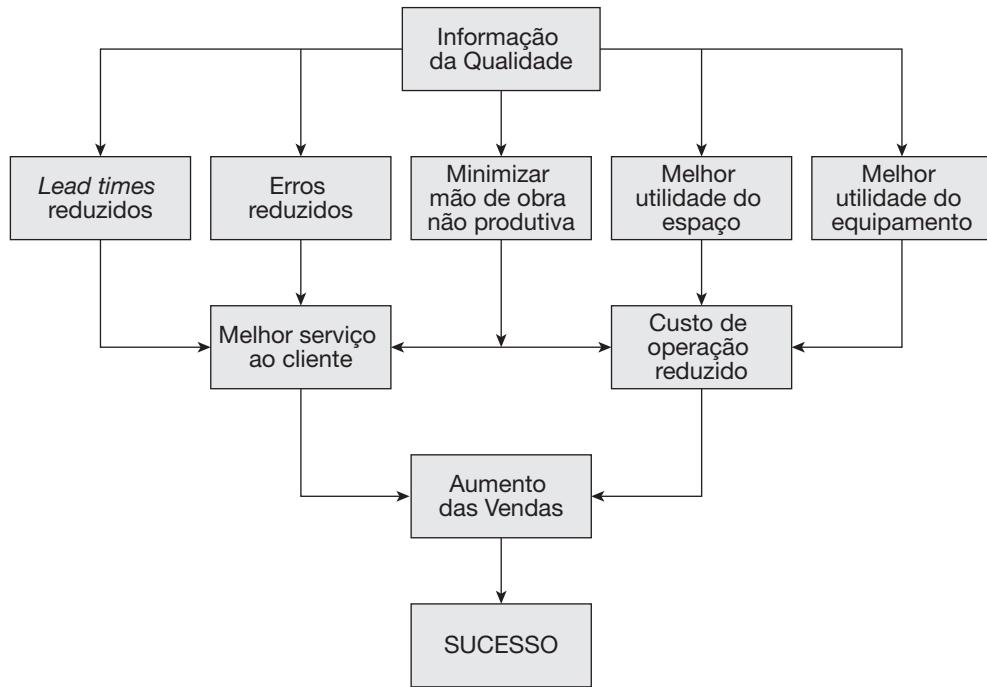
	OBJETIVOS
WMS	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar o serviço ao cliente. • Ganhar mais espaço de estocagem. • Redução dos índices de erro no atendimento do pedido. • Melhorar o recebimento dos materiais. • Melhorar a produtividade da mão de obra. • Melhorar a utilização dos equipamentos.
OPERADORES DO DEPÓSITO	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar o serviço ao cliente. • Ganhar mais espaço de estocagem. • Redução dos índices de erro no atendimento do pedido. • Melhorar o recebimento dos materiais.

Fonte: Adaptado de Moura (1997, p. 166).

É importante observar que a **acuracidade das informações** é essencial para o sucesso dos Sistemas de Gerenciamento de Depósito. Embora os WMS tenham um potencial enorme, a obtenção de diversos benefícios para a gestão de um armazém só será plenamente alcançada se os dados constantes no sistema forem altamente confiáveis.

Apresentamos os benefícios resultantes de um WMS na Figura 2.6.

Figura 2.6 – Benefícios de um WMS



Fonte: Moura (1998, p. 165).

Capítulo 3

Planejamento e controle de estoques

Habilidades

Com o estudo deste capítulo, o estudante desenvolverá habilidades para identificar e utilizar a tecnologia disponível da gestão de estoque, bem como aplicar técnicas de controle para o inventário, estoques e acurácia.

Seções de estudo

- Seção 1:** Sistemas de planejamento de estoque
- Seção 2:** Estoques de segurança
- Seção 3:** Teoria do lote econômico
- Seção 4:** Técnicas de controle de estoque
- Seção 5:** Controle agregado de estoque

Seção 1

Sistemas de planejamento de estoque

A diferença de ritmo entre fornecimento e demanda de recursos materiais obriga todas as operações a manterem algum tipo de estoque físico de material. O planejamento e controle de estoque consistem essencialmente na busca de equilíbrio entre estoque e consumo. De acordo com Viana (2000), as seguintes atribuições, regras e critérios são empregados na busca desse objetivo fundamental:

- impedir a entrada de materiais desnecessários, mantendo em estoque somente os de real necessidade da empresa;
- centralizar informações que possibilitem o permanente controle e planejamento das atividades de gestão;
- definir os parâmetros de cada material incorporado ao sistema de gestão de estoques, determinando níveis de estoque respectivos (máximo, mínimo e segurança);
- determinar, para cada material, as quantidades a comprar por meio dos respectivos lotes econômicos e intervalos de parcelamento;
- analisar e acompanhar a evolução dos estoques da empresa, desenvolvendo estudos estatísticos a respeito;
- desenvolver e implantar política de padronização de materiais;
- ativar o setor de compras para que as encomendas referentes a materiais com variação nos insumos tenham suas entregas aceleradas; ou para reprogramar encomendas em andamento, em face das necessidades da empresa;
- decidir sobre a regularização ou não de materiais entregues além da quantidade permitida, portanto, em excesso;
- realizar frequentemente estudos, propondo alienação, para que materiais obsoletos e inservíveis sejam retirados do estoque.

Os estoques são criados para absorver diferentes problemas das operações. Alguns deles, como a sazonalidade, são insolúveis; outros, como o atraso na entrega de matérias-primas ou a produção de itens defeituosos, podem ser resolvidos. De qualquer maneira, como os estoques não agregam valor aos produtos, mais eficiente e enxuto o sistema será quanto menor o nível de estoques necessário para esse sistema produtivo conseguir trabalhar sem comprometer o bom atendimento às necessidades de materiais aos usuários.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2004), geralmente os estoques estão no topo da agenda de preocupações dos diversos gestores de uma organização. Os gestores financeiros se preocupam com a quantidade de recursos financeiros que os estoques “empatam” e seus correspondentes custos. Os gestores comerciais se preocupam com o prejuízo no atendimento aos clientes que uma possível indisponibilidade do estoque de produtos acabados possa acarretar. Os gerentes fabris se preocupam com a onerosa ociosidade que uma possível falta de matéria-prima pode acarretar à fábrica.

1.1 Decisões de estoque

A demanda vai consumir gradualmente o estoque à medida que os pedidos feitos pelos consumidores vão sendo atendidos. É necessário repor o estoque consumido através de novos pedidos e administrar a entrega e o armazenamento dos itens solicitados. A gestão de estoques, de acordo com Corrêa e Corrêa (2004), envolve três tipos principais de decisões:

- **quanto pedir:** as também chamadas decisões de volume de ressuprimento visam determinar o tamanho dos pedidos de reabastecimento;
- **quando pedir:** as também chamadas decisões de momento de reposição têm como objetivo determinar em que momento, ou em que nível de estoque, o pedido de reabastecimento deveria ser colocado;
- **como controlar o sistema:** são as decisões sobre a forma de armazenamento das informações sobre estoque, implantação de rotinas e procedimentos de controle, e atribuição de diferentes prioridades no tratamento aos diferentes itens do estoque.

Os primeiros dois tipos de decisão, definir quanto e quando pedir itens de consumo, estão relacionados com as atividades de **planejamento** de estoque e consistem na determinação dos pontos de pedido de material e das datas de entrada e saída dos itens do estoque, decisões que estabelecerão os valores que o estoque terá ao longo do tempo.

O terceiro tipo de decisão envolve as atividades de **controle** de estoque e consiste na atividade de coletar e analisar as informações retroalimentadas sobre o desempenho efetivo de um dado conjunto de funções ou processos. O intuito é monitorar e disparar sistematicamente ações corretivas no caso de discrepâncias significativas entre os dados reais e os dados de planejamento, continuamente alterado pelo próprio dinamismo do sistema.

A complexidade das decisões envolvidas para solucionar os diversos tipos de problemas relacionados com a gestão de estoques é normalmente abordada por um dos sistemas a seguir:

- Planejamento das necessidades de material (MRP).
- Planejamento dos recursos de distribuição (DRP).
- *Just-in-Time* (JIT).

1.2 Planejamento das Necessidades de Material (MRP)

O planejamento das necessidades de material ou MRP (*Material Requirements Planning*) surgiu na década de 1970. É um sistema computacional que, a partir dos dados de demanda futura e pedidos em carteira, calcula as necessidades futuras de materiais para atendimento da demanda sem que ocorram atrasos e nas quantidades corretas.

A abordagem dos sistemas MRP é baseada na lógica do cálculo de necessidades. De acordo com Corrêa e GIANESI (1993), seu objetivo principal é permitir o cumprimento dos prazos de entrega dos pedidos dos clientes com mínima formação de estoques, planejando as compras e a produção de componentes de modo que ocorram apenas nos momentos (nem antes, nem depois) e nas quantidades necessárias (nem mais, nem menos).

Trata-se de uma técnica de gestão cuja lógica de cálculo é bastante simples e conhecida há muito tempo, embora sua utilização em processos complexos de manufatura tenha sido impossível ou inviável até meados da década de 1960. Foi viabilizada somente quando a capacidade de armazenagem e processamento de dados dos computadores se tornou suficiente para tratar o volume de dados que o cálculo de necessidades requer em uma situação real.

As aplicações computadorizadas mais antigas do cálculo de necessidades surgiram nos Estados Unidos. Corrêa e GIANESI (1993) afirmam que foram desenvolvidas a partir de um processador de **listas de materiais** (*Bill of Materials* ou BOM) que convertia um plano de produção de um produto acabado, com uma demanda independente, em um plano de compras ou produção de componentes, ou seja, em uma demanda dependente. Conforme Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), uma lista de materiais é um registro:

- de todos os componentes de um produto;
- das relações de origem-componente (“pai-filho”);
- das quantidades de emprego derivadas da engenharia; e
- dos projetos de processo.

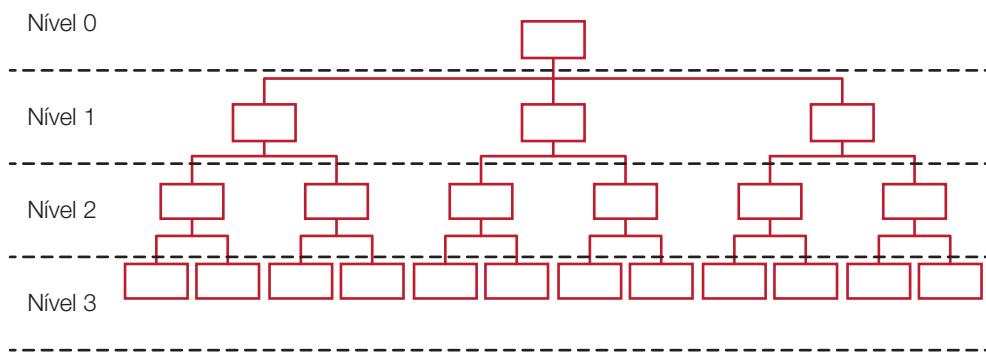
Os itens componentes de uma montagem são chamados de **itens-filho**, uma vez que o **item-pai** representa a montagem. Se o item-filho tem seus próprios componentes, ele também é um item-pai destes, e, assim, sucessivamente. Além das informações sobre a composição dos produtos que permite o registro das montagens, a lista de materiais informa, ainda, se o item componente deve ser produzido na própria empresa, ou se deve ser comprado de algum fornecedor.



Item-pai é um item de estoque com componentes.

A estrutura de produto, também conhecida como árvore do produto, é um diagrama que mostra seus componentes e a ordem pela qual as peças componentes são agrupadas. A Figura 3.1 representa uma estrutura de produto que mostra todas as relações pai-filho entre seus itens e informa a composição do produto.

Figura 3.1 – Representação da lista de materiais como uma estrutura de produto



Fonte: Elaboração do autor (2013).

Neste caso:

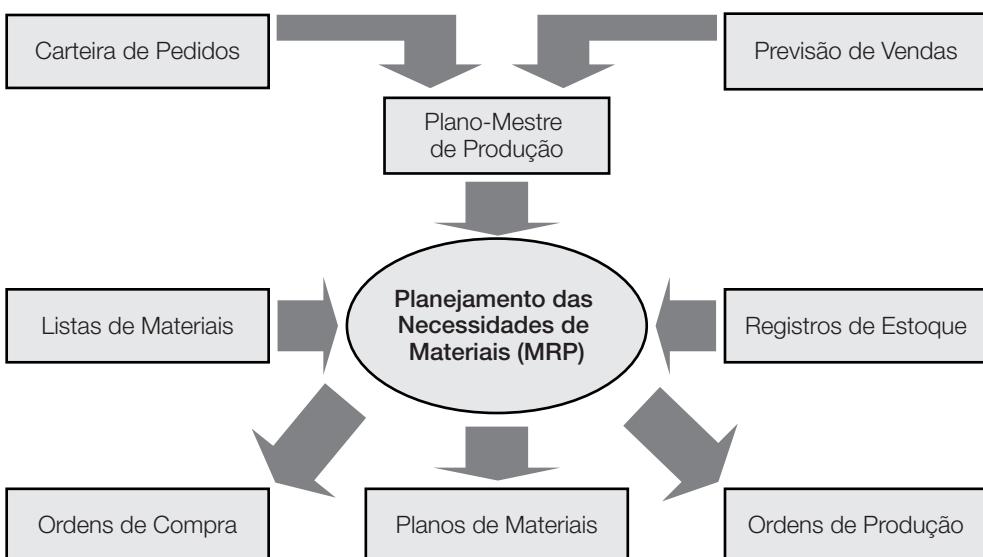
- o nível 0 corresponde ao item acabado;
- os níveis 1 e 2 são os subconjuntos ou os itens intermediários que formam o produto final;
- o nível 3 corresponde aos itens componentes que formam as submontagens, e assim por diante.

A estrutura de produto, dada a dificuldade de se gerar uma representação gráfica, pode utilizar uma estrutura codificada para identificar o nível e as quantidades necessárias de cada componente na estrutura.

O MRP é um sistema de demanda dependente que, normalmente, exige certos registros de dados para verificação e atualização. A partir das informações da

carteira de pedidos e da previsão de vendas dos produtos finais, consolidadas no plano-mestre de produção, bem como da estrutura de componentes das listas de materiais e dos registros de estoque dos itens, o MRP calcula as necessidades futuras de materiais, para que sejam gerados os planos de materiais e as ordens de compras e produção. A Figura 3.2 ilustra o caso.

Figura 3.2 – Esquema do planejamento de necessidades de materiais



Fonte: Adaptação de Slack, Chambers e Johnston (2007, p. 426).

Partindo-se das quantidades de produtos acabados a serem produzidas período a período, determinadas no plano-mestre, o sistema passa a calcular as necessidades brutas dos demais itens dependentes de acordo com a estrutura (ou árvore) do produto e o roteiro de fabricação e compras. Começa-se pelos componentes de nível superior e se desce de nível em nível até chegar às matérias-primas. Em seguida, ocorre a chamada “explosão das necessidades líquidas”, quando são consideradas as quantidades em estoque deduzindo-as das necessidades brutas calculadas para, então, sugerir as ordens de compra e produção a fim de suprir as necessidades de materiais.

Os sistemas MRP evoluíram na década de 1980 para os chamados sistemas MRP II (*Manufacturing Resource Planning* - planejamento dos recursos de manufatura), quando passaram a considerar os roteiros de produção e a capacidade instalada da planta de fabricação. A evolução desses sistemas foi possibilitada, novamente, pela inovação tecnológica. Uma capacidade de processamento e comunicação muito maior entre as partes do negócio fez com que o cálculo de necessidades de capacidade de outros recursos do processo de manufatura pudesse ser considerado juntamente com o cálculo de necessidades de materiais do MRP.

Na década de 1990, as funções do sistema foram ampliadas para as demais áreas da empresa (engenharia, marketing, finanças, recursos humanos, etc.), gerando sistemas mais amplos, conhecidos como ERP (*Enterprise Resource Planning* - planejamento dos recursos corporativos).

1.3 Planejamento dos Recursos de Distribuição (DRP)

Ballou (2006) afirma que o DRP (planejamento dos recursos de distribuição ou *Distribution Resource Planning*), ao aplicar o mesmo algoritmo do MRP no ambiente de distribuição, é uma extensão da lógica do planejamento de necessidades materiais. É empregado nessa situação para fazer a gestão integrada da cadeia de distribuição e não simplesmente tentar prever a demanda. Cada centro de distribuição é visto como um “cliente” pela fábrica e possui, para cada produto, uma quantidade disponível em estoque, um tamanho de lote para pedido, um prazo (*lead time*) de transporte e um estoque de segurança.

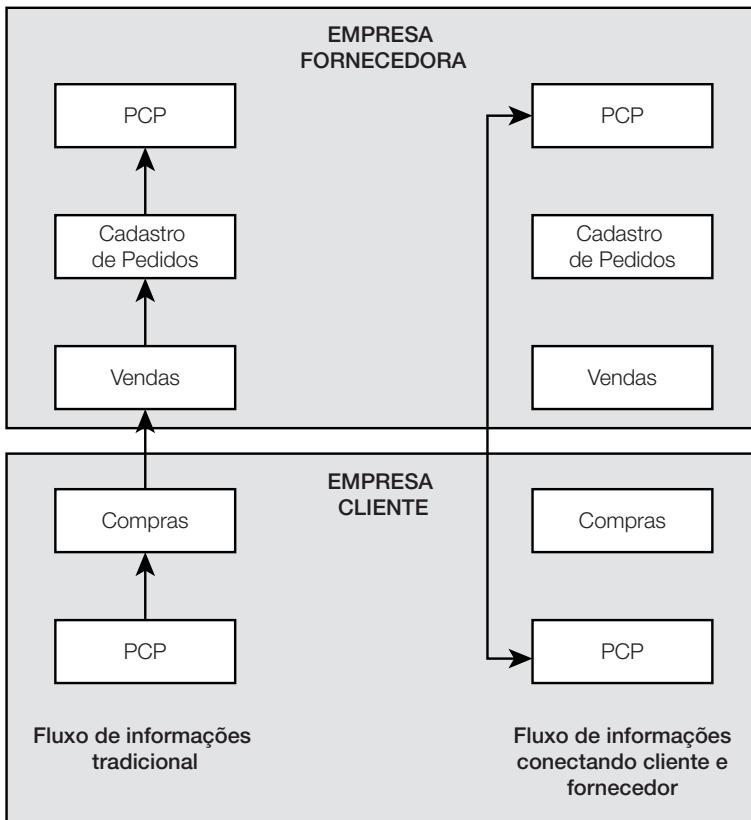
Há, basicamente, dois tipos de fontes de demanda em uma rede de distribuição:

- as vendas diretas realizadas pela fábrica;
- as vendas feitas pelos centros de distribuição.

Além de coordenar a gestão dos estoques nos centros de distribuição ao planejamento de produção e controle de produção (PCP) da fábrica, objetivando reduzir as incertezas das previsões, o DRP pode conectar o planejamento de operações dos clientes diretamente ao planejamento de operações da fábrica. Significa fornecer programas de entrega aos fornecedores com as necessidades futuras de materiais e não apenas as necessidades atuais (informadas através das tradicionais ordens de compra geradas quando um cliente emite pedidos de ressuprimento para seus vários materiais).

A Figura 3.3 compara esquematicamente o fluxo de informações tradicional com o fluxo de informações realizado através da conexão direta entre o PCP do cliente e o PCP do fornecedor.

Figura 3.3 – Fluxo de informações entre cliente e fornecedor



Fonte: Adaptação de Corrêa, Gianese e Caon (2001, p. 276).

De acordo com Corrêa, Gianese e Caon (2001), as empresas que usam DRP têm apresentado melhorias sucessivas de serviços a seus clientes, com diminuição dos níveis de estoque e redução do tempo de atravessamento dos produtos pelo canal de distribuição. As incertezas das previsões de demanda são reduzidas, pois grande parte da demanda da fábrica passa a ser tratada como demanda dependente (calculada) e não como demanda independente (prevista).

1.4 Just-In-Time (JIT)

Um dos pilares da manufatura enxuta (ou *lean manufacturing*), a filosofia *just-in-time* foi concebida inicialmente como um sistema para evitar desperdícios, reduzir inventários e manter a eficiência da produção. De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2007), evoluiria posteriormente para uma filosofia de gestão da produção, levada à prática através de um conjunto de diversas técnicas. A filosofia por trás dessa gestão de produção era a de que os clientes deveriam e poderiam ser satisfeitos com a máxima qualidade no tempo mais curto de produção. Ou seja, é uma estratégia de manufatura orientada para o consumidor, que procura responder de forma rápida e flexível às flutuações do mercado.

Conforme Chase, Jacobs e Aquilano (2008), o JIT é uma filosofia abrangente que leva em consideração o projeto do produto, o projeto do processo, o projeto dos equipamentos e instalações, a coordenação da cadeia de suprimentos, o projeto do trabalho e a melhoria de produtividade. É muito mais, portanto, do que apenas um sistema de produção puxado a partir da demanda que, em cada estágio, produz somente os itens necessários, nas quantidades necessárias e no momento necessário.

Corrêa e Gianesi (1993) afirmam que o *just-in-time* tem como objetivo fundamental a melhoria contínua (*kaizen*) do processo produtivo através de um mecanismo de redução de estoques, incluindo:

- estoques de insumos;
- estoques de materiais em processo; e
- estoques de produtos acabados.

Os estoques são utilizados para evitar descontinuidades no processo produtivo, causadas por problemas de qualidade, problemas de quebra de máquina e problemas de preparação de máquina, gerando independência entre os estágios do processo de produção. O Quadro 3.1 detalha cada um desses problemas.

Quadro 3.1 – Os 3 grandes problemas de produção

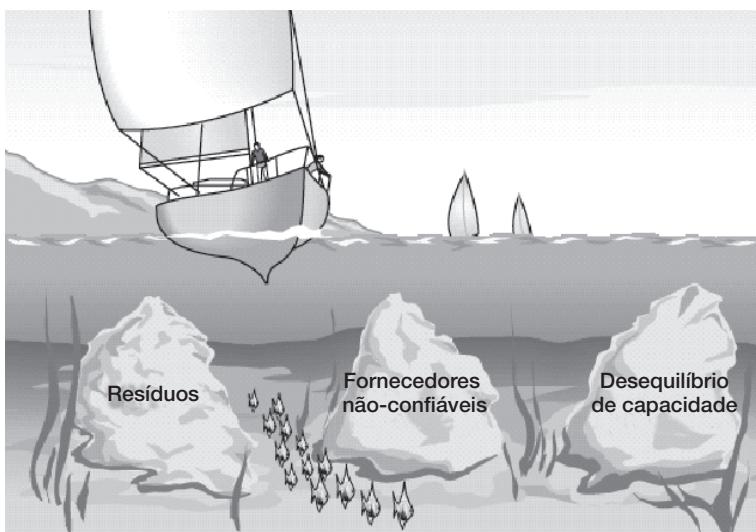
PROBLEMA	DESCRIÇÃO
1 Problemas de qualidade	Quando alguns estágios do processo produtivo geram refugos de maneira incerta, o estoque, colocado entre esses estágios e os posteriores, permite que estes últimos possam trabalhar continuamente.
2 Problemas de quebra de máquina	Quando uma máquina para por problemas de manutenção, os estágios posteriores do processo que são alimentados por essa máquina teriam que parar, caso não houvesse estoque suficiente para continuar o fluxo de produção até que a máquina fosse reparada e entrasse em produção normal novamente.
3 Problemas de preparação de máquina	Quando uma máquina processa operações em mais de um componente ou item, é necessário preparar a máquina a cada mudança de componente a ser processado. Quanto maiores os custos referentes ao período inoperante do equipamento, à mão de obra requerida na operação de preparação e à perda de material no início da operação, maior tenderá a ser o tamanho do lote programado para ser produzido, gerando estoques que serão consumidos em períodos subsequentes (produção antecipada em relação à demanda).

Fonte: Adaptação de Corrêa e Gianesi (1993, p. 57).

A redução dos estoques, além de proporcionar uma maior circulação de capital, permite que os problemas sejam visualizados. À medida que os problemas se tornam visíveis, esforços concentrados e priorizados podem ser feitos para eliminá-los e suavizar o fluxo de produção, melhorando continuamente o processo produtivo.

Vejamos a Figura 3.4, cuja ilustração caracteriza a filosofia em busca de uma melhoria contínua.

Figura 3.4 – Melhoria contínua com sistemas de produção enxuta



Fonte: Adaptação de Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p. 296).

Nesta imagem, a superfície da água representa níveis de estoque de produtos e componentes e as pedras representam os problemas encontrados na manufatura. O nível da água (estoques) esconde as pedras (problemas), as quais são expostas à medida que a água abaixa. É necessário remover tais obstáculos, para que se possa navegar com segurança novamente.

O grande desafio do JIT é conseguir a igualdade entre os fluxos de entrada e de saída. Para assegurar que os fluxos produtivos possam fornecer as saídas desejadas, a filosofia JIT primeiro ataca as incertezas, eliminando as causas geradoras da necessidade de se manterem os estoques e, posteriormente, os problemas de coordenação entre demanda e obtenção dos itens. Em relação ao fluxo de entrada, o sistema *just-in-time* criou um novo modelo de abastecimento de materiais, com as seguintes características:

- redução da base de fornecimento - poucos, ou apenas um fornecedor por item;

- contratos de mais longo prazo;
- redução do tamanho dos lotes de fornecimento;
- recebimentos frequentes e confiáveis;
- altos níveis de qualidade assegurada pelo fornecedor para eliminar os procedimentos de inspeção no recebimento;
- delegação de maiores responsabilidades ao fornecedor – fornecimento de conjuntos montados e não de componentes isolados;
- compartilhamento das informações comerciais;
- difusão dos conhecimentos e transferência de tecnologia;
- redução dos custos de aquisição;
- processos focalizados mais enxutos junto aos clientes – coordenação de entregas e localização dos fornecedores próximos aos clientes;
- redução dos prazos de fornecimento.

De acordo com Ballou (2006), a filosofia *just-in-time* é uma maneira de gerenciar o canal de suprimentos que representa uma alternativa ao uso de estoques para que se possa cumprir a meta de disponibilizar os produtos certos, no lugar certo e no tempo certo. A criação de fluxos de produto cuidadosamente sincronizados com suas demandas permite operar o canal de suprimentos com estoque mínimo e com melhorias resultantes nos serviços e no atendimento. Os materiais chegam ao local de utilização somente no momento exato em que forem necessários. Os produtos somente são fabricados ou entregues a tempo de serem vendidos ou montados.

As modernas montadoras de automóveis, por exemplo, são construídas em condomínios industriais, onde os fornecedores JIT também estão localizados, possibilitando um fluxo contínuo de materiais por meio de entregas de pequenos lotes na mesma frequência da produção da montadora.

Tubino (1999) afirma que, em vez de procurar reduzir o custo do item comprado, via concorrência, a filosofia *just-in-time* visa diminuir os custos do processo logístico como um todo através da redução da base de fornecedores. São desenvolvidos vínculos por meio de contratos justos e equitativos entre as organizações, que asseguram uma relação comercial confiável de longo prazo. Por outro lado, os fornecedores no sistema JIT podem ter seus custos e estoques elevados para garantirem a segurança no canal.

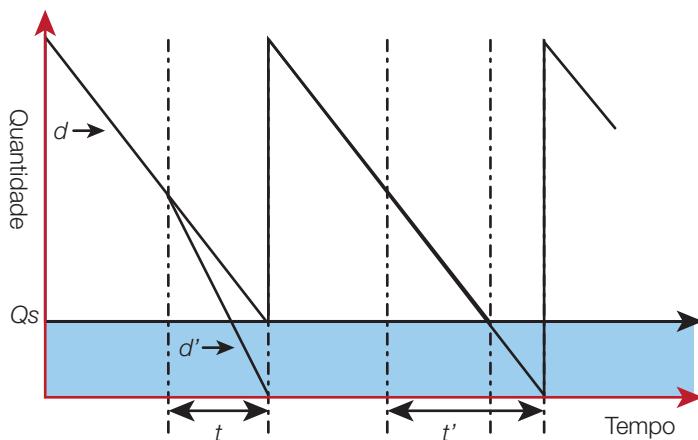
Seção 2

Estoques de segurança

Os estoques de segurança são projetados para absorver as variações existentes tanto na demanda durante o tempo de ressuprimento, quanto no próprio tempo de ressuprimento, único período em que os estoques podem acabar e causar problemas ao fluxo produtivo. Ou seja, o tamanho dos estoques de segurança deve ser proporcional às variações na demanda prevista e/ ou nos tempos previstos de ressuprimento.

A Figura 3.5 ilustra a aplicação do estoque de segurança nessas duas situações.

Figura 3.5 – Aplicação do estoque de segurança



Fonte: Tubino (2007, p. 81).

Tubino (2007) afirma que os estoques de segurança agem como amortecedores para os erros associados ao abastecimento interno ou externo dos itens do sistema produtivo. Na abordagem enxuta, a ênfase é na prevenção dos erros, e não na correção e convivência com eles através dos estoques de segurança. Na prática, enquanto os problemas não forem tratados e eliminados, as empresas tendem a conviver com eles e empregar estoques de segurança nos modelos de controle de estoques para amortecer os erros.

Nem todos os itens, no entanto, precisam de estoques de segurança. Em geral, quantidades adicionais de segurança são colocadas na ponta da cadeia produtiva e onde houver recursos gargalos.

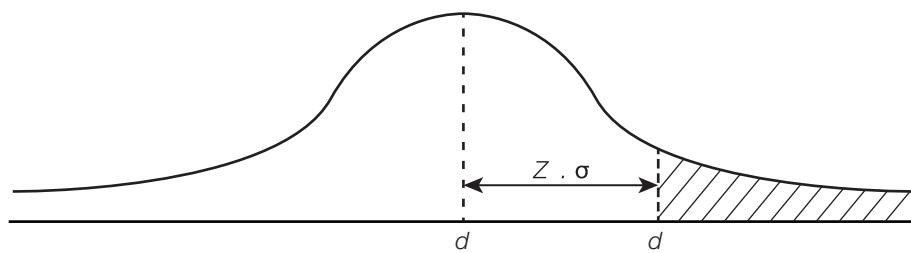


No primeiro caso, a montagem de produtos acabados cobre as possíveis variações de demanda dos componentes.

No segundo caso, a programação dos recursos gargalos é protegida com um estoque de segurança para evitar paradas.

Considerando que a demanda durante o tempo de ressuprimento segue uma distribuição normal, o estoque de segurança (Q_s) é a parcela adicional (Z) expressa em termos de desvios padrões (σ) associado a determinado risco, que se deve manter, de itens em estoque para suportar uma demanda máxima (d_{max}) superior à demanda média, conforme ilustrado na Figura 3.6.

Figura 3.6 – Dimensionamento do estoque de segurança



Fonte: Tubino (2007, p. 82).

Logo:

$$Q_s = Z * \sigma$$

Onde:

Q_s = estoque de segurança;

Z = número de desvios padrões;

σ = desvio padrão.

O desvio padrão (representado pelo símbolo sigma, σ) é uma medida de dispersão estatística. Ele mostra o quanto de variação ou “dispersão” existe em relação à média (ou valor esperado). Um baixo desvio padrão indica que os dados tendem a estar próximos da média; um desvio padrão alto indica que os dados estão espalhados por uma gama de valores. O desvio padrão da demanda pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(D_{atual} - D_{prevista})^2}{n}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum Erro^2}{n}}$$

Onde:

$D_{prevista}$ = demanda prevista;

D_{atual} = demanda atual ou real.

Em lugar do desvio padrão, pode-se também utilizar o desvio médio absoluto (MAD ou *Mean Absolute Deviation*), cujo valor é aproximadamente 1,25 desvios padrões. O MAD é a média dos desvios absolutos individuais gerados em cada período, não considerando a direção do erro (se positivo ou negativo) ao considerar, em sua equação, o módulo dos desvios:

$$MAD = \frac{\sum |D_{atual} - D_{prevista}|}{n}$$

$$MAD = \frac{\sum |Erro|}{n}$$

Obtém-se os níveis de serviço desejados da tabela de distribuição normal para o item em termos de um número de desvios padrões, conforme apresentado no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 – Nível de serviço relacionado ao número de desvios padrões

Nível de Serviço	Z
50%	0
60%	0,25
70%	0,52
80%	0,84
85%	1,03
90%	1,28
95%	1,64
99%	2,32
99,99%	3,09

Fonte: Adaptação de Ballou (2006, p. 593-594).

Vejamos o seguinte exemplo:

O Quadro 3.3 fornece as demandas atuais e previstas de um determinado item. O erro em cada período é dado pela diferença entre a demanda atual e a prevista.

Quadro 3.3 – Nível de serviço relacionado ao número de desvios padrões

Período	D_{atual}	D_{prevista}	Erro	Ero²	 Ero
1	150	140	-10	100	10
2	150	160	10	100	10
3	150	170	20	400	20
4	150	150	0	0	0
5	160	180	20	400	20
6	160	170	10	100	10
7	160	150	-10	100	10
8	160	140	-20	400	20
Total				1600	100

Fonte: Elaboração do autor (2013).

Com as informações do Quadro 3.3, podemos calcular o desvio padrão e o MAD dos períodos observados:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum Ero^2}{n}} = \sqrt{\frac{1600}{8}} = 14,14$$

$$MAD = \frac{\sum |Ero|}{n} = \frac{100}{8} = 12,5$$

Para um nível de serviço de 80%, Z = 0,84:

$$Q_s = Z * \sigma = 0,84 * 14,14 = 11,88 \cong 12 \text{ unidades}$$

$$Q_s = Z * MAD = 0,84 * 12,5 = 10,5 \cong 11 \text{ unidades}$$

Para um nível de serviço de 90%, Z = 1,28:

$$Q_s = Z * \sigma = 1,28 * 14,14 = 18,1 \cong 19 \text{ unidades}$$

$$Q_s = Z * MAD = 1,28 * 12,5 = 16 \text{ unidades}$$

Os estoques de segurança também podem ser calculados de forma mais simples:

1. se considerados como uma porcentagem da demanda durante o tempo de ressuprimento;
2. se tratados como tempo, planejando o recebimento do item com um tempo de segurança (*time buffer*) para garantir que o item chegará a tempo para seu consumo.

Tubino (2007) afirma que o tempo de segurança seria vantajoso em situações em que o item tem vida útil limitada, como, por exemplo, em coleções de vestuário, situação em que, após o lançamento de nova coleção, a antiga perde a validade. No entanto, produzir antes do necessário, como forma de segurança, exige um bom sistema de previsão de demanda para se acertar nas quantidades.

Seção 3

Teoria do lote econômico

Tubino (2007) enumera três categorias diferentes de custos associados ao processo de reposição e armazenagem dos itens:

- custo direto;
- custo de preparação; e
- custo de manutenção de estoque.

São custos conflitantes ou em compensação entre si, e uma questão crítica é balancear os estoques para obtenção de maior equilíbrio possível entre a produção e o custo total do estoque.

A fabricação de lotes grandes de produção, por exemplo, minimiza o custo de preparação (menos *setups*), mas aumenta o custo de manutenção de estoque (e vice-versa).

O Quadro 3.4 sumariza as características de cada uma das categorias de custos de reposição e armazenagem dos itens.

Quadro 3.4 – Categorias de custos de reposição e armazenagem

Categorias de custos de administração de estoque	
Custo direto	<ul style="list-style-type: none"> • é aquele incorrido diretamente com a compra ou fabricação do item; • é proporcional à demanda para o período e aos custos unitários do item (de fabricação ou de compra): $CD = D * C$ <p>Onde:</p> <p>CD = custo direto do período; D = demanda do item para o período; C = custo unitário de compra ou fabricação do item.</p>

Categorias de custos de administração de estoque	
Custo de preparação	<p>São todos aqueles custos referentes ao processo de reposição do item pela compra ou fabricação do lote de itens:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mão de obra para emissão e processamento das ordens de compra ou de fabricação; • materiais e equipamentos utilizados para a confecção das ordens; • custos indiretos dos departamentos de Compras ou do PCP para a confecção das ordens, como luz, telefone, aluguéis, etc.; e • custos de preparação dos equipamentos produtivos, quando for o caso de fabricação dos itens. $CP = N * A = \frac{D}{Q} * A$ <p>Onde: CP = custo de preparação do período; N = número de pedidos de compra ou fabricação do período; A = custo unitário de preparação; D = demanda do item para o período; Q = tamanho do lote de reposição.</p>
Custo de manutenção de estoque	<p>Decorrentes do fato de o sistema produtivo necessitar manter itens em estoques para o seu funcionamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mão de obra para armazenagem e movimentação dos itens; • aluguel, luz, seguro e telefone; • sistemas computacionais e equipamentos do almoxarifado; • custos de deterioração e obsolescência dos estoques; e, principalmente, • custo do capital investido relacionado com a taxa de mínima atratividade (TMA) da empresa. $CM = Q_m * C * I$ <p>Onde: CM = custo de manutenção de estoque; Q_m = estoque médio durante o período; C = custo unitário de compra ou fabricação do item; I = taxa de encargos financeiros sobre os estoques.</p>

Fonte: Adaptação de Tubino (2007).

Pode-se obter uma equação para o **custo total** (CT) do sistema, a partir da definição das três categorias de custos de reposição e armazenagem:

$$CT = CD + CP + CM = D * C + \frac{D}{Q} * A + Q_m * C * I$$

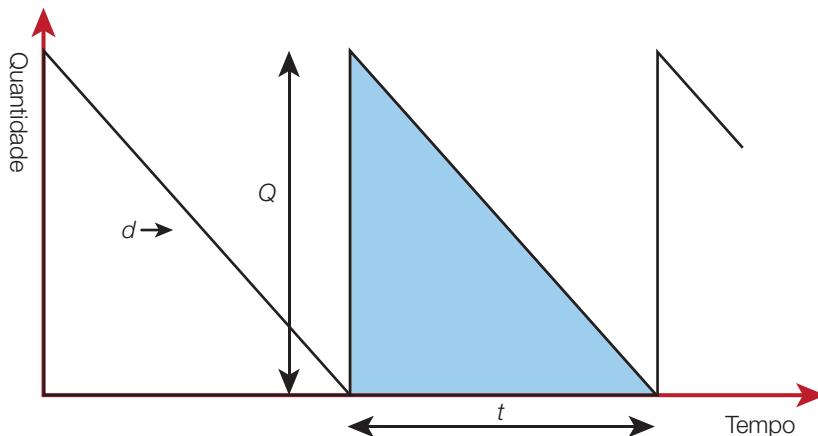
O valor do estoque médio (Q_m) depende da forma de entrega, que pode ser feita por:

- sistema de entregas totais; ou
- sistema de entregas parceladas.

3.1 Sistema de entregas totais

No sistema de entregas totais, o lote (Q) é entregue todo em uma única vez. A Figura 3.7 apresenta o gráfico da demanda ao longo do tempo (gráfico dente de serra) para um sistema de entregas totais.

Figura 3.7 – Gráfico quantidade x tempo para entregas totais



Fonte: Tubino (2007, p. 70).

O estoque médio é obtido pela área do triângulo, ressaltada no gráfico, dividida pelo tempo:

$$Q_m = \frac{t * Q}{2} * \frac{1}{t} = \frac{Q}{2}$$

Logo, a equação para o **custo total** (CT) para o sistema de entregas totais é:

$$CT = CD + CP + CM = D * C + \frac{D}{Q} * A + \frac{Q}{2} * C * I$$

Se derivarmos a equação do custo total em relação à quantidade, igualarmos a zero e isolarmos a variável desejada (Q), vamos obter o valor do **lote econômico** para o sistema de entregas totais:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * A}{C * I}}$$

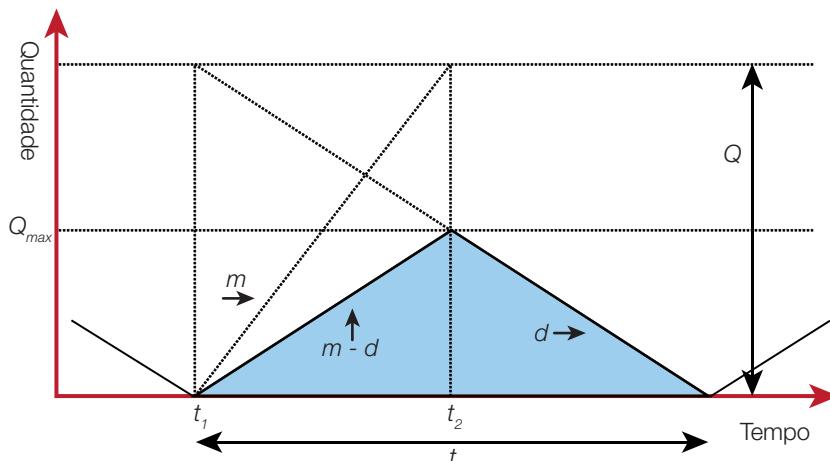
Como $N = \frac{D}{Q}$, a **periodicidade econômica** para o sistema de entregas totais fica sendo:

$$N^* = \sqrt{\frac{D * C * I}{2 * A}}$$

3.2 Sistema de entregas parceladas

No sistema de entregas parceladas, o lote (Q) é entregue em parcelas, segundo uma taxa de entrega (m). A Figura 3.8 apresenta o gráfico da demanda ao longo do tempo para um sistema de entregas parceladas.

Figura 3.8 – Gráfico quantidade x tempo para entregas parceladas



Fonte: Tubino (2007, p. 70).

O estoque médio é obtido pela área do triângulo, ressaltada no gráfico, dividida pelo tempo:

$$Q_m = \frac{t * Q_{max}}{2} * \frac{1}{t} = \frac{Q_{max}}{2}$$

No entanto, se busca o estoque médio em função do lote de reposição, e não de Q_{max} . O valor de Q_{max} pode ser calculado empregando-se a equivalência entre os triângulos apresentados na Figura 3.8:

$$Q_{max} = \left(1 - \frac{d}{m}\right) * Q$$

Substituindo na equação anterior, obtém-se o estoque médio em função do lote de reposição:

$$Q_m = \left(1 - \frac{d}{m}\right) * \frac{Q}{2}$$

Portanto, a equação para o **custo total** () para o sistema de entregas parceladas é:

$$CT = CD + CP + CM = D * C + \frac{D}{Q} * A + \left(1 - \frac{d}{m}\right) * \frac{Q}{2} * C * I$$

Se derivarmos a equação do custo total em relação à quantidade, igualarmos a zero e isolarmos a variável desejada (Q), vamos obter o valor do **lote econômico** para o sistema de entregas parceladas:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * A}{C * I * \left(1 - \frac{d}{m}\right)}}$$

Como $N = \frac{D}{Q}$, a **periodicidade econômica** para entregas parceladas fica sendo:

$$N^* = \sqrt{\frac{D * C * I * \left(1 - \frac{d}{m}\right)}{2 * A}}$$

Vejamos o seguinte exemplo:

Um item possui demanda anual de 12.000 unidades, taxa de encargos financeiros sobre os estoques de 12% ao ano, custo de \$ 10,00 por unidade, e custos de preparação de máquina de \$ 100,00 por ordem. Sendo a taxa de produção da máquina que fabrica esse item da ordem de 100 unidades por dia, com 300 dias úteis no ano, procure definir o tamanho dos lotes de fabricação para lotes com entregas totais e para lotes com entregas parceladas. Calcule os custos totais das duas alternativas e defina a melhor.

$D = 12.000$ unidades;

$I = 0,12$ ao ano;

$C = \$ 10,00$ por unidade;

$A = \$ 100,00$ por ordem;

$m = 100$ unidades por dia;

$d = 12.000$ unidades por ano / 300 dias por ano = 40 unidades por dia.

Lotes entregues de uma só vez:

- Tamanho do lote de fabricação:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * A}{C * I}} = \sqrt{\frac{2 * 12000 * 100}{10 * 0,12}} = 1.414,2 \text{ unidades} \approx 1.415 \text{ unidades}$$

- Custo total do sistema:

$$CT = D * C + \frac{D}{Q} * A + \frac{Q}{2} * C * I$$

$$CT = 12000 * 10 + \frac{12000}{1415} * 100 + \frac{1415}{2} * 10 * 0,12 = 121.697,05$$

Lotes com entregas parceladas:

- Tamanho do lote de fabricação:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * A}{C * I * \left(1 - \frac{d}{m}\right)}} = \sqrt{\frac{2 * 12000 * 100}{10 * 0,12 * \left(1 - \frac{40}{100}\right)}} = 1.825,74 \text{ unidades} \approx 1.826 \text{ unidades}$$

- Custo total do sistema:

$$CT = D * C + \frac{D}{Q} * A + \left(1 - \frac{d}{m}\right) * \frac{Q}{2} * C * I$$

$$CT = 12000 * 10 + \frac{12000}{1826} * 100 + \left(1 - \frac{40}{100}\right) * \frac{1826}{2} * 10 * 0,12 = 121.314,53$$

O custo total para uma política de entregas parceladas é menor do que o custo total de uma política de entrega integral do lote por duas razões:

1. o estoque médio do sistema é reduzido com entregas parceladas; e
2. o lote econômico aumenta de tamanho gerando um número menor de reposições.

Logo, desde que os custos de preparação (A) e os custos de armazenagem (I) não se alterem, é sempre vantajoso optar por entregas parceladas.

3.3 3.3 Críticas ao modelo do lote econômico

Diversos autores têm apresentado críticas ao modelo de lote econômico. Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) afirmam que existem cinco suposições nas quais o modelo é baseado:

1. a taxa de demanda para o produto é constante;
2. não existem restrições quanto ao tamanho de cada lote;
3. os únicos custos relevantes são o custo de manutenção (CM), o custo direto (CD) e o custo de preparação (CP) – os dois últimos considerados custos fixos para cada lote;
4. as decisões para um item podem ser tomadas independentemente de decisões para outros itens (não existe vantagem em combinar vários pedidos para o mesmo fornecedor);
5. o *lead time* é constante e conhecido.

De acordo com esses autores, o modelo do lote econômico somente será ótimo quando todas as cinco suposições forem satisfeitas, o que, na realidade, pode ser difícil de ocorrer.

O valor determinado para o lote econômico deve ser entendido como um indicativo do valor em torno do qual será feita a reposição. Em outras palavras, a teoria do lote econômico serve para estabelecer uma faixa econômica que reduza os custos do sistema, e não para determinar um valor que os minimize. Tubino (2007) afirma que existem uma série de problemas práticos que tornará difícil programar exatamente o valor encontrado, entre os quais citamos:

- o levantamento preciso dos valores das variáveis que entrarão na fórmula de cálculo do lote econômico (A, I, D, C) é difícil;
- a logística de movimentação e armazenagem do item (embalagem, meio de transporte ou forma de armazenagem) impede o uso do valor exato; e
- a proporcionalidade de uso do item no produto acabado não se encaixa no valor exato do lote.

Slack, Chambers e Johnston (2007) afirmam que o resultado e não-aderências na utilização do modelo de lote econômico conduz à determinação de um tamanho de lote que de fato não é o que minimiza o custo total (CT) do sistema. Se a empresa trabalhar no ponto de custos mínimos quando na verdade não está nesse ponto, os pequenos erros multiplicados por dezenas de milhares de itens podem levar a desempenhos perigosamente medíocres dos sistemas de gestão de estoque.

A manufatura enxuta, por outro lado, procura operar com lotes de programação cada vez menores, de preferência unitários, para flexibilizar os sistemas de produção e reduzir os níveis de estoque. Enquanto o sistema MRP trabalha com lotes de produção, a lógica da filosofia *just-in-time* baseia-se, na maioria das vezes, em taxas de produção.

Seção 4

Técnicas de controle de estoque

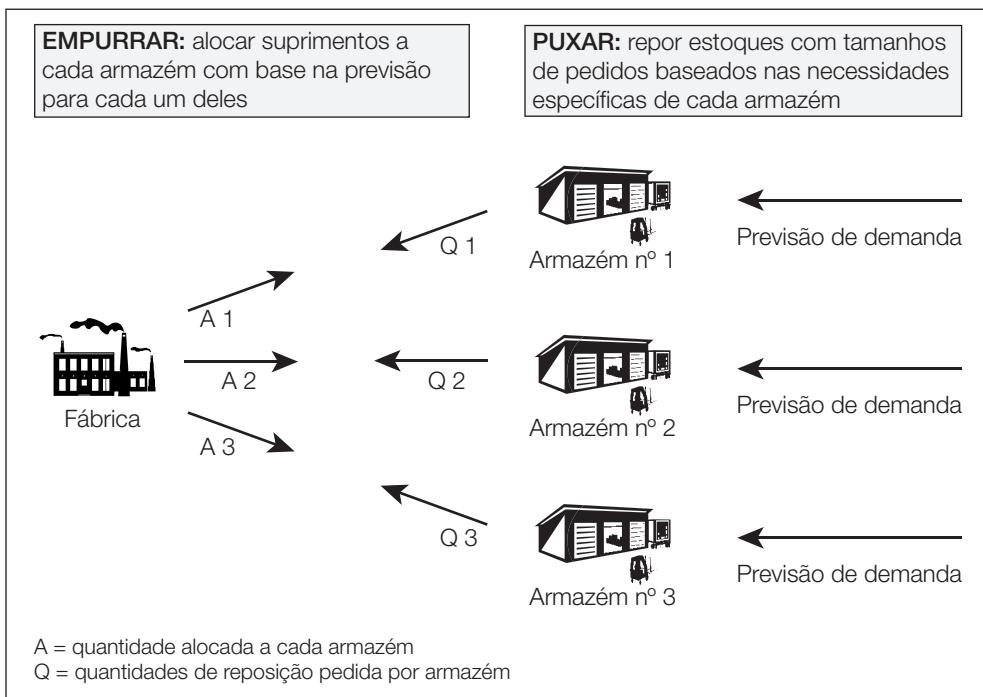
Ao longo do tempo, foram desenvolvidas várias formas de controlar a quantidade de materiais em estoque. Há conceitos e técnicas que servem para atender aos requisitos de nível de serviço e, simultaneamente, minimizar o custo de manutenção do estoque.

Existem, no entanto, dois sistemas básicos de gerenciamento:

- empurrar; e
- puxar estoques.

Vejamos isso na Figura 3.9:

Figura 3.9 – Sistemas de empurrar e puxar de gerenciamento de estoques



Fonte: Ballou (2006, p. 276).

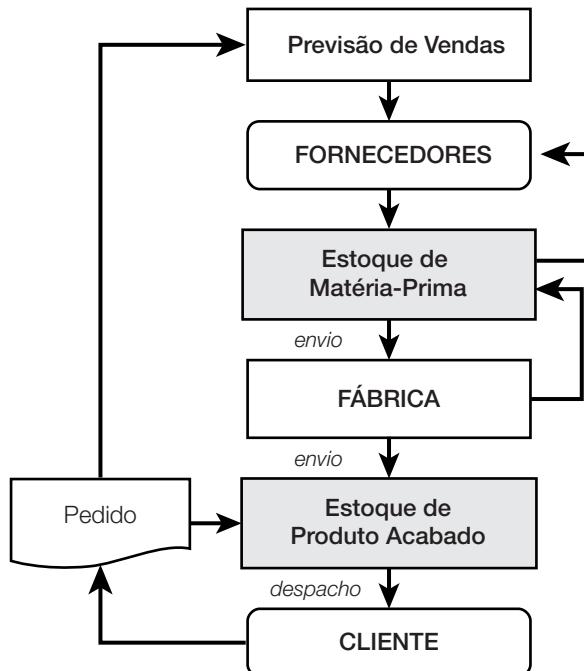
Ching (2001) afirma que o **controle empurrado de estoques** é o sistema clássico, comumente conhecido como “fluxo descontínuo de material”. Formado pelos métodos de ponto de pedido, revisões periódicas e pelo MRP, considera que os níveis de estoque são estabelecidos coletivamente, ao longo da cadeia de suprimentos, com base na previsão de demanda para cada ponto de estoque ou considerando uma demanda agregada. A gestão de estoques é centralizada e seus níveis são fortemente influenciados pelas economias de escala de compra ou produção.

Os métodos de empurrar estoques são operacionalizados pelos sistemas de MRP (Planejamento das Necessidades de Materiais), algumas vezes em conjunto com DRP (Planejamento dos Recursos de Distribuição). Esse enfoque é vantajoso quando os lotes econômicos de produção ou compra são superiores aos necessários no curto prazo, o que nem sempre ocorre. Por outro lado, esses métodos não conseguem responder com rapidez às mudanças na demanda, por esse motivo, são ineficientes em ambientes dinâmicos.

Os pedidos dos clientes são atendidos à medida que chegam com os produtos acabados estocados nos depósitos. A fábrica repõe os estoques nos depósitos, produzindo contra a previsão de vendas (necessidades esperadas) e não contra a demanda real ou do depósito. A produção utiliza o estoque de matéria-prima e

componentes do almoxarifado. Por sua vez, o almoxarifado, também baseado na previsão de vendas, solicita periodicamente material dos fornecedores para repor os seus estoques. A Figura 3.10 ilustra um fluxo descontínuo típico de material.

Figura 3.10 – Fluxo descontínuo de material

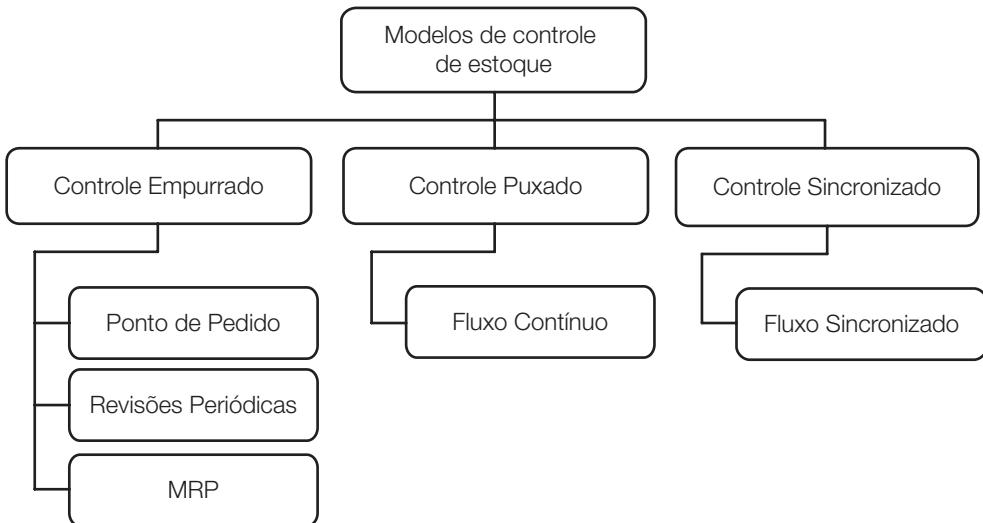


Fonte: Adaptação de Ching (2001, p. 41).

O **controle puxado de estoques**, ou método de fluxo contínuo, foi a solução encontrada pela Toyota para implementar o sistema JIT na fabricação de seus carros. O JIT utiliza a ferramenta **kanban** e considera que as decisões sobre cada estoque são adotadas independentemente uma das outras no canal. Segundo Ballou (2006), essa abordagem exerce um controle preciso sobre os níveis de estoque em cada local, mesmo não havendo uma boa coordenação do momento e dos tamanhos dos pedidos de reposição com os tamanhos dos lotes de produção, quantidades econômicas de compras ou volumes mínimos de pedidos.

O controle empurrado de estoques é ineficiente, em ambientes dinâmicos, por não conseguir responder com rapidez às mudanças na demanda. Por outro lado, o controle puxado de estoques obriga os fornecedores a responderem num prazo muito curto às necessidades dos clientes e, além disso, pode aumentar os custos dos fornecedores ao transferir os problemas de estocagem. Por essas razões, o **fluxo sincronizado de material** pretende ser uma alternativa aos métodos anteriores. A Figura 3.11 ilustra a classificação desses diversos modelos.

Figura 3.11 – Modelos de controle de estoques



Fonte: Adaptação de Ballou (2006), Tubino (2007) e Ching (2001).

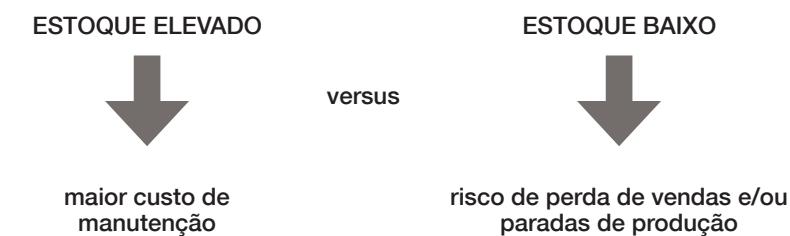
A seguir, veremos os seguintes métodos:

- ponto de pedido;
- revisões periódicas;
- MRP;
- fluxo contínuo; e
- fluxo sincronizado.

4.1 Método de ponto de pedido

O método de ponto de pedido objetiva otimizar os investimentos em estoque. Em outras palavras, é responsável por balancear a relação entre estoque elevado *versus* estoque baixo, conforme ilustra a Figura 3.12.

Figura 3.12 – Riscos envolvidos na relação entre estoque elevado e estoque baixo



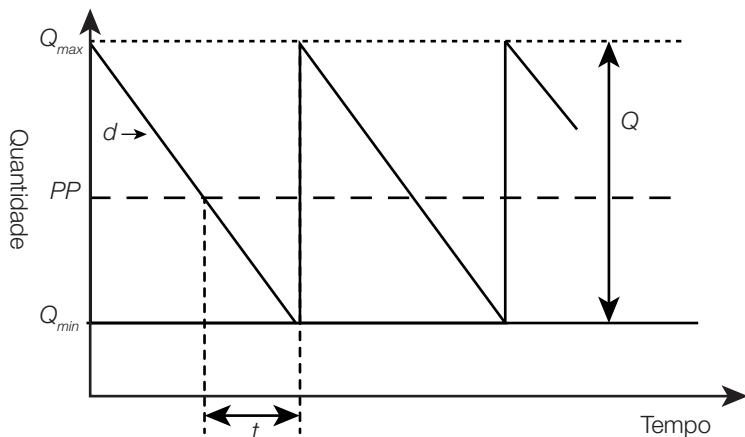
Fonte: Adaptação de Ching (2001, p. 43).



O método de ponto de pedido é também conhecido como **método do estoque mínimo (MIN)**, **ponto de reposição** ou, ainda, **método de quantidade fixa e período variável**.

A Figura 3.13 mostra a quantidade estocada de um item no tempo, com consumos e ressuprimentos.

Figura 3.13 – Método do ponto de pedido



Fonte: Tubino (2007, p. 89).

Quando o nível de estoque cai a um valor conhecido como **ponto de pedido (PP)**, ou **ponto de reposição (PR)**, um pedido de ressuprimento em uma quantidade fixa é disparado para o fornecedor ou para a fábrica. A finalidade do ponto de reposição é dar início ao processo de ressuprimento com tempo hábil para não ocorrer falta de material.

A quantidade solicitada é conhecida como lote econômico de reposição (Q), ou lote de compra, e é incorporada ao estoque após a colocação do pedido e de sua chegada, transcorrido o tempo de ressuprimento (t). O lote de compra (Q) deve ser a quantidade que balanceia os custos de manutenção e de aquisição, assumindo que existam informações precisas quanto à demanda (d) e ao tempo de ressuprimento (t).

Tubino (2007) afirma que o tempo de ressuprimento (t) é o espaço de tempo que transcorre desde o momento da constatação da necessidade de repor o item até a efetiva entrada do item em estoque. O tempo de ressuprimento (t) resulta da soma de quatro tempos parciais:

- o tempo de preparação da ordem de reposição;
- o tempo de preparação da operação de compra ou fabricação;

- o prazo de entrega da fabricação interna ou externa; e
- o tempo gasto com transporte e recepção do lote.

O método de ponto de pedido considera duas faixas limites, uma superior e uma inferior. O limite superior (Q_{max}) é formado pela soma do estoque de segurança (Q_s) com o lote de reposição (Q). O limite inferior (Q_{min}) é o próprio estoque de segurança (Q_s). Quando os limites são frequentemente ultrapassados, provavelmente houve mudanças nas variáveis do sistema (demanda ou tempo de ressuprimento).

De acordo com Tubino (2007), o estoque fica separado em duas partes pelo ponto de pedido (PP). A parte superior é utilizada para atender a demanda até a data da programação de um lote de reposição (Q). A parte inferior é usada entre a data da programação e a data de recebimento do lote, ou seja, dentro do tempo de ressuprimento (t).

4.1.1 Determinação do ponto de pedido (PP)

O PP é calculado como o produto entre o tempo de ressuprimento e o consumo previsto:

$$PP = d * t$$

Onde:

PP = ponto de pedido;

d = demanda por unidade de tempo;

t = tempo de ressuprimento.

Vamos considerar que um item tenha um tempo de ressuprimento de duas semanas (10 dias úteis) para um ano com cinquenta semanas (250 dias úteis) e o consumo previsto seja de 100 unidades por semana:

$$d = 100 \text{ unidades por semana} / 5 \text{ dias por semana} = 20 \text{ unidades por dia}$$

$$t = 2 \text{ semanas} = 10 \text{ dias úteis}$$

$$PP = d * t = 20 * 10 = 200$$

O nível do PP auxilia a controlar a quantidade adicional de estoque, necessária como proteção contra oscilações na demanda e no tempo de ressuprimento. Significa reduzir a probabilidade de falta. Se, por exemplo, o pedido de compra demorar uma semana para chegar, em vez de duas, e o consumo nunca exceder 80 unidades semanais, o PP será de 450 unidades e não haverá falta de produto:

$d = 80$ unidades por semana / 5 dias por semana = 16 unidades por dia

$t = 1$ semana = 5 dias úteis

$$PP = d * t = 16 * 5 = 80$$

4.1.2 Determinação do estoque de segurança (Q_s)

Na formulação anterior foi assumida a hipótese da demanda constante. Não considerar a necessidade de um estoque de segurança ($Q_s = 0$ ou $Q_{min} = 0$) significa que um pedido de reposição será disparado quando houver uma quantidade em estoque equivalente à demanda durante o tempo de ressuprimento. Como as demandas não são exatamente constantes, haverá uma flutuação aleatória em torno de uma média. Portanto, o ponto em que se deveria disparar um pedido de reposição é dado pela seguinte equação:

$$PP = d * t + Q_s$$

Onde:

PP = ponto de pedido;

d = demanda por unidade de tempo;

t = tempo de ressuprimento;

Q_s = estoque de segurança.

Definir qual quantidade de estoque de segurança deveria ser mantida significa que existe a necessidade de quantificar a incerteza. Pode-se estabelecer uma relação entre nível de estoque de segurança e nível de serviço ao cliente da seguinte maneira:

$$Q_s = Z * \sigma \text{ ou, opcionalmente, } Q_s = Z * MAD$$

Onde:

Q_s = estoque de segurança;

Z = número de desvios padrões;

σ = desvio padrão estimado para a demanda futura;

MAD = desvio absoluto médio.

Para garantir uma cobertura contra as variações desejadas, o valor obtido pela fórmula deve ser sempre arredondado matematicamente para cima.

Por conveniência, entretanto, muitas vezes arredonda-se o valor obtido pela fórmula para o número redondo mais próximo.

Logo, o ponto de pedido é dado pela seguinte equação:

$$PP = d * t + Z * \sigma$$

Onde:

PP = ponto de pedido;

d = demanda por unidade de tempo;

t = tempo de ressuprimento;

Z = número de desvios padrões;

σ = desvio padrão estimado para a demanda futura.

O número de desvios padrões (Z) é uma função do nível de serviço que se pretende, conforme apresentado no Quadro 3.2 - Nível de serviço relacionado ao número de desvios padrões.

Voltando ao exemplo anterior, vamos calcular o nível de estoque de segurança e o ponto de pedido para a mesma demanda média de 80 unidades semanais e tempo de ressuprimento de uma semana. Considerar um nível de serviço de 0,95 (deixando 5% em média não atendidos a partir da disponibilidade de estoque) e um desvio-padrão de 50:

$$Q_s = Z * \sigma$$

$$Q_s = 1,64 * 50$$

$$Q_s = 82 \text{ unidades.}$$

Nesse caso, o ponto de pedido será:

$$PP = d * t + Q_s = 16 * 5 + 82 = 162 \text{ unidades.}$$

4.1.3 Determinação do tamanho do lote econômico de reposição (Q)

Segundo Tubino (2007), a definição do tamanho do lote de reposição não está atrelada ao método de controle de estoque empregado. No entanto, já que se vão repor os estoques em uma determinada quantidade, esta pode ser a quantidade do lote econômico.

Portanto, por que não empregar o lote econômico ao se definir um lote de reposição para o exemplo anterior?

Se considerarmos, por exemplo, um custo de \$ 50,00 por unidade, uma taxa de encargos financeiros sobre os estoques de 30% ao ano e um custo de preparação de \$ 100,00 por ordem, temos:

$$D = 80 \text{ unidades semanais} = 4.000 \text{ unidades por ano};$$

$$A = \$ 100,00 \text{ por ordem};$$

$$C = \$ 50,00 \text{ por unidade};$$

$$I = 0,30 \text{ ao ano.}$$

Logo, o lote econômico será de:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times A}{C \times I}} = \sqrt{\frac{2 \times 4000 \times 100}{50 \times 0,3}} = 230,94 \text{ unidades} \approx 231 \text{ unidades}$$

4.1.4 Determinação dos níveis máximo (Q_{max}) e mínimo (Q_{min}) de estoque

O limite superior (Q_{max}) é formado pela soma do estoque de segurança (Q_s) com o lote de reposição (Q):

$$Q_{max} = Q_s + Q^* = 82 + 231 = 313 \text{ unidades}$$

O nível mínimo de estoque é igual ao estoque de segurança:

$$Q_{min} = Q_s = 82 \text{ unidades}$$

Nesse exemplo, é providenciado um pedido de reposição de 231 unidades sempre que o saldo de estoques atingir 162 unidades que, se tudo ocorrer normalmente, deve dar entrada em estoque cinco dias após a liberação do pedido. O modelo deve ser revisto caso os valores mínimo e máximo forem frequentemente ultrapassados.

4.2 Método de revisões periódicas

O objetivo do método de revisões periódicas é eliminar a deficiência do método de ponto de pedido: a perda de vantagens associadas a descontos para grandes volumes de compra ou transporte, quando mais de um item é comprado do mesmo fornecedor e os pedidos de itens diversos podem ocorrer em instantes diferentes.



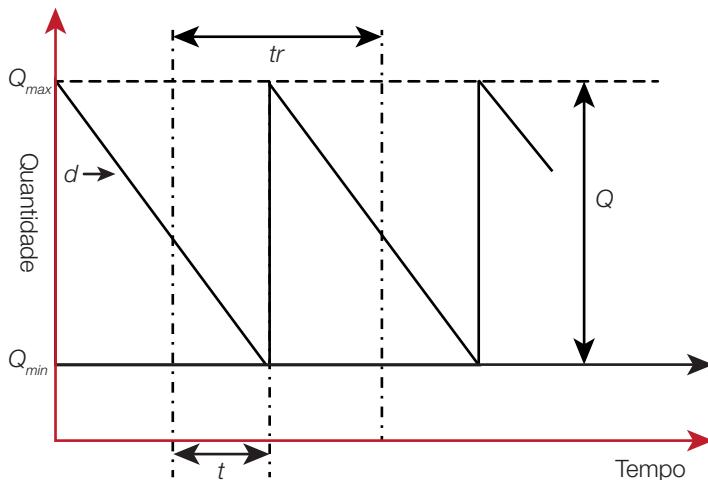
O método de revisões periódicas também é conhecido como **método do estoque máximo (MAX)** ou **método de quantidade variável e período fixo**.

Tubino (2007) afirma que o método de revisões periódicas trabalha no eixo dos tempos, estabelecendo datas nas quais serão analisadas a demanda e as demais condições dos estoques, para decidir pela sua reposição ou não.

Temos um ciclo de tempo fixo (t) para efetuar revisões periódicas de nível de estoque. Conforme a Figura 3.14, quando o período de revisão ocorre e a quantidade estocada é determinada, um pedido de ressuprimento (Q) é enviado e levará determinado tempo de ressuprimento (t) para chegar e recompor os níveis de estoques. Esse volume é calculado como a diferença entre um nível máximo (Q_{max}) e o nível medido no momento da revisão. O tempo entre cada

revisão (tr) pode ser escolhido a partir da periodicidade econômica ou por outro fator qualquer, como, por exemplo, uma data consolidada de entrega de vários itens por um mesmo fornecedor para aproveitar vantagens de preço e transporte.

Figura 3.14 – Método de revisões periódicas



Fonte: Tubino (2007, p. 91).

4.2.1 Determinação do período de revisão (tr^*)

No caso de se utilizar a periodicidade econômica, o tempo entre cada revisão será dado por:

$$tr^* = \frac{t_{ano}}{N^*} = \frac{Q^* * t_{ano}}{D}$$

Onde:

tr^* = tempo ótimo entre revisões;

t_{ano} = número de dias do ano;

N^* = periodicidade econômica;

Q^* = lote econômico;

D = demanda do item para o período.

O período tr^* pode ser ajustado às datas mais convenientes para rever uma série de produtos.

Usando os mesmos dados do exemplo anterior, o período de revisão (tr) é calculado em um tempo ótimo, com base nos custos mais baixos, que é o do lote econômico (Q^*) de 220 unidades. Considerar o ano com 50 semanas de 5 dias cada uma.

$$t_{ano} = 50 * 5 = 250 \text{ dias por ano}$$

$$Q^* = 231 \text{ unidades}$$

$$D = 80 \text{ unidades semanais} = 4.000 \text{ unidades por ano}$$

$$tr^* = \frac{Q^* * t_{ano}}{D} = \frac{231 * 250}{4000} = 14,44 \text{ dias} \approx 14 \text{ dias} \approx 18 \text{ vezes por ano}$$

O nível de estoque deve ser revisto, aproximadamente, 36 vezes por ano. A cada 14 dias úteis será feita uma revisão dos estoques deste item, e, se tudo correr bem, deverá ser encomendado um lote de aproximadamente 231 unidades. O tamanho exato do lote de ressuprimento, no entanto, precisa ser calculado, conforme as considerações a seguir.

4.2.2 Determinação do tamanho do lote de ressuprimento (Q)

O modelo de revisões periódicas também é chamado de método de quantidade variável e período fixo porque a definição do tamanho do lote de ressuprimento deve ser igual à diferença entre o estoque verificado e o nível máximo de estoque (Q_{max}). Em condições normais, a quantidade a ser reposta tende a se aproximar do valor do lote econômico. No entanto, essa quantidade geralmente dependerá do desempenho da demanda e dos níveis de estoques durante o período entre cada revisão. De acordo com Tubino (2007), a quantidade do lote de reposição deve ser suficiente para garantir a demanda até a próxima revisão mais um tempo de ressuprimento, que é o ponto em que o lote encomendado chegará ao estoque, ou seja:

$$Q = d * (tr + t)$$

Como no momento da revisão existirá uma quantidade de saldo final em estoque (Q_f), a mesma deverá ser retirada do lote de reposição, pois já se tem essa quantidade de itens para atender a demanda:

$$Q = d * (tr + t) - Q_f c$$

Devem ocorrer entregas de lotes anteriores, ou quantidades pendentes (Q_p), durante o período analisado, caso o tempo entre revisões seja menor do que o tempo de ressuprimento. Consequentemente, o saldo em estoque aumentará nesse período. Portanto, essas quantidades pendentes devem ser subtraídas da demanda total necessária:

$$Q = d * (tr + t) - Q_f - Q_p$$

Não podem existir registros negativos do saldo final em estoque nos sistemas de informações. Caso os usuários solicitem itens e não haja disponibilidade em estoque (nesse caso $Q_f = 0$), ocorrerá uma demanda reprimida (Q_r), ou quantidade solicitada ao estoque não atendida, que deverá ser adicionada ao tamanho do lote:

$$Q = d * (tr + t) - Q_f - Q_p + Q_r$$

No sistema de informações, geralmente o estoque de segurança (Q_s) está embutido dentro do Q_f inicialmente retirado. Portanto, deve ser acrescentado novamente. Logo:

$$Q = d * (tr + t) - Q_f - Q_p + Q_r + Q_s$$

Podemos calcular o tamanho do lote de ressuprimento para o exemplo anterior se consideramos os seguintes valores:

$$d = 16 \text{ unidades por dia}$$

$$tr = 14 \text{ dias} \approx 18 \text{ vezes por ano}$$

$$t = 1 \text{ semana} = 5 \text{ dias}$$

$$Q_f = 0$$

$$Q_p = 100 \text{ unidades}$$

$$Q_r = 20 \text{ unidades}$$

$$Q_s = 82 \text{ unidades}$$

$$Q = d * (tr + t) - Q_f - Q_p - Q_r - Q_s = 16 * (14 + 5) - 0 - 100 + 20 + 82 = 306 \text{ unidades.}$$

4.2.3 Determinação do nível máximo de estoque (Q_{max})

O limite superior (Q_{max}), ou nível máximo de estoque, é formado pela soma do estoque de segurança (Q_s) com o lote de reposição (Q), e é dado pela fórmula:

$$Q_{max} = Q_s + Q = 82 + 306 = 388$$

4.2.4 Método de estoque para demanda

De acordo com Ballou (2006), uma forma mais simples e de implementação facilitada do método de revisões periódicas é o **método de estoque para demanda**. É uma das abordagens mais práticas do controle de estoque empurrado e tem como ideia básica manter os níveis de estoque proporcionais à sua demanda. Segundo Ching (2001), baseia-se nos seguintes pontos:

- verificação da duração do tempo de ressuprimento para o item considerado;
- previsão da demanda do item em determinado período;
- determinação do período de segurança necessário para compor o estoque de segurança, considerando a incerteza na previsão de demanda e no tempo de ressuprimento.

Analise o procedimento típico, descrito a seguir:

- a. verifica-se a duração do tempo de ressuprimento – digamos que seja de 3 semanas;
- b. a seguir, deve-se fazer uma previsão da demanda desse item a cada 4 semanas;
- c. devido às incertezas das previsões de demanda e tempo de ressuprimento, adiciona-se uma semana extra de demanda como estoque de segurança;
- d. a previsão mensal deve ser multiplicada por 8/4 (3 semanas de ressuprimento + 4 semanas de previsão de demanda + 1 semana de segurança, divididos por 4 semanas de frequência de previsão) para projetar o nível de demanda que deve ser coberto pelo estoque;
- e. o pedido de ressuprimento é calculado como a diferença entre o nível projetado de demanda e a quantidade de estoque disponível.

Pelo procedimento descrito, Ching (2001) afirma que esse método apresenta dois problemas:

- pode não ser conveniente com demandas sazonais, pois os estoques estarão sempre em proporção direta ao nível de demanda;
- a forma com que o tempo de ressuprimento e o erro de previsão foram estimados não é precisa.

A operacionalização do modelo de controle de estoques por revisões periódicas não é tão simples quanto a por ponto de pedido. De acordo com Tubino (2007), esse método de controle de estoques exige a coleta de inúmeras variáveis e cálculos elaborados na definição das quantidades a serem repostas, de forma a evitar o desabastecimento ou a sobra dos itens em estoque.

Com o advento e a expansão dos modelos informatizados de MRP, o método de controle de estoques por revisões periódicas passou a ter pouca utilidade. O sistema de programação via MRP não só permite a ampliação do período de análise, como considera em simultâneo as dependências entre os vários itens que compõem um produto, superando em muito o modelo estático de revisões periódicas. Por essas razões, o método do estoque máximo é utilizado apenas quando não se dispõem de alternativas de controle, associando a exigência de inventários periódicos dos níveis de estoques com a reposição dos itens.

4.3 MRP (Planejamento de Necessidades Materiais)

Tubino (2007) afirma que o modelo de controle de estoques baseado no cálculo das necessidades de materiais (*Material Requirements Planning – MRP*) aproveita a capacidade de armazenagem e de processamento de dados da informática para considerar a dependência da demanda que existe entre itens componentes de produtos acabados no tempo.

Em outras palavras, o MRP parte das quantidades de produtos acabados a serem produzidas período a período, determinadas no plano-mestre, para calcular as necessidades brutas dos demais itens dependentes, de acordo com a estrutura do produto e o roteiro de fabricação e compra. Nos itens que possuem tanto demanda dependente quanto independente, como os componentes que também são vendidos ao mercado como reposição, a parte da demanda independente deve ser definida com base nas previsões de vendas do item e somada à demanda dependente obtida pelo MRP. No caso de produtos acabados, ocorrem apenas demandas independentes.

O cálculo de necessidades brutas, realizado a partir das informações da lista de materiais, responde a duas questões fundamentais:

- o que produzir e comprar; e
- quanto.

Outra questão pertinente é saber **quando** efetuar as ações gerenciais de comprar ou produzir. Para respondê-la, precisamos primeiramente conhecer os **tempos de obtenção** (*lead times*) dos diversos itens, sejam eles comprados ou produzidos. Pela lógica utilizada no ambiente MRP, o tempo de obtenção é o tempo que decorre entre a liberação de uma ordem – de compra ou produção – e o material correspondente estar pronto e disponível para uso.

O cálculo preciso dos itens dependentes que precisam estar disponíveis para a fabricação da quantidade necessária de produto, realizado na explosão de

necessidades brutas, possibilita que sejam providenciadas as quantidades exatas calculadas para consumo futuro, sem necessidade de quantidades extras de segurança, as quais sempre acabam sendo necessárias quando os consumos futuros considerados estão sujeitos a erro, como no caso das demandas que têm de ser previstas.

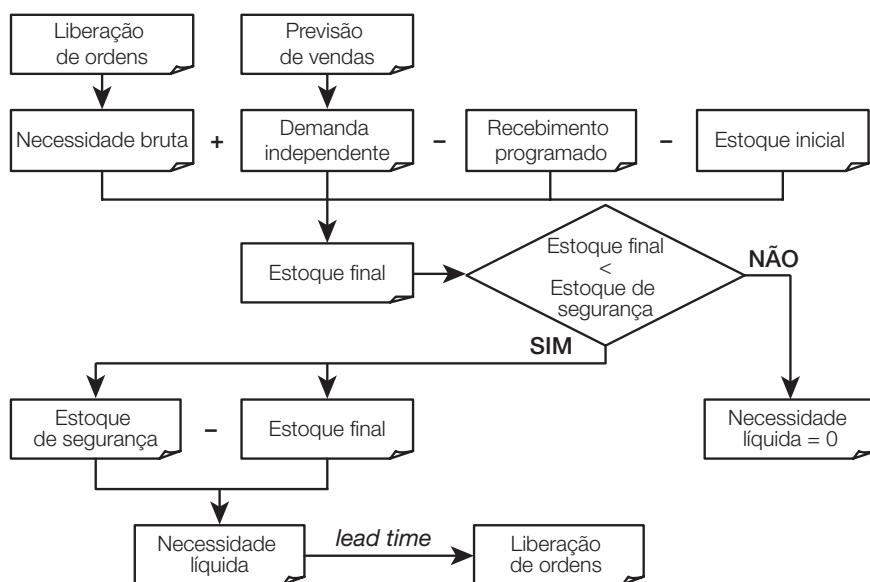
Além disso, a lógica do MRP de programar atividades para o mais tarde possível minimiza os estoques carregados, correspondendo ao anseio das empresas de possuir uma quantidade em estoque igual ao estritamente necessário para se manter o fluxo produtivo.

O escalonamento no tempo de obtenção dos itens parte das necessidades de produtos acabados para determinar os momentos de início e fim de cada atividade necessária para atender ao pedido. Corrêa, Gianesi e Caon (2001) afirmam que ter bons sistemas de previsão de venda é quase um pressuposto para o bom funcionamento de sistemas de MRP, pois as decisões são tomadas com base na melhor visão de futuro proporcionada por essas previsões.

Já previsões ruins constituem a base sobre a qual decisões ruins serão tomadas. A empresa começa a correr sérios riscos competitivos se, além de ruins, as decisões tomadas forem piores do que as da concorrência.

A necessidade líquida é calculada descontando-se o estoque projetado das necessidades brutas. A Figura 3.15 ilustra as duas situações da dinâmica de cálculo da necessidade líquida.

Figura 3.15 – Dinâmica de cálculo da necessidade líquida



Fonte: Tubino (2007, p. 95).

Slack, Chambers e Johnston (2007) afirmam que, a partir do programa de produção para cada produto final, ou seja, a partir do plano-mestre, o MRP explode as necessidades brutas por meio da lista de materiais e verifica quantas submontagens e componentes são necessários. Antes de descer para o próximo nível da estrutura do produto, o MRP verifica quais são os estoques disponíveis dos materiais necessários. São geradas, então, as ordens de compra e produção para as necessidades líquidas dos itens. Tais necessidades líquidas formam o programa que será explodido por meio da lista de materiais para o próximo nível abaixo, na estrutura. Esse processo prossegue até que se chegue ao nível mais baixo da estrutura de produto.

4.4 Método de fluxo contínuo

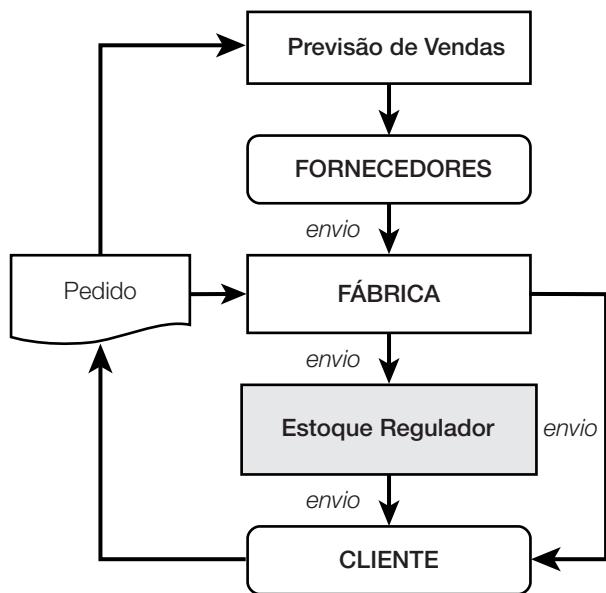
O método de puxar estoques (*pull*) foi introduzido pela Toyota na fabricação de carros pelo sistema *just-in-time* (JIT). De acordo com Ching (2001), à medida que as características e a filosofia do JIT foram, progressivamente, sendo refinadas e difundidas, tornou-se o que atualmente se descreve como o enfoque do fluxo contínuo de materiais. As previsões de vendas de médio e longo prazo são agora utilizadas para planejar as necessidades de compras e devem refletir a sazonalidade da demanda.

O fluxo contínuo de materiais fornece resposta eficiente em ambientes dinâmicos, onde:

- os lotes são cada vez menores;
- as entregas são cada vez mais rápidas e frequentes;
- os clientes demandam uma variedade crescente de produtos;
- a qualidade dos produtos é cada vez mais exigida.

Conforme mostra a Figura 3.16, o pedido do cliente ao chegar é transmitido *online* para a fábrica, e não para o depósito. A fábrica produz contra a demanda em ciclos de produção curtos e rápidos. O produto é despachado para os clientes diretamente ou por meio do estoque regulador (que pode ser apenas de consolidação de carga ou terminais). Dessa maneira, a demanda do cliente “puxa” o fluxo de material.

Figura 3.16 – Fluxo contínuo de material



Fonte: Adaptação de Ching (2001, p. 53).

Nos sistemas convencionais, o fluxo de produção é empurrado e os materiais de um processo inicial são transferidos para um processo final. Por exemplo, uma matéria-prima é transformada em um componente que é posteriormente montado com outros em um conjunto que flui em direção à linha de montagem final.

Ohno (1997) imaginou esse fluxo de produção na ordem inversa: um processo final iria para um processo inicial para retirar apenas o componente exigido na quantidade necessária no exato momento necessário. O processo inicial, por sua vez, precisaria apenas produzir a quantidade exata do componente retirado para repor o que foi consumido pelo processo final.

Para resolver o problema de comunicação entre os múltiplos processos, foi elaborado um sistema de sinalização que indica claramente o que e quanto é necessário produzir. Esse sistema de sinalização foi denominado *kanban*, que é o método pelo qual a produção flui suavemente na manufatura enxuta. O mecanismo usado para autorizar a produção ou movimentação de um item é baseado geralmente num cartão físico ou etiqueta. Em alguns casos, sistemas computacionais (*kanban* informatizado), sinais luminosos e sistemas eletrônicos também podem ser usados.

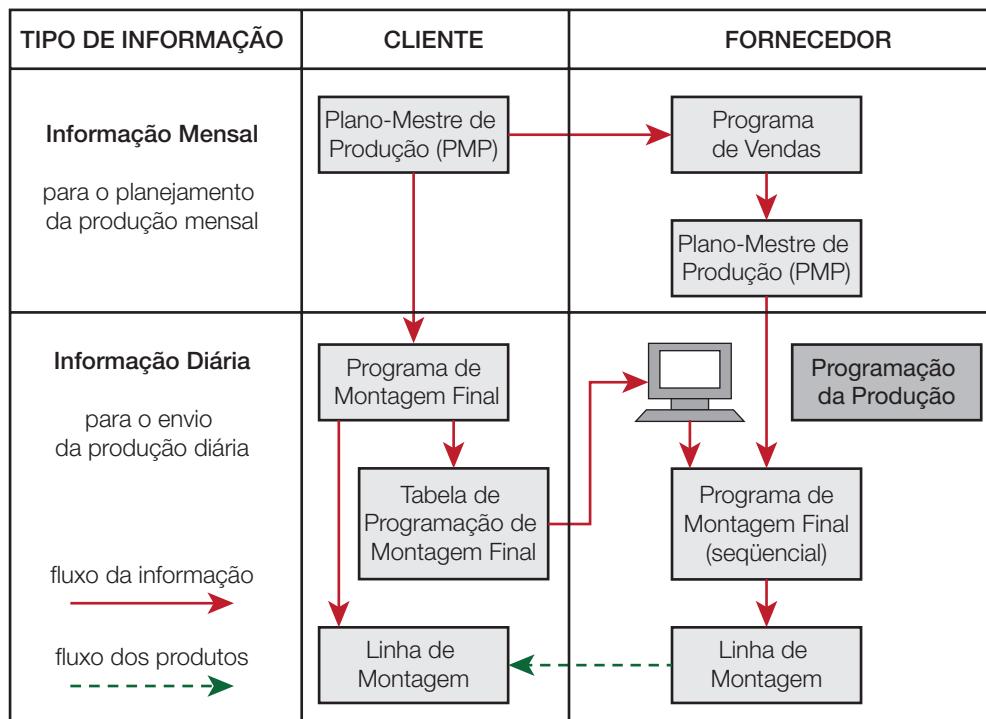


O sistema **kanban** opera baseado na filosofia de que cada processo em um sistema produtivo puxa o tipo e a quantidade de componentes que o processo exige, no momento adequado. A premissa básica é de que o material não estará sendo produzido ou não estará sendo movimentado até que um cliente emita o sinal para que isso aconteça. O cliente da peça pode ser um consumidor final de um produto acabado (cliente externo) ou o pessoal da produção na estação subsequente no ambiente de manufatura (cliente interno). Do mesmo modo, o fornecedor poderia ser a pessoa na estação precedente no ambiente de manufatura (fornecedor interno) ou um fornecedor real de insumos (fornecedor externo).

Tubino (1999) afirma que o **sistema de retirada sequencial** representa um estágio avançado de implantação da filosofia *just-in-time* entre clientes e fornecedores. O cliente utiliza o computador para comunicar ao fornecedor a sequência e as quantidades de peças que são necessárias diariamente para sua linha de produção. A sequência necessária entra em um banco de dados e é impressa em etiquetas *kanbans*, que especificam os detalhes necessários para sua produção na fábrica fornecedora e seu posterior envio para o cliente. A empresa envia diariamente o sequenciamento programado da sua produção ao computador da fábrica fornecedora para alimentar o sistema de programação da produção de componentes que serão enviados à linha de montagem. Após o cálculo do programa de montagem final, o sistema fornece os relatórios necessários e imprime as etiquetas *kanbans*, que serão entregues à linha de produção do fornecedor. Dessa forma é possível sincronizar as atividades entre as operações nas linhas de montagem do fornecedor e do cliente, de tal maneira que a comunicação e o transporte dos itens sejam efetivamente em tempo e conteúdo reais, na frequência necessária.

A Figura 3.17 ilustra o fluxo de informações no sistema de retirada sequencial.

Figura 3.17 – Sistema de retirada sequencial



Fonte: Tubino (1999, p.124).

Na programação “puxada” de produção, Tubino (2007) afirma que os almoxarifados de itens em processo são substituídos por pequenos “supermercados” de abastecimento, próximos aos locais de consumo. À medida que os cartões *kanban* são trocados por peças nos supermercados, inicia-se sequencialmente sua reposição pelos setores produtivos, utilizando-se contenedores com quantidades padronizadas para armazenar e movimentar os itens de um lote de fabricação. O sistema *kanban* é empregado para diversas finalidades, e suas funções estão sumarizadas no Quadro 3.5.

Quadro 3.5 – Funções do sistema *kanban*

	Função
1	Fornecer informações sobre apanhar (retirar) ou transportar.
2	Fornecer informações sobre a produção.
3	Impedir a superprodução e o transporte excessivo.
4	Servir como uma ordem de produção afixada às mercadorias (materiais).
5	Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz.
6	Revelar problemas existentes e manter o controle de estoques.

Fonte: Adaptação de Ohno (1997, p. 48).

As funções relacionadas com a gestão dos estoques (o que produzir, quanto produzir, quando produzir e com que segurança trabalhar) estão contidas dentro do próprio modo de funcionamento do sistema *kanban*. De acordo com Tubino (1999), essas questões são negociadas e definidas pelo grupo de implantação, gerando compromissos fortes, principalmente quanto ao nível de demanda que o sistema montado tem potencial de atender.

Tubino (2007) afirma que o *kanban*, na prática, atua como ferramenta de comunicação visual e como dispositivo de comunicação do ponto de utilização até a operação prévia. Substitui, desse modo, as ordens de compra para os fornecedores e as ordens de produção para os setores operacionais, eliminando a documentação que seria necessária em ambientes tradicionais de manufatura.

Ohno (1997) afirma que o sistema *kanban* permite que cada elo na corrente *just-in-time* esteja conectado e sincronizado. Entretanto, os *kanbans* não devem ser utilizados quando é requerida a produção de lotes ou estoques de segurança significativos, dadas as dificuldades que o sistema terá para esclarecer essas exigências.

A ausência de estoques de segurança e os níveis baixos de estoque, em muitos casos, permitem que a informação flua mais rapidamente. Por outro lado, programas de qualidade assegurada e de manutenção produtiva total (MPT) devem ser implantados para evitar problemas de processo devido à ausência de estoques.



A Manutenção Produtiva Total (MPT) ou *Total Productive Maintenance* (TPM) é uma abordagem em gestão de manutenção que adota uma visão holística e o envolvimento de todos os funcionários.

Uma empresa pode aumentar a produtividade e, consequentemente, as margens e também a sua competitividade global ao atacar de forma sistêmica as causas da baixa competitividade. Muitas organizações, no entanto, que julgam estar utilizando o conceito de *just-in-time* acertadamente, não percebem que o JIT deve ser integrado à filosofia da empresa, indo além da implementação de apenas um conjunto de técnicas ou práticas internas.

4.5 Método de fluxo sincronizado

O fluxo sincronizado de material pretende ser uma alternativa aos métodos empurrado e puxado de controle de estoque. É uma abordagem mais eficiente que o fluxo contínuo e pretende fornecer uma resposta ainda mais rápida às mudanças do mercado. O método tem como objetivo integrar a produção e a distribuição através da tecnologia de informação.

Segundo Ching (2001), o fluxo de material é balanceado de uma só vez, ao longo do processo de compras/produção/distribuição, por um sistema automatizado de gestão de materiais, que fornece um fluxo sincronizado de informações, atualizando simultânea e instantaneamente todas as partes envolvidas, sejam elas:

- fornecedores;
- fábricas;
- estoque regulador; e
- distribuição.

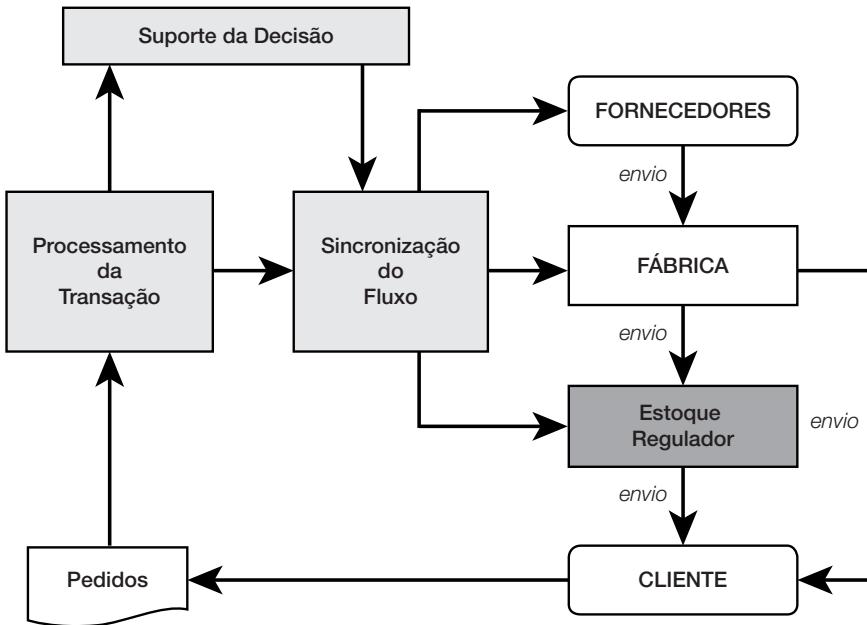
No fluxo sincrônico de material, é necessário que os sistemas de gestão informatizados do cliente e do fornecedor sejam compatíveis entre si para possibilitarem as interfaces necessárias a essa integração. Ching (2001) denomina de simbiótica a relação cliente-fornecedor necessária nesse enfoque. Assim como na filosofia *just-in-time*, o cliente trata com poucos ou apenas um fornecedor para cada tipo de item, e o relacionamento é baseado em contratos de fornecimento de longo prazo, que motivam os fornecedores a investirem para melhorar o seu desempenho, gerando oportunidades adicionais de redução de custo em conjunto.

Conforme ilustra a Figura 3.18, as demandas são capturadas instantaneamente no ponto de venda e transmitidas *online* para um módulo de processamento de transações, que as processa e otimiza as **relações de custo-benefício** envolvidas e alimenta as informações de material (produtos acabados e/ou matérias-primas) em paralelo (não em série) para todos os envolvidos. A demanda real do cliente inicia o processo, mas o fluxo de material é, agora, balanceado.



Estão incluídas entre as relações de custo-benefício: formação de carga, roteirização, volume mínimo, entre outras.

Figura 3.18 – Fluxo sincrônico de material



Fonte: Adaptação de Ching (2001, p. 53).



Como exemplo, Tubino (1999) descreve a planta de Taubaté (SP) da Volkswagen do Brasil como uma das empresas que utiliza o fluxo sincrônico de material dentro de seu processo de fabricação.

Seção 5

Controle agregado de estoques

Ao controle de estoque cabe o tratamento de todos os dados relacionados às quantidades e valores de consumo de materiais e tempo de reposição ou ressuprimento. É necessária uma ligação entre o planejamento e a execução das atividades operacionais, identificando os desvios, sua magnitude, e fornecendo subsídios para que ações corretivas possam surtir efeito e estabelecendo, quando adequado, parâmetros ou políticas usadas nessas funções ou processos.

Atualmente, sistemas computadorizados gerenciam a maioria dos estoques de qualquer tamanho significativo. O uso intensivo da informática permite a realização de uma grande quantidade de cálculos relativamente rotineiros envolvidos no controle de estoques. A posição, o *status* e possivelmente o valor do estoque mudam cada vez que uma transação ocorre, como por exemplo,

a venda de um item ou a retirada de um item do almoxarifado para ser utilizado na produção. Essas informações precisam ser registradas para que a posição do estoque possa ser determinada em qualquer momento. A utilização de leitores de códigos de barras e pontos de venda com registro das transações são exemplos de tecnologias que tornam mais conveniente a coleta de dados utilizados no controle de cada item estocado.

Por outro lado, a alta administração, segundo Ballou (2006), geralmente tem interesse maior pelo investimento total comprometido em estoques e com os níveis de serviço para grupos ampliados de itens do que pelo controle de itens separados. O chamado **controle agregado de estoques** utiliza alguns métodos capazes de controlar coletivamente grupos de itens, como:

- giro de estoques;
- classificação ABC de produtos; e
- agregação de riscos.

5.1 Giro de estoques

Entre os métodos mais praticados de controle agregado de estoques, o giro de estoques trata da razão entre as vendas anuais a custo de estoque e o investimento médio em estoque para o mesmo período de vendas. Considera-se que as vendas e os investimentos em estoque são avaliados no elo da cadeia de suprimentos em que os itens são mantidos. No controle agregado de estoques, Ballou (2006) afirma que o giro é normalmente medido em base anual, retratando uma situação que ocorreu no passado, sendo calculado pela fórmula:

$$\text{Giro de estoque} = \frac{\text{Vendas anuais a custo de estoque}}{\text{Investimento médio em estoque}}$$



Compare essa fórmula com a do Capítulo 2, em que o giro de estoque mostra a relação em determinado período – não necessariamente anual – entre o valor consumido e o valor do estoque médio.

Esse método calcula a frequência com que o estoque é completamente usado em um período. Um giro de estoques alto significa que os produtos estão ficando pouco tempo estocados. Quanto mais girarmos os estoques, melhor para a empresa, pois um alto índice de rotação dos estoques é fator fundamental para reduzirmos a necessidade de investimento em capital de giro para um determinado nível de vendas.

Podem ser especificados diversos giros de estoque, considerando um segmento de mercado, uma classe de produto ou o estoque inteiro. Como referência, Ballou (2006) aponta que, nos Estados Unidos, o giro de estoques para fabricantes, atacadistas e varejistas são respectivamente 9:1, 9:1 e 8:1.

Um método alternativo ao giro de estoques seria calcular a quantidade de tempo que o estoque duraria, sem ser reabastecido e sujeito à demanda normal. Esse método é algumas vezes chamado **cobertura** do número de dias (ou semanas, ou anos) do estoque.



Veja mais explicações no Capítulo 2.

Vejamos o seguinte exemplo:

Uma pequena loja de materiais de limpeza mantém estoque de três tipos de detergentes: Detergente X, Detergente Y e Detergente Z. Os níveis de estoque atuais são 1.500 caixas do Detergente X, 500 caixas do Detergente Y e 200 caixas do Detergente Z. O Quadro 3.6 mostra a quantidade em estoque de cada um, o custo por item e a demanda por ano para cada item.

Quadro 3.6 – Categorias de custos de reposição e armazenagem

Item	Quantidade média em estoque	Custo por item (\$)	Demandas atuais
Detergente X	1.500	5,00	3.000
Detergente Y	500	6,00	2.000
Detergente Z	200	8,00	1.000
Total			6.000

Fonte: Elaboração do autor (2013).

$$\text{Valor total de estoque} = \sum (\text{nível médio de estoque} * \text{custo por item})$$

$$= (1.500 * 5) + (500 * 6) + (200 * 8) = 12.100$$

A **cobertura de estoque** por item estocado é como segue (pressupondo 50 vendas por item por ano):

$$\text{Detergente X} = \text{estoque} / \text{demanda} = (1.500 / 3.000) * 50 = 25 \text{ semanas}$$

$$\text{Detergente Y} = \text{estoque} / \text{demanda} = (500 / 2.000) * 50 = 12,5 \text{ semanas}$$

$$\text{Detergente Z} = \text{estoque} / \text{demanda} = (200 / 1.000) * 50 = 10 \text{ semanas}$$

O **giro de estoque** para cada item é calculado como segue:

$$\text{Detergente X} = \text{demanda} / \text{estoque} = (3.000 / 1.500) = 2 \text{ vezes ao ano}$$

$$\text{Detergente Y} = \text{demanda} / \text{estoque} = (2.000 / 500) = 4 \text{ vezes ao ano}$$

$$\text{Detergente Z} = \text{demanda} / \text{estoque} = (1.000 / 200) = 5 \text{ vezes ao ano}$$

Para encontrar a cobertura média de estoque ou o giro médio de estoque para o total de itens no estoque, as medidas de item individual podem ser pesadas por seus níveis de demanda, como uma proporção da demanda total (4.500). Assim:

Cobertura de estoque média

$$= (25 * (3.000 / 6.000)) + (12,5 * (2.000 / 6.000)) + (10 * (1.000 / 6.000))$$

$$= 18,33$$

Giro de estoque médio

$$= (2 * (3.000 / 6.000)) + (4 * (2.000 / 6.000)) + (5 * (1.000 / 6.000))$$

$$= 3,17$$

5.2 Classificação ABC de produtos

Nem todos os materiais armazenados merecem a mesma atenção por parte do controle de estoques ou precisam manter a mesma disponibilidade para satisfazer os clientes. Alguns são mais rentáveis ou competitivos que outros, ou possuem clientes mais exigentes em relação ao nível de serviço. Como nem todos os itens têm a mesma importância, a atenção deve ser dada para os mais significativos.

Tubino (2007) afirma que uma ferramenta útil para diagnosticar as características de demanda que se tem para gerenciar e a decisão dos tipos de modelos a serem empregados é a classificação ABC, baseada na Lei de Pareto, segundo a qual poucos itens são responsáveis pela maioria dos eventos analisados.

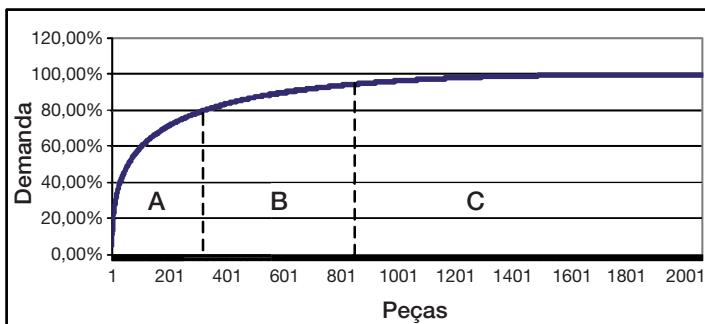
Essa relação pode ser utilizada para classificar diferentes tipos de materiais mantidos em estoque por sua movimentação de valor, permitindo que os gerentes de estoque foquem seus esforços no controle dos itens mais significativos do estoque.

Com essa finalidade, os itens podem ser classificados em três classes:

1. **Classe A:** de grande importância, valor ou quantidade;
2. **Classe B:** de média importância, quantidade ou valor;
3. **Classe C:** de pouca importância, valor ou quantidade.

A Figura 3.19 ilustra uma curva ABC, em que os itens classe A representam 80% do valor da demanda (poucos itens importantes), enquanto os itens classe B (importância média) e C (muitos itens de menor importância), somados, apesar de serem constituídos por uma quantidade muito maior de peças, representam apenas 20% do valor da demanda.

Figura 3.19 – Curva ABC



Fonte: Tubino (2007, p. 86).

O Quadro 3.7 relaciona os principais pontos que devem ser considerados na análise dos itens tidos como de grande importância, em comparação com aqueles itens considerados de pouca importância (os itens de média importância ficam em uma situação intermediária nessa abordagem).

Quadro 3.7 – Itens de análise para a classificação ABC

Itens de análise	Itens de grande importância	Itens de pouca importância
Número de itens estocados	Poucos	Muitos
Valor envolvido	Grande	Pequeno
Profundidade na análise	Maior	Menor
Margem de erro	Menor	Maior
Benefício relativo	Maior	Menor
Atenção da administração	Maior	Menor

Fonte: Gurgel e Francischini (2001, p. 98).

Não existe uma regra matemática que estabeleça rigidamente a divisão dos itens em estoque em três classes. O julgamento e a experiência servem como principais guias para determinar quais materiais da lista são designados como de classe A, B e C.

Entretanto, como afirma Ching (2001), uma separação em 20-30-50% dos itens em estoque que representam 80-15-5% do valor do estoque pode ser usada como fronteira dos grupos A, B e C, respectivamente.

Dessa maneira, por exemplo, podemos decidir que a empresa terá níveis diferenciados de serviço aos clientes para cada grupo, reduzindo o capital total empregado em estoque:

- 99% para os itens A;
- 95% para os itens B; e
- 85% para os itens C.

5.3 Agregação de riscos

Durante o planejamento de uma rede logística, é normal expandir ou contrair o número de locais de estocagem para satisfazer os objetivos de custo e de nível de serviço. A agregação de riscos sugere que, quanto maior o número de locais de estocagem, maior será o nível de estoques.

Consolidar os estoques em um número menor de locais tem o efeito contrário. De acordo com Ballou (2006), os níveis de sistemas de estoque são um resultado do equilíbrio do estoque normal, que é afetado pela política de estoque, com o estoque de segurança, que é afetado pelo grau de incerteza existente na demanda e nos prazos de entrega. Essa tarefa pode ser muito complexa em algumas situações, por isso técnicas de pesquisa operacional ou de programação matemática podem ser úteis na solução desses problemas.

5.4 Documentos utilizados no controle de estoques

Para coletar e analisar os dados reais, Gurgel e Francischini (2001) sugerem que alguns documentos padronizados devem ser implantados para que o fluxo de informações seja adequado e documentado, sem a necessidade de uma burocracia desnecessária:

- requisição de compra;
- requisição de fabricação;
- pedido de cotação;
- proposta ou cotação;
- pedido de compra;
- nota fiscal;
- requisição de material;
- solicitação de inspeção; e
- liberação para consumo.

O Quadro 3.8 detalha a origem, o destino e a função de cada um desses documentos.

Quadro 3.8 – Nível de serviço relacionado ao número de desvios padrões

DOCUMENTO	DE	PARA	FUNÇÃO
Requisição de compra	Estoque	Compras	Solicitar a aquisição de determinado item para a reposição do estoque.
Requisição de fabricação	Estoque	Produção	Solicitar a fabricação de determinado item para a reposição do estoque.
Pedido de cotação	Compras	Fornecedores	Solicitar informações sobre as condições de fornecimento de determinado item (preço, prazo, etc.).
Proposta ou cotação	Fornecedores	Compras	Informar à empresa compradora as condições de fornecimento.
Pedido de compra	Compras	Fornecedor	Solicitar a entrega de item ao fornecedor que melhor atender as condições de fornecimento.
Nota fiscal	Fornecedor	Estoque	Formalizar, por meio de um documento legal, a entrega do pedido de compra.
Requisição de material	Usuário	Estoque	Formalizar o pedido de retirada de determinada quantidade de um item em estoque para consumo da empresa.
Solicitação de inspeção	Estoque	Controle de qualidade	Solicitar inspeções e ensaios para a verificação dos requisitos especificados do produto entregue, quando necessário.
Liberação para consumo	Controle de qualidade	Estoque	Informar a conformidade ou não do produto entregue aos requisitos especificados.

Fonte: Gurgel e Francischini (2001, p. 148).

Esses documentos, informatizados ou não, quando corretamente utilizados, permitirão uma informação acurada e atualizada de cada item de estoque.

Atualmente, as organizações exigem estratégias pró-ativas, baseadas nas necessidades dos consumidores. Ching (2001) afirma que é necessário que o papel dos estoques na gestão da logística seja examinado dentro do contexto de todo o negócio para que seja compreendido totalmente. O planejamento e controle de estoques, por essas razões, deve ser considerado parte das atividades de gestão empresarial.

Capítulo 4

Movimentação de materiais

Habilidades

Com o estudo deste capítulo, o estudante desenvolverá habilidades para aplicar técnicas de movimentação de materiais, utilizando embalagens e equipamentos adequados aos produtos, bem como controle de movimentação de materiais e unitização de cargas.

Seções de estudo

Seção 1: Introdução

Seção 2: Princípios básicos da movimentação de materiais

Seção 3: Tipos e sistemas de movimentação de materiais

Seção 4: Manuseio de materiais

Seção 5: Segurança na movimentação de materiais

Seção 1

Introdução

A movimentação de materiais é importante em qualquer empresa, pois relaciona o fluxo de matérias-primas, materiais em processo e produtos acabados com as seguintes atividades:

- armazenagem (estocagem, separação de pedidos, embalagem e expedição);
- suprimento de matérias-primas e componentes;
- distribuição de produtos acabados.

O Quadro 4.1 fornece uma lista de funções da movimentação de materiais, desde o suprimento de matéria-prima até a expedição do produto acabado, passando pelo recebimento e pelo processamento do produto.

Quadro 4.1 – As funções da movimentação de materiais

	FUNÇÕES
Suprimento	<ul style="list-style-type: none"> • embalagem / acondicionamento no fornecedor; • unitização para transporte no fornecedor; • carregamento no fornecedor; • transporte do fornecedor ao cliente.
Recebimento	<ul style="list-style-type: none"> • atividades de movimentação externa (pesagem, pátio etc.); • recebimento físico e burocrático (descarga e conferência); • armazenagem de suprimentos (entrada).
Processamento	<ul style="list-style-type: none"> • distribuição interna dos materiais aos postos de trabalho; • movimentação durante o processo; • estocagem durante o processo; • manuseio no local de trabalho; • movimentação interna na fábrica; • embalagem para consumo.
Expedição	<ul style="list-style-type: none"> • armazenagem de produtos acabados; • embalagem para transporte; • expedição, carregamento, despacho físico e burocrático; • transporte até o cliente.

Fonte: Adaptação de Moura (1998, p. 37).

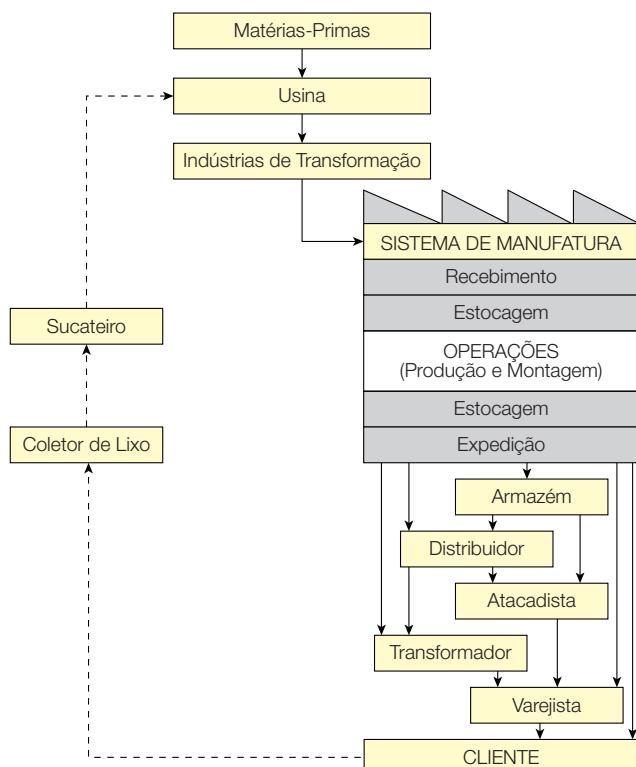


Unitização é o agrupamento de objetos homogêneos (embalados ou não) em uma unidade adequada à movimentação mecânica e ao transporte, mantido desde o expedidor até o destino da carga.

Agora, analise a Figura 4.1, que mostra o relacionamento entre as várias atividades no ciclo do fluxo total de materiais. Moura (1998) afirma que o interesse do analista de movimentação de materiais, do ponto de vista sistêmico, estaria voltado para o fluxo de materiais total: de todas as fontes de todos os materiais e para todos os destinos. Frequentemente, o fluxo de materiais incluirá também as atividades necessárias para a movimentação eficiente de materiais que retornam, através dos canais apropriados, aos pontos em que devem reentrar no sistema, tais como:

- refugos;
- sucatas;
- produtos devolvidos;
- contenedores vazios.

Figura 4.1 – O ciclo do fluxo de materiais



Fonte: Adaptação de Moura (1998, p. 37).

A Figura 4.1 mostra que, embora o ciclo do fluxo de materiais possa ser considerado de forma global (sistema integrado), existem diversos “subciclos” dentro de cada segmento específico:

- extração de matérias-primas;
- processos básicos de transformação;
- fabricação de componentes;
- montagem de produtos acabados;
- distribuição física.

Apesar da tendência de cada empresa considerar, na maioria das vezes, seu próprio ciclo de fluxo de materiais, ignorando que é apenas uma parte do todo, a complexidade envolvida nas operações logísticas indica que a abordagem sistêmica é a maneira mais eficaz de se tratar a movimentação de materiais. Ótimos resultados na solução de problemas logísticos podem ser alcançados se, após cuidadoso estudo, forem selecionados os equipamentos mais indicados e adotadas as técnicas e os procedimentos mais adequados para a movimentação de materiais.

Seção 2

Princípios básicos da movimentação de materiais

Existem inumeráveis soluções manuais, mecânicas ou mistas que podem ser dadas a um determinado problema de movimentação de materiais. Diversos conceitos podem ser utilizados na busca de uma solução que consiga a máxima eficiência conjugada com a maior economia de aquisição, instalação e serviço.

Moura (1998) enumera 25 princípios básicos para avaliar melhor o sistema de movimentação de materiais, particularmente quanto à utilização econômica do equipamento, ao planejamento das operações e à sua adequada execução. Estes princípios formam um alicerce sobre o assunto e servem como ponto para identificar os problemas potenciais e avaliar necessidades. O Quadro 4.2 discrimina cada um destes princípios.

Quadro 4.2 – Princípios de movimentação de materiais

	PRINCÍPIO	DESCRÍÇÃO
1	Princípio do planejamento	<ul style="list-style-type: none"> • É necessário determinar o melhor método, do ponto de vista econômico, para a movimentação de materiais, considerando-se as condições particulares de cada operação. • Regra: usar a curva ABC para determinar as oportunidades de ganho significativo.
2	Princípio do sistema integrado	<ul style="list-style-type: none"> • É necessário integrar as atividades de movimentação através da coordenação de todo o conjunto de operações (recebimento, estocagem, produção, inspeção, embalagem, expedição e transportes). • Regra: as operações de movimentação de materiais são somente tão boas quanto o arranjo físico da empresa permite.
3	Princípio do fluxo de materiais	<ul style="list-style-type: none"> • É essencial planejar um fluxo contínuo e progressivo de materiais – é o mais econômico. • Regra: movimente os materiais em linha reta (a menor distância entre dois pontos é mais econômica em tempo e distância).
4	Princípio da simplificação	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir, combinar ou eliminar movimentos e/ou equipamentos desnecessários. • Regra: desenvolva estudos e análises de tempo e movimento, de medida de trabalho, de programação de distribuição de trabalho, de processo, de fluxo (arranjo físico) e de técnicas de segurança do trabalho - determine métodos padronizados, processos e equipamentos.
5	Princípio da gravidade	<ul style="list-style-type: none"> • A força motora mais econômica é a gravidade. • Regra: use a gravidade onde é possível para movimentar materiais.
6	Princípio da utilização do espaço	<ul style="list-style-type: none"> • O aproveitamento dos espaços verticais contribui para o descongestionamento das áreas de armazenagem e para a redução dos custos utilitários de estocagem. • Regra: economize espaço.
7	Princípio do tamanho da carga	<ul style="list-style-type: none"> • A economia em movimentação de materiais é diretamente proporcional ao tamanho da carga movimentada. • Regra: reprojete, quando necessário, embalagens para melhor formação das cargas unitizadas e prevenir avaria do produto (carga unitária é aquela que pode ser estocada ou movimentada como uma entidade única e de uma só vez, como um palete, contenedor ou contentor, sem considerar o número de itens individuais que a compõe).

	PRINCÍPIO	DESCRIÇÃO
8	Princípio da segurança	<ul style="list-style-type: none"> • A produtividade aumenta conforme as condições de trabalho se tornam seguras. • Regra: analise sempre a segurança.
9	Princípio da ergonomia	<ul style="list-style-type: none"> • As capacidades e limitações humanas precisam ser reconhecidas e respeitadas no projeto das tarefas e dos equipamentos de movimentação de materiais para assegurar operações seguras e efetivas. • Regra: a ergonomia é a ciência que busca adaptar o trabalho ou as condições de trabalho às habilidades do homem.
10	Princípio do meio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • O impacto ambiental e o consumo de energia devem ser considerados como critérios ao projetar e selecionar sistemas de movimentação de materiais e equipamentos alternativos. • Regra: utilizar materiais biodegradáveis ou reutilizar os produtos utilizados para formar e proteger as cargas unitárias; verificar necessidades especiais de materiais especificados como perigosos.
11	Princípio da mecanização	<ul style="list-style-type: none"> • Usar equipamento de movimentação mecanizado quando for praticável. • Regra: é mais econômico usar equipamento de movimentação que a força do ser humano.
12	Princípio da seleção do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Na seleção do equipamento de movimentação, considerar todos os aspectos de material a ser movimentado, o movimento a ser realizado e o(s) método(s) a ser(em) utilizados(s). • Regra: melhore a operação do equipamento com acessórios ou dispositivos.
13	Princípio da padronização	<ul style="list-style-type: none"> • Padronizar métodos, bem como tipos e tamanhos dos equipamentos de movimentação. • Regra: padronize métodos, controle, software e equipamentos de movimentação.
14	Princípio da flexibilidade	<ul style="list-style-type: none"> • O valor do equipamento é diretamente proporcional à sua flexibilidade. • Regra: flexibilize os equipamentos de movimentação tornando-os capazes de fazerem tantos trabalhos diferentes quanto possível.

	PRINCÍPIO	DESCRÍÇÃO
15	Princípio do peso morto	<ul style="list-style-type: none"> • Quanto menor for o peso próprio do equipamento móvel em relação à sua capacidade de carga, tanto mais econômicas serão as condições operacionais. • Regra: manter controles simples de equipamentos para reduzir a fadiga (controles complicados que requerem concentração antes da ação podem produzir fadiga no operador).
16	Princípio do tempo ocioso	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir o tempo ocioso ou improdutivo, tanto do equipamento quanto da mão de obra de movimentação de materiais. • Regra: o uso de equipamento mecanizado em substituição à mão de obra geralmente aumenta a eficiência e a economia no manuseio.
17	Princípio do trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • O trabalho da movimentação de materiais deve ser minimizado sem sacrificar a produtividade ou o nível de serviço exigido pela operação. • Regra: a medida do movimento do trabalho é o fluxo de movimentação de materiais (volume, peso ou conta por unidade de tempo) multiplicado pela distância movimentada.
18	Princípio da automação	<ul style="list-style-type: none"> • As operações de movimentação de materiais podem ser automatizadas onde viável para melhorar a eficiência operacional, aumentar a responsividade, melhorar a consistência e a previsibilidade, diminuir os custos operacionais e eliminar a mão de obra repetitiva e potencialmente insegura. • Regra: automação é uma tecnologia preocupada com a aplicação de dispositivos eletromecânicos e sistemas baseados em computador para operar e controlar as atividades de produção e serviços – sugere a ligação de múltiplas operações mecânicas para criar um sistema que pode ser controlado por instruções programadas.
19	Princípio da movimentação	<ul style="list-style-type: none"> • O equipamento projetado para movimentar material deve ser mantido em movimento. • Regra: há mais economia em movimento se a velocidade é aumentada (sem que isso torne a operação insegura).
20	Princípio da manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Planejar a manutenção preventiva e o reparo programado de todos os equipamentos de movimentação. • Regra: repare antes que quebre.

	PRINCÍPIO	DESCRIÇÃO
21	Princípio da obsolescência	<ul style="list-style-type: none"> Substituir métodos e equipamentos de movimentação obsoletos quando métodos e equipamentos mais eficientes vierem a melhorar as operações. Regra: equipamentos construídos para movimento devem ser mantidos em movimento; equipamentos velhos devem ser substituídos.
22	Princípio do controle	<ul style="list-style-type: none"> Empregar o equipamento de movimentação de materiais para melhorar o controle de produção, o controle de estoques e a separação de pedidos. Regra: o movimento contínuo de material é mais econômico – estabeleça um fluxo uniforme e contínuo de materiais, tão linear quanto possível, com o mínimo de interrupções e retornos.
23	Princípio da capacidade	<ul style="list-style-type: none"> Usar os equipamentos de movimentação para auxiliar a atingir plena capacidade de produção. Regra: estabeleça uma unidade de medida e mantenha todas as comparações (selecione alguns indicadores comuns de peso, volume ou medida líquida para usar como uma expressão de execução de trabalho, como, por exemplo, “toneladas movidas por homem-hora”).
24	Princípio do desempenho	<ul style="list-style-type: none"> Determinar a eficiência do desempenho da movimentação de materiais em termos de despesas por unidade movimentada. Regra: faça a carga unitizada tão grande quanto possível, considerando as limitações do edifício, as capacidades e dimensões comuns do equipamento de movimentação, os corredores das áreas de produção e o volume do material pedido.
25	Princípio do custo do ciclo de vida	<ul style="list-style-type: none"> Uma minuciosa análise econômica deve contabilizar todo o ciclo de vida de todos os equipamentos de movimentação de materiais e sistemas resultantes. Regra: embora o custo mensurável seja um fator primário, não é seguramente o único fator na seleção das alternativas (outros fatores de natureza estratégica à organização e que formam a base da competição no mercado devem ser considerados e quantificados sempre que possível).

Fonte: Moura (1998, p. 92-108).

Na prática, a aplicação destes princípios não é tão simples, pois existe uma quantidade muito grande de soluções que podem ser dadas para os problemas de movimentação de materiais. No entanto, o Quadro 4.3 fornece uma lista de conceitos básicos de movimentação que, por sua generalidade, devem ser conhecidos e que resumem de maneira clara o ideário dos 25 princípios listados no Quadro 4.2.

Quadro 4.3 – Conceitos básicos da movimentação de materiais

CONCEITO	DESCRIÇÃO
A melhor movimentação é aquela que não existe	<ul style="list-style-type: none"> • Devem-se eliminar todas as movimentações que não sejam absolutamente indispensáveis. • Uma alteração do arranjo físico, como a troca de posição de um equipamento em um processo de fabricação, pode eliminar vários movimentos.
Deve-se eliminar o pessoal “flutuante”	<ul style="list-style-type: none"> • A empresa não deve dispor de pessoal sem um posto de trabalho fixo, regular e contínuo. • O pessoal “flutuante” perturba o conjunto e é difícil de controlar.
Deve-se buscar a flexibilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Uma empresa está em constante melhoria e expansão. • As instalações devem ser concebidas para permitirem todas aquelas variantes não previstas inicialmente.
Deve-se aproveitar a altura do depósito para maximizar espaço	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos de movimentação de materiais devem ser utilizados para o transporte horizontal e para a estocagem vertical. • Dobrar a capacidade de estocagem significa cortar o espaço do piso pela metade.
Devem-se coordenar as distintas operações de movimentação	<ul style="list-style-type: none"> • Deve-se considerar o conjunto da empresa para que soluções adotadas em um setor não gerem custos adicionais em outro. • Deve-se avaliar “porque se deve transportar” e não apenas “como se deve transportar”.

Fonte: Adaptação de Moura (1998, p. 108).

Estes conceitos básicos não resumem completamente o assunto. Outros conceitos podem ser acrescentados, embora possam ser mais específicos para determinadas áreas, como:

- deve-se aproveitar a altura total do local para economizar espaço na armazenagem;
- deve-se evitar a espera de mercadorias nos diferentes setores de produção para reduzir o estoque e o capital investido.

2.1 Axiomas dos princípios de movimentação de materiais

A partir dos 25 princípios de movimentação de materiais listados no Quadro 4.2, Moura (1998) desenvolveu 15 axiomas úteis na análise, planejamento e gerenciamento das atividades e sistemas de movimentação. O Quadro 4.4 enumera os axiomas dos princípios de movimentação de materiais.



Axiomas, palavra derivada do grego *axios*, cujo significado é digno ou válido. São **verdades inquestionáveis** universalmente válidas, muitas vezes utilizadas como princípios na construção de uma teoria ou como base para uma argumentação.

Quadro 4.4 – Axiomas dos princípios de movimentação de materiais

	AXIOMA
1	A máxima economia é obtida em movimentação de materiais pela minimização do tempo de utilização dos equipamentos.
2	A economia na movimentação de materiais é obtida quando o tamanho das unidades de carga é aumentado.
3	A economia na movimentação de materiais é determinada pelo desempenho medido pela despesa por unidade de material movimentado.
4	A determinação das melhores práticas sob condições particulares é necessária para a máxima economia.
5	Maior economia é obtida quando equipamentos e métodos são substituídos por novos, se o investimento na substituição é excedido pela economia obtida dentro de um tempo razoável.
6	Maior economia de movimentação de materiais é obtida pelo uso de equipamentos e métodos que são capazes de uma variedade de usos e aplicações.

	AXIOMA
7	Maior economia é obtida quando a velocidade da movimentação de materiais é aumentada, desde que o custo desse aumento seja excedido pela economia obtida.
8	Maior economia é obtida quando a razão entre o peso morto e a carga é reduzida.
9	A produtividade do equipamento aumenta com o uso de acessórios e outros componentes melhor situados para as diversas condições de operação.
10	A produtividade do equipamento aumenta quando as condições de segurança no trabalho são respeitadas.
11	A produtividade do equipamento aumenta com a utilização de manutenção preventiva.
12	Maior economia na movimentação é obtida se os materiais são movidos em linha reta.
13	A produtividade do homem aumenta se o cansaço for reduzido pela utilização de equipamentos mecânicos e outros recursos.
14	O custo por unidade de carga é reduzido com o aumento das quantidades a serem movimentadas.
15	O custo por unidade de carga é elevado quando a quantidade a ser transportada excede a capacidade.

Fonte: Moura (1998, p. 109).

Os axiomas listados no Quadro 4.4 devem ser considerados quando se procura uma solução para problemas de movimentação que concilie a máxima eficiência operacional com a maior economia de aquisição, instalação e serviço.

2.2 Fundamentos efetivos da movimentação de materiais

O projeto de movimentação de materiais de uma empresa é concebido baseado em alguns fundamentos teóricos que, se corretamente aplicados, trarão economias operacionais significativas. Moura (1998) lista quinze fundamentos efetivos da movimentação de materiais:

1. aplicar o princípio do movimento econômico quando a movimentação de materiais é feita manualmente;
2. evitar colocar os materiais diretamente no chão;
3. especificar corretamente equipamentos flexíveis e métodos de movimentação, bem como recipientes e tipos de equipamentos, exceto onde trocas ou mecanismos com finalidades especiais são justificados economicamente;
4. fazer uso da força da gravidade (a força motora mais econômica que existe) sempre que existir uma diferença de nível;

5. movimentar lotes de materiais em unidades de carga;
6. mecanizar e/ou automatizar a movimentação quando economicamente justificado ou quando necessário para segurança dos operadores;
7. reduzir os pesos de equipamentos, recipientes e acessórios para compensar as cargas;
8. combinar o movimento de materiais com as operações produtivas;
9. planejar a manutenção dos equipamentos em períodos nos quais não serão utilizados;
10. planejar os movimentos em direção às vias principais;
11. designar e marcar claramente os pontos de recepção e expedição de materiais;
12. locomover os materiais maiores e/ou mais pesados o menos possível;
13. manter os corredores demarcados e desobstruídos;
14. projetar compativelmente com a capacidade de carga do piso e de outras limitações estruturais;
15. combinar movimentação com outras funções, como embalagem, separação, identificação, contagem, entre outras.

O principal valor dos princípios e fundamentos da movimentação de materiais é que servem como base para a identificação de problemas potenciais e avaliação de necessidades. De acordo com Moura (1998), esses princípios e fundamentos são as melhores práticas em relação ao quais os procedimentos e os sistemas de movimentação de materiais podem ser comparados e avaliados.

Seção 3

Tipos e sistemas de movimentação de materiais

O material em processo (WIP ou *work in process*) é o fator mais importante no sistema de movimentação de materiais na manufatura. Além do material em si, o custo da mão de obra é crítico porque a maior parte da movimentação através da instalação é realizada pelos operadores. O pessoal empregado na movimentação poderia ser melhor aproveitado na montagem ou operação de máquinas e equipamentos. Não por acaso, a movimentação é apontada como uma das oito grandes perdas pela manufatura enxuta.

3.1 Tipos de movimentação de materiais

Existem três tipos básicos de movimentação de materiais:

1. movimentação em sequência de fabricação;
2. movimentação secundária;
3. movimentação operacional.

Observe cada tipo de movimentação de materiais no Quadro 4.5.

Quadro 4.5 – Tipos de movimentação de materiais

Tipo de movimentação	Descrição
Em sequência de fabricação	<ul style="list-style-type: none">• Movimentação feita na sequência do processo de fabricação.• Realizada desde a descarga da matéria-prima e componentes no almoxarifado até a embalagem e expedição, passando por todas as fases do processo produtivo.
Secundária	<ul style="list-style-type: none">• Movimentação feita através da máquina ou equipamento.• Realizada, por exemplo, por meio de esteiras de alimentação, monovias ou outro sistema de circuito fechado (muito utilizados em cabines de pintura e estufas).
Operacional	<ul style="list-style-type: none">• São os movimentos referentes à linha de montagem propriamente dita.• São movimentos que integram os métodos de trabalho e precisam ser racionalizados por meio da técnica de estudos de tempos e movimentos.

Fonte: Moura (1998, p. 117).

3.2 Sistemas de movimentação de materiais

Existem três sistemas clássicos de movimentação de materiais:

- sistema direto;
- sistema de canal;
- sistema central.

Os sistemas de canal e central são considerados sistemas indiretos. Analise o Quadro 4.6, que detalha cada um dos sistemas clássicos de movimentação de materiais.

Quadro 4.6 – Sistemas clássicos de movimentação de materiais

DIRETO		INDIRETO	
Direto	Canal	Central	
<ul style="list-style-type: none"> Movimentação de materiais é feita da origem ao destino pelo caminho mais curto. É o sistema mais econômico quando a intensidade de fluxo é alta, o tempo é um fator importante, a distância é curta ou moderada se os materiais tiverem características especiais. 	<ul style="list-style-type: none"> Movimentação feita em rotas preestabelecidas. Os materiais são levados ao destino junto com outros materiais, movimentando-se para outras áreas. Sistema econômico quando a intensidade de fluxo é baixa ou moderada e a distância é moderada ou longa. Econômico especialmente quando o arranjo físico é irregular ou as instalações forem muito separadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Movimentação de materiais é feita num itinerário preestabelecido, da origem para uma central de consolidação para classificação e expedição, de onde são enviados ao seu destino. Sistema econômico quando a intensidade de fluxo é baixa e a distância é moderada ou longa. Econômico especialmente quando o controle é importante e a fábrica for quadrada. 	

Fonte: Moura (1998, p. 117-118).

O material e, em segundo lugar, o custo de mão de obra são os fatores mais importantes no sistema de movimentação de materiais na manufatura. De acordo com Moura (1998), a escolha de um sistema de movimentação de materiais em processo é crítica porque os postos de trabalho em processo ou os locais de estoque representam um investimento não produtivo.



“O fluxo de materiais através da produção é uma manifestação física do fluxo de caixa” (MOURA, 1998, p. 117).

Seção 4

Manuseio de materiais

O manuseio de materiais, embora tenha algum impacto sobre o tempo de ciclo do pedido do cliente, é uma atividade que absorve custos. Por esta razão, Ballou (2006) afirma que os objetivos do manuseio de materiais são centrados na redução do custo do manuseio e no aumento do espaço utilizável. Para tanto, a melhoria do manuseio de materiais abrange quatro aspectos:

- a unitização da carga;
- o arranjo físico do espaço;
- a escolha do equipamento de estocagem;
- a escolha do equipamento de movimentação.

4.1 Unitização da carga

O princípio do tamanho da carga estabelece que a economia em movimentação de materiais é diretamente proporcional ao tamanho da carga movimentada. Em outras palavras, isso significa que, à medida que aumenta o tamanho da carga, o número de viagens necessárias para estocar uma determinada quantidade de materiais diminui e a economia de custos aumenta. Ou seja, o número de viagens está diretamente relacionado ao tempo de trabalho necessário para movimentar as mercadorias e com o tempo de serviço do equipamento de manuseio. De acordo com Ballou (2006), a eficiência pode ser melhorada mediante a consolidação de um número de volumes menores numa única carga e o consequente manuseio da carga consolidada.



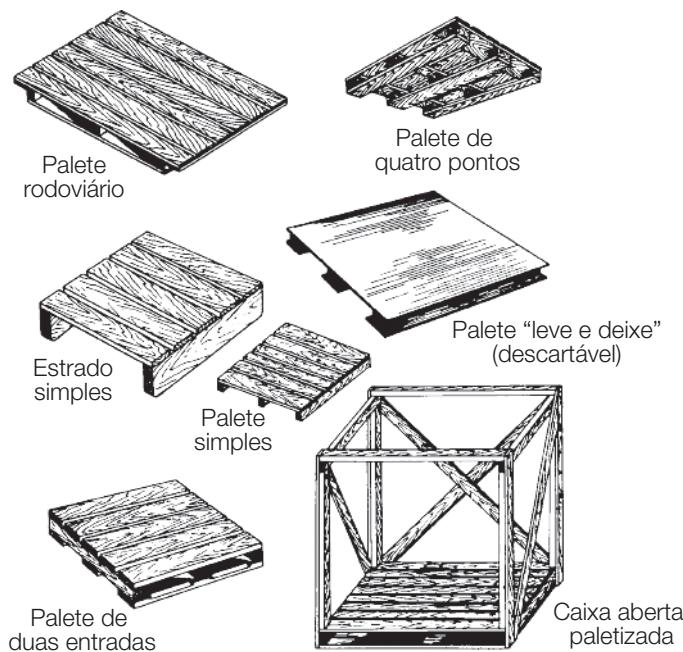
A **carga consolidada**, conhecida como **carga unitária** ou **unitizada**, é um conjunto ou grupo de objetos mantido como uma unidade de carga durante o transporte de um ponto a outro.

A unitização de carga constitui uma base para um sistema integrado de acondicionamento, movimentação, armazenagem e transporte de materiais, sendo costumeiramente realizada por meio da paletização, da contenedorização e da conteinerização.

4.1.1 Paletização

Paletes são plataformas nas quais mercadorias são empilhadas, transformando a carga numa única unidade de movimentação. A parte inferior do palete é projetada para aceitar as lâminas do garfo da empiladeira, de forma que o estrado e a carga possam ser movimentados conjuntamente. Ballou (2006) afirma que, embora os paletes possam ser feitos em qualquer tamanho, os paletes de 1.200 por 1.000 milímetros são os preferidos no Brasil. De qualquer maneira, o tamanho do palete deve ser compatível com os sistemas de manuseio de materiais de cada empresa, bem como com o sistema de manuseio de materiais de terceiros que também precisam lidar com essas mercadorias. Quanto maior o tamanho do palete, menor é a sua quantidade necessária, bem como o seu manuseio.

Figura 4.2 – Exemplos de paletes



A unitização através do palete provou ser um meio de manuseio flexível e eficiente. No entanto, o palete é um item de custo agregado ao sistema de manuseio de materiais e sua utilização deve ser justificada a partir das economias decorrente de seu uso. A Figura 4.2 ilustra vários exemplos de paletes.

Fonte: Ballou (1993, p. 174).

4.1.2 Contenedorização

De acordo com Moura (1998), a contenedorização é um sistema de acondicionamento em que os volumes individuais e soltos são agrupados dentro de contenedores, formando uma unidade de carga do sistema.

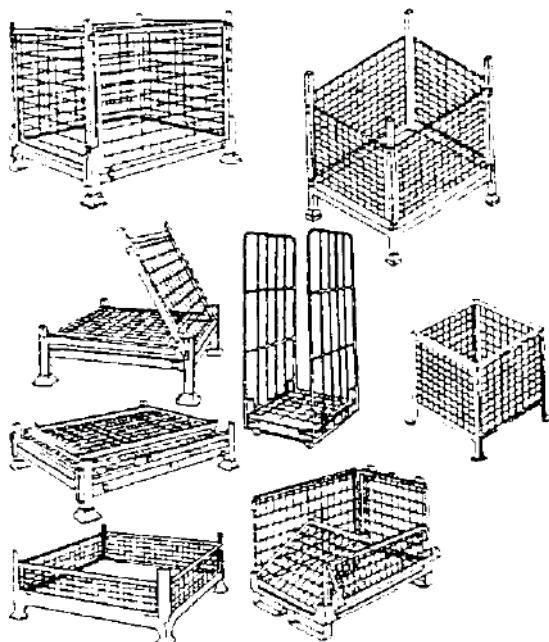
Os contenedores são recipientes existentes em diversos tamanhos e formatos nos quais mercadorias são depositadas, transformando a carga numa única unidade de movimentação. Como são de uso repetitivo, precisam ser suficientemente resistentes e de caráter durável. Os contenedores são adequados à movimentação mecânica e ao transporte por diferentes equipamentos. Alguns possuem rodas para garantir a mobilidade. No entanto, não constituem embalagem de carga transportada.

Moura (1998) afirma que os contenedores podem ser classificados em:

- **contenedores rígidos:** caçambas, berços, racks, entre outros;
- **contenedores colapsíveis:** cestos aramados, cestos de plástico, entre outros; e
- **contenedores flexíveis:** utilizados para graneis e líquidos.

A Figura 4.3 mostra diversos contenedores típicos para movimentação.

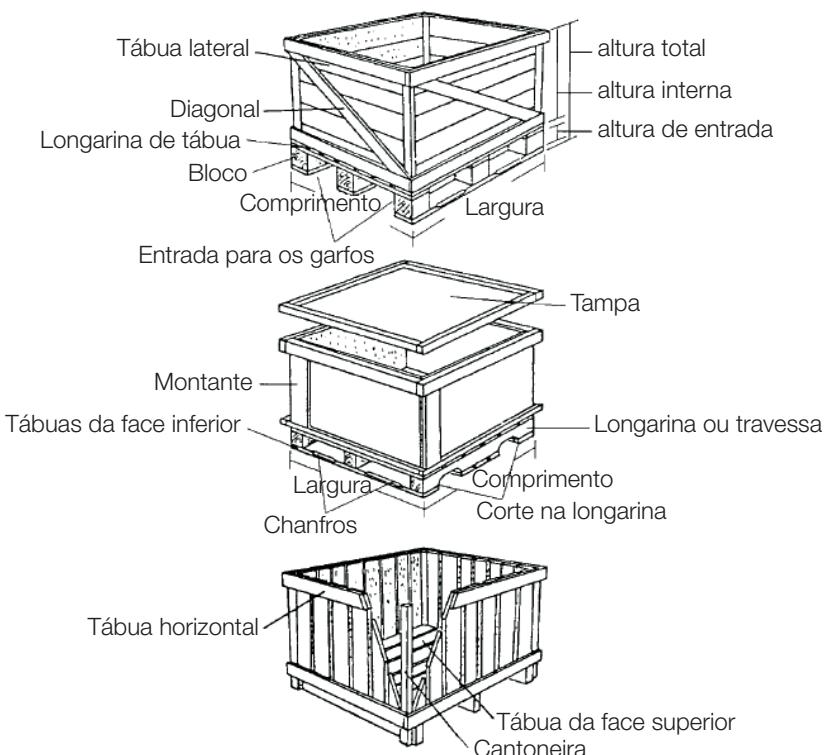
Figura 4.3 - Contenedores



Fonte: Moura (1998, p. 241).

Os contenedores menores podem ser movimentados manualmente e são particularmente úteis para a armazenagem e movimentação de produtos vendidos em quantidades pequenas, a partir de lotes maiores, como, por exemplo, componentes eletrônicos ou mecânicos, vendidos para lojas de varejo ou distribuidores de peças de reposição. Nos contenedores maiores, a parte inferior do contenedor é projetada para aceitar as lâminas do garfo da empilhadeira. A Figura 4.4 mostra um palete-contenedor.

Figura 4.4 – Paleta-contenedor



Fonte: Moura (1998, p. 229).

4.1.3 Conteinerização

De acordo com Moura (1998), os contêineres são contenedores de dimensões padronizadas utilizados para a consolidação ou reunião de peças isoladas

de um embarque. Suas formas e dimensões são padronizadas pela ISO (*International Organization for Standardization* ou Organização Internacional para Padronização), o que permite a intercambiabilidade entre os diversos **modais** de transporte.

Existem cinco **modais** básicos de transporte: ferroviário, rodoviário, aquaviário, dutoviário e aeroviário.

Existem diversos tipos de contêineres, sejam eles:

- carga seca;
- teto aberto;
- abertos;
- granel;
- ventilados;
- isolados;
- frigoríficos;
- tanques;
- especiais.

O Quadro 4.7 mostra a aplicação de cada tipo de contêiner.

Quadro 4.7 – Aplicação dos tipos de contêineres

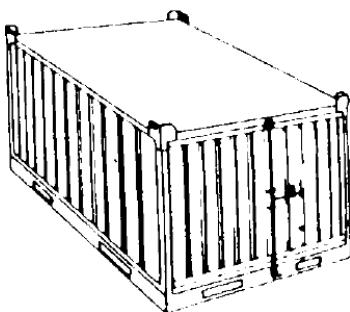
Tipo	Descrição	Aplicações mais comuns
Carga seca	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo convencional. • Além da porta obrigatória em uma das extremidades, pode ter portas laterais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga seca, granéis e carga úmida, devidamente embalada. • Exportações de calçados, tecidos e roupas.
Teto aberto	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo convencional, porém com teto removível (de lona ou rígido). • Pode ter meia altura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cargas içadas por guindastes ou ponte rolante. • Máquinas, pranchas de madeira, bobinas, sacaria pré-lingada.
Abertos	<ul style="list-style-type: none"> • Uma simples plataforma com colunas nos cantos e barras diagonais de reforço. 	<ul style="list-style-type: none"> • Peças brutas que não necessitam de proteção contra intempéries e roubos. • Chapas, tubos, perfis.
Granel	<ul style="list-style-type: none"> • Providos de tampa de carregamento no teto e descarregamento na parte inferior. • Para descarregar são inclinados por equipamentos de movimentação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cereais e granulados.

Tipo	Descrição	Aplicações mais comuns
Ventilados	<ul style="list-style-type: none"> • Providos de janelas protegidas contra a entrada de chuva e respingos. • Podem ser equipados com ventiladores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Frutas e vegetais perecíveis.
Isolados	<ul style="list-style-type: none"> • Fechados, com paredes termicamente isoladas pintadas com tinta branca e reflexiva. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentos, bebidas e instrumentos de precisão.
Frigoríficos	<ul style="list-style-type: none"> • Além de isolados, são equipados com refrigeradores ligados ao navio, pátio de armazenagem ou o motor próprio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exportação de carnes, sucos, camarão.
Tanques	<ul style="list-style-type: none"> • Metálicos ou de plástico reforçado, são fixados a uma estrutura metálica. • Cada engradado pode levar mais de um tanque. 	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte de óleos e bebidas.
Especiais	<ul style="list-style-type: none"> • Projetados para transporte especial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Carros, animais vivos, moto-bombas, entre outros.

Fonte: Moura (1998, p. 245).

Muitos tipos de contêineres são fabricados à prova de água e arrombamentos, o que torna desnecessária a armazenagem comum e permite com que sejam estocados em espaço aberto. Possuem dispositivos de canto e encaixes para garfos de empilhadeiras para que possam ser prontamente movimentados, particularmente de uma modalidade de transporte para outra. A Figura 4.5 mostra um contêiner de carga seca.

Figura 4.5 – Contêiner



Fonte: Moura (1998, p. 244).

4.2 Arranjo físico do espaço

Segundo Ballou (2006), a localização do estoque no depósito afeta diretamente as despesas gerais de manuseio de materiais de todas as mercadorias movimentadas no âmbito desse espaço. Existem dois tipos de arranjo físico que buscam equilibrar os custos de manuseio dos materiais com a utilização do espaço do armazém, como veremos a seguir:

- arranjo físico para estocagem;
- arranjo físico para separação de pedidos.

4.2.1 Arranjo físico para estocagem

O arranjo físico para estocagem é empregado em armazéns com percentual baixo de giro de materiais, onde a preocupação principal é configurar armazém para estocagem. Segundo Ballou (2006), os corredores podem ser estreitos, as baías de estocagem podem ser tanto largas quanto profundas, e o empilhamento pode ser tão alto quanto o permitido pelo pé-direito do prédio e/ou a estabilidade da carga.

O projeto desse arranjo físico pressupõe que o tempo extra necessário para a movimentação de estoques para dentro e para fora das áreas de permanência é mais do que compensado pela utilização integral do espaço. No entanto, à medida que o giro dos estoques aumenta, um arranjo físico como este vai se tornando progressivamente insatisfatório, sendo necessárias modificações para que os custos de manuseio permaneçam em patamares razoáveis. Para reduzir o tempo necessário na colocação e na retirada dos materiais, os corredores podem se tornar mais largos de forma que a altura dos empilhamentos tenda a diminuir.

4.2.2 Arranjo físico para separação de pedidos

As considerações em torno da separação dos pedidos assumem considerável importância entre os determinantes do arranjo físico quando o padrão de fluxo nos armazéns apontar entradas em quantidades maiores que as saídas. Nesses casos, o tempo de trabalho no atendimento de pedidos pode ser desproporcionalmente maior que o tempo gasto no recebimento e na estocagem. De acordo com a complexidade da situação, deve-se projetar o arranjo físico para separação dos pedidos, considerando a aplicação de algumas alternativas:

- sistema de área;
- sistema modificado de área;
- equipamento especializado;
- zoneamento;
- sequenciamento;
- formação de lotes.

O Quadro 4.8 detalha cada alternativa.

Quadro 4.8 – Alternativas de arranjo físico para separação de pedidos

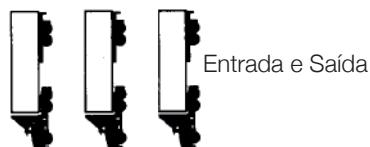
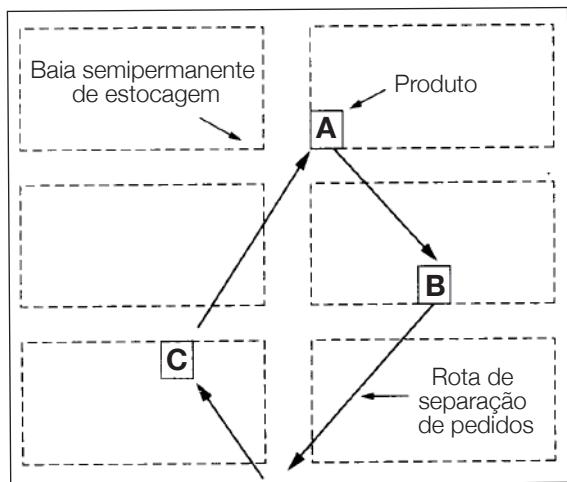
Alternativa	Descrição
Sistema de área	<ul style="list-style-type: none"> • O arranjo físico mais simples para a estocagem dos pedidos indica a utilização das áreas existentes de estocagem. • Para aumentar a eficiência, podem ser alteradas a altura de empilhamento, a localização dos produtos em relação a docas de saída e o tamanho das baias necessárias.
Sistema modificado de área	<ul style="list-style-type: none"> • Determinadas áreas do depósito são projetadas em função das necessidades de estocagem e da ocupação integral do espaço, enquanto outras são projetadas tendo em vista as necessidades de separação de pedidos e do tempo mínimo de movimentação para o atendimento dos pedidos. • A utilização de áreas de separação de pedidos distintas da área de reserva reduz consideravelmente o tempo de movimentação interna e o tempo de serviço necessário ao atendimento dos pedidos.
Equipamento especializado	<ul style="list-style-type: none"> • O tempo de movimentação da separação dos pedidos pode ser reduzido pelo emprego de equipamento especializado, como flow racks, correias transportadoras, transportadores aéreos, escâneres e outros instrumentos de manuseio de materiais.
Zoneamento	<ul style="list-style-type: none"> • O pessoal encarregado da separação de pedidos atende apenas a um número limitado dos itens em estoque ao invés de roteá-los ao longo de todo o estoque. • O zoneamento permite a utilização equilibrada do pessoal de separação e reduz o tempo de movimentação na separação. • Cada separador de pedidos pode selecionar apenas o estoque de um corredor ou área selecionada, fazendo que as diferentes partes dos pedidos sejam remontadas em um pedido global antes de deixarem o depósito
Sequenciamento	<ul style="list-style-type: none"> • É o arranjo dos itens necessários em um pedido na sequência em que aparecem na rota de separação de pedidos ao longo do depósito. • Evita a necessidade de retornos e economiza o tempo na separação.
Formação de lotes	<ul style="list-style-type: none"> • Envolve a seleção de mais de um pedido em uma única passagem pelo estoque. • Embora reduza o tempo em trânsito, aumenta a complicação da remontagem dos pedidos e pedidos parciais para embarque.

Fonte: Adaptação de Ballou (2006, p. 387-389).

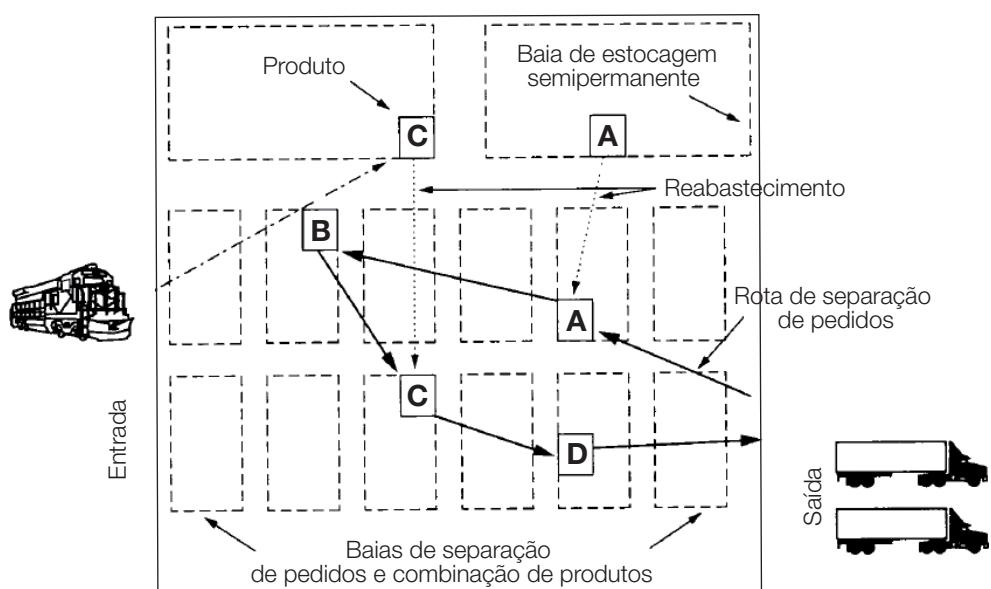
A Figura 4.6 representa genericamente a separação de pedidos a partir das áreas de estocagem (sistema de área) em comparação com a separação de pedidos a partir de baias distintas (sistema modificado de área).

Figura 4.6 – Sistema de área x sistema modificado de área

a) Separação de pedidos a partir de baias de estocagem: sistema de área



b) Separação de pedidos a partir de baias de separação: sistema modificado de área



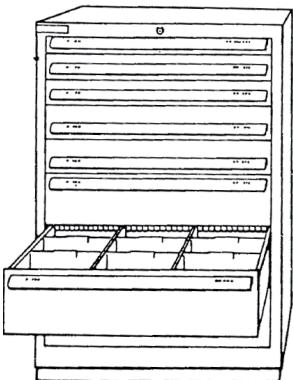
Fonte: Ballou (2006, p. 388).

4.3 Equipamentos de estocagem

Os equipamentos de estocagem são constituídos basicamente por estantes, armários e prateleiras, além de acessórios como caixas de repartições, contenedores verticais e horizontais, escaninhos e gavetas. Existem três razões para o uso desses equipamentos:

- melhorar o aproveitamento volumétrico do depósito;
- diminuir danos no manuseio;
- propiciar boa organização dos itens e fácil reconhecimento dos produtos.

Figura 4.7 – Armário modular



Fonte: Moura (1997, p. 176).

A Figura 4.7 ilustra um armário modular para estocagem, equipamento eficiente para estocar pequenos volumes, como peças, ferramentas e itens de manutenção.

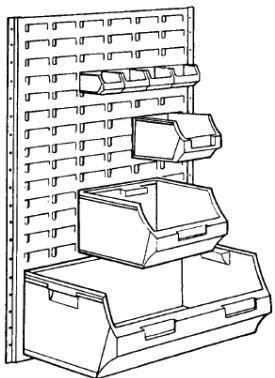
As estantes permitem o armazenamento vertical de mais de um produto e facilitam o acesso a qualquer item da pilha. Além de melhorar a utilização do espaço físico do depósito, como efeito secundário do uso de estantes e caixas, Ballou (2006) afirma que se pode aumentar a eficiência no manuseio de materiais, principalmente quando esses equipamentos auxiliares são selecionados como parte do sistema global de movimentação interna.

Jenkins (1968) identificou nove classes de estantes:

- porta-paletes;
- sem prateleiras;
- para caixas (contenedores);
- em fileiras;
- de fluxo contínuo (*flow-through*);
- de corredores móveis (*drive-through*);
- de estrutura em A;
- removível;
- de piso duplo.

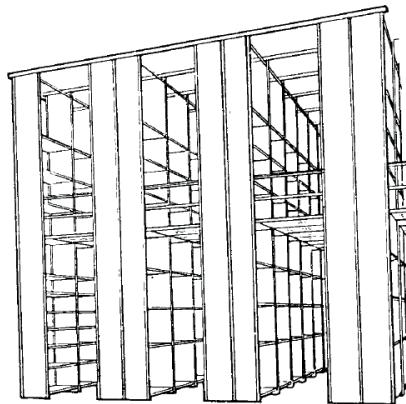
A Figura 4.8 ilustra uma estante para caixas e minicontenedores, equipamento altamente versátil para estocagem e movimentação de peças soltas, de parafusos e de pequenos componentes. Moura (1997) afirma que esse sistema permite excelente acesso ao estoque e à rápida seleção, especialmente quando são empregadas caixas de plástico que, com a variação de cores, simplificam a identificação.

Figura 4.8 – Estante para caixas e minicontenedores



Fonte: Moura (1997, p. 163).

Figura 4.9 – Estante de piso duplo



Fonte: Moura (1997, p. 176).

A Figura 4.9 ilustra uma estante de piso duplo que, além da alta densidade de estocagem, proporciona 100% de acesso.

4.4 Equipamentos de movimentação de materiais

A movimentação interna de produtos e materiais envolve o transporte de pequenas quantidades de bens por distâncias relativamente curtas, quando comparadas com os percursos longos feitos pelas empresas de transporte. De acordo com Ballou (2006), existem quatro tipos principais de equipamentos mecânicos utilizados no manuseio de um amplo leque de tamanhos, formas, volumes e pesos de materiais:

- empilhadeiras e pequenos veículos;
- transportadores e esteiras;
- guinchos, pontes rolantes e pórticos;
- transelevadores.

4.4.1 Empilhadeiras e pequenos veículos

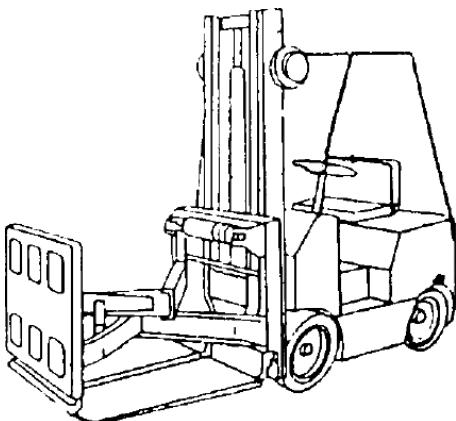
De acordo com Ballou (2006), as empilhadeiras e os pequenos veículos são meios mecânicos para mover materiais cuja operação manual seria lenta ou cansativa devido ao peso, variando desde pequenas plataformas manuais até pequenos tratores.

Um dos equipamentos de movimentação mais usados é a **empilhadeira**. A convencional possui um par de garfos na parte dianteira. É utilizada em conjunto com estrados ou paletes, provou ser o método de manuseio de materiais mais flexível e eficiente. Há diversos modelos de empilhadeira, classificados de acordo com a sua:

- capacidade de carga;
- altura máxima de elevação;
- largura de operação;
- velocidade;
- forma de acionamento (elétrica, gás ou diesel).

A Figura 4.10 ilustra uma empilhadeira convencional.

Figura 4.10 – Empilhadeira convencional

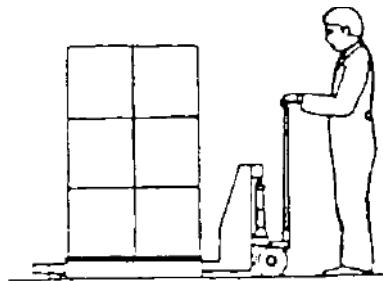


Fonte: Moura (1998, p. 233).

A **empilhadeira lateral** é uma variante da convencional. O carregador lateral possui garfos laterais e transporta sua carga alinhada com a direção do movimento. É particularmente útil no transporte de cargas longas sem embalagens, como vigas, tubos, chapas de aço ou madeira, entre outros. Outra variante é a **empilhadeira trilateral**, cuja maior vantagem é a capacidade de operar em corredores estreitos.

As paleteiras são equipamentos destinados especialmente ao manuseio de cargas paletizadas. Existem basicamente dois tipos de paleteiras: elétricas e manuais. A Figura 4.11 ilustra uma paleteira manual.

Figura 4.11 – Paleteira manual

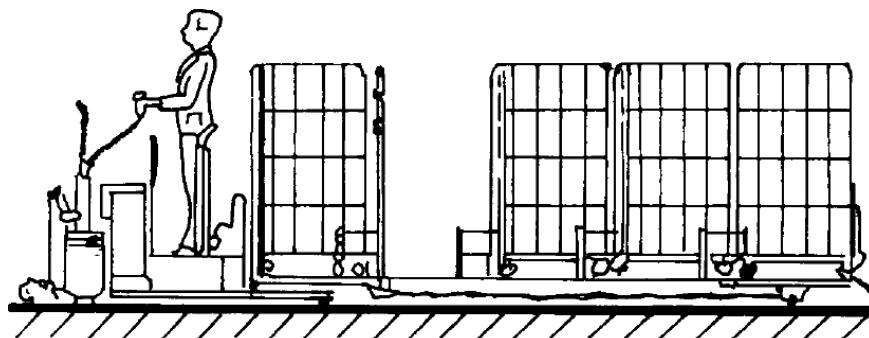


Fonte: Moura (1998, p. 220).

Uma forma comum de movimentação de materiais é através de comboios de pequenas carretas. Esses arranjos são econômicos para a movimentação em distâncias mais longas de cargas maiores, como o transporte de produtos acabados da linha de montagem para o depósito, por exemplo. Embora uma empilhadeira possa ser empregada para rebocar as carretas, o uso de um trator industrial ou carrinho rebocador normalmente é mais econômico.

Existem carrinhos rebocadores com e sem operador. Os carrinhos programados sem operador levam os itens até as áreas de embalagem, áreas de consolidação ou de separação de pedidos, guiados através de trilhos, estruturas, roletes, corrente, fio elétrico ou linha ótica. A Figura 4.12 ilustra um carrinho rebocador com operador.

Figura 4.12 – Carrinho rebocador com operador



Fonte: Moura (1997, p. 242).

4.4.2 Transportadores e esteiras

De acordo com Ballou (2006), transportadores são particularmente interessantes quando se deve movimentar grande quantidade de itens ao longo da mesma rota. Depois da empilhadeira, são os equipamentos mais comuns para a movimentação de itens pequenos e pesados.

Os transportadores podem combinar a movimentação de materiais com as atividades de seleção ou separação de itens. Em alguns depósitos de grande fluxo, exemplifica Ballou (1993), 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 montados são dirigidos a pontos específicos por controle remoto.

O Quadro 4.9 classifica os diversos tipos de transportadores.

Quadro 4.9 – Tipos de transportadores

	Tipo de transportadores	Aplicação
Acionamento	<ul style="list-style-type: none"> • Por gravidade 	Para movimentar em superfícies levemente inclinadas
	<ul style="list-style-type: none"> • Motorizado 	Para mover para cima ou nos casos que requeiram
Configuração	<ul style="list-style-type: none"> • De rodas • De roletes • De esferas • De correias • De esteiras • De placas 	Para movimentar itens com superfícies planas ou materiais colocados sobre superfícies planas
	<ul style="list-style-type: none"> • Helicoidais (de rosca) 	Para cargas a granel, tais como grãos, cereais, cascalho etc.
	<ul style="list-style-type: none"> • Monovias aéreas • Monovias de piso (com carrinhos) 	Para movimentar materiais paletizados ou não ao longo de trajetos fixos.

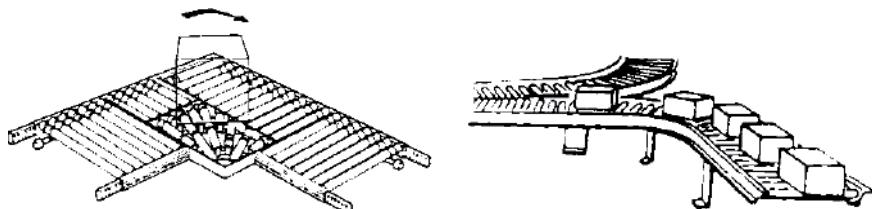
Fonte: Ballou (1993, p. 176-177).



Transportadores auxiliaram a Rubbermaid Inc., um fabricante de utensílios de plástico, a superar difícil problema de movimentação de materiais. O local de produção estava a mais de uma milha do local onde os pedidos dos clientes eram montados. Produtos acabados eram guardados temporariamente no ponto de produção. Assim que acabavam os estoques no ponto de montagem dos pedidos, ressuprimentos eram despachados por caminhões, gerando um fluxo quase contínuo de mercadorias. Para solucionar esse problema, transportadores de roletes foram instalados dentro dos baús dos caminhões, na mesma altura dos transportadores que ficavam nas docas de descarga de cada armazém. Cargas paletizadas eram empurradas rápida e facilmente para dentro ou para fora dos veículos, reduzindo drasticamente a mão de obra normalmente necessária para a carga e descarga. Isto deixou a operação de transferência quase tão econômica como se o manuseio dos produtos ocorresse inteiramente dentro de um único depósito. (BALLOU, 1993, p.177).

A Figura 4.13 ilustra um transportador de roletes.

Figura 4.13 – Transportador de roletes



Fonte: Moura (2004, p. 111).

4.4.3 Guinchos, pontes rolantes e pórticos

Esses equipamentos geralmente operam sobre a área de armazenagem, portanto não necessitam de corredores e nem ficam limitados à superfície. Podem movimentar, conforme o modelo, cargas extremamente pesadas de maneira ágil e segura. São especialmente empregados na carga e descarga de navios, trens e caminhões.

As pontes rolantes possuem três movimentos de translação: vertical, longitudinal e transversal. O movimento vertical é realizado pelo guincho da ponte. O deslocamento transversal é realizado pelo conjunto carro-guincho ao longo da estrutura da ponte propriamente dita. Por outro lado, o deslocamento longitudinal é feito em trilhos apoiados em uma estrutura metálica especialmente projetada. A forma construtiva mais interessante, porém, é utilizar a própria estrutura do prédio como suporte do caminho de rolamento. Evidentemente, esta circunstância precisa ser prevista em projeto para se tornar viável.

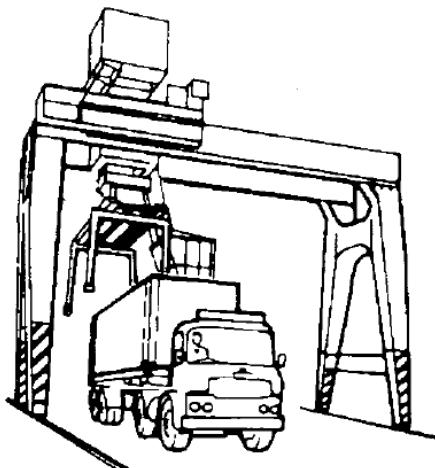
De acordo com Moura (2004), existem diversos modelos de pontes rolantes, classificadas de acordo com a:

- capacidade de carga;
- altura máxima de elevação;
- largura de operação;
- velocidade;
- acionamento (manual ou motorizado);
- forma de comando (cabinada, por cabo ou controle remoto).

As pontes rolantes com cabine para operador são utilizadas principalmente em usinas siderúrgicas para a movimentação das caçambas de matéria-prima durante o carregamento dos fornos. Na maior parte das aplicações, no entanto, as pontes rolantes são comandadas do solo via cabo ou por meio de controle remoto.

O **pórtico rolante** é similar à ponte rolante, porém o deslocamento longitudinal é feito em trilhos apoiados diretamente no piso do prédio. A Figura 4.14 mostra um pórtico rolante.

Figura 4.14 – Pórtico rolante

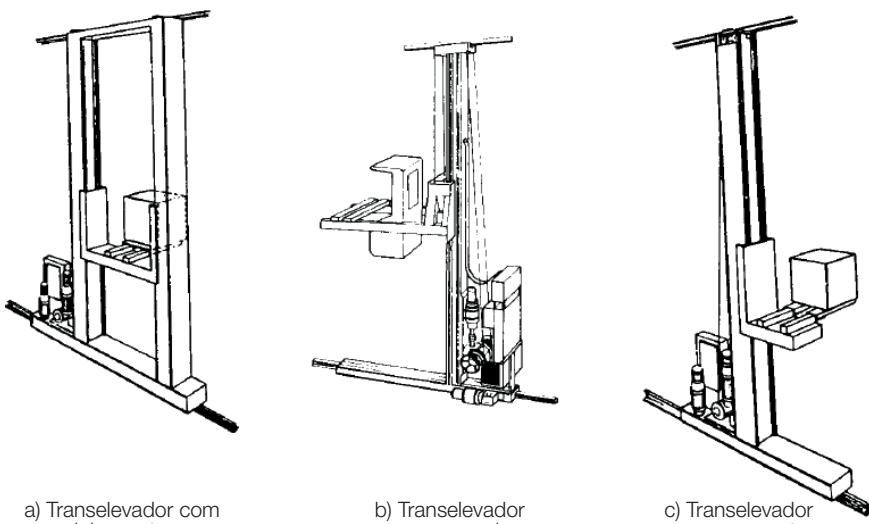


Fonte: Moura (2004, p. 72).

4.4.4 Transelevadores

O transelevador automático é uma plataforma eletronicamente controlada utilizada nas operações de depósitos automatizados. A Figura 4.15 ilustra esse tipo de equipamento.

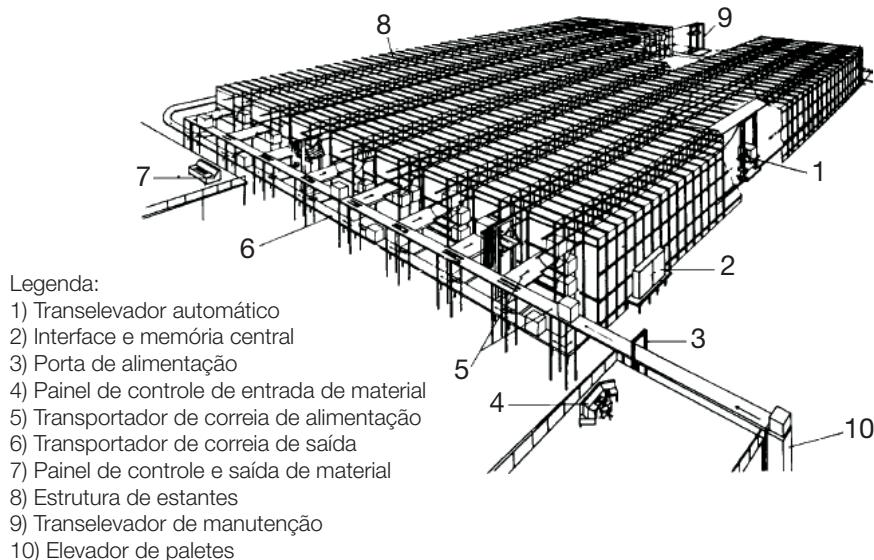
Figura 4.15 – Transelevador



Fonte: Moura (1997, p. 265).

Esse equipamento está no centro das operações, em depósitos controlados por computador, armazenando e apanhando produtos e materiais (geralmente paletizados), a partir de endereços alocados nas estantes. Quanto maior o grau de automação dos armazéns, menor é a necessidade de mão de obra. Nos casos extremos, pode-se operar o depósito completamente no escuro, isto é, sem necessidade de iluminação. A Figura 4.16 ilustra esse tipo de instalação.

Figura 4.16 – Depósito automatizado com transelevadores



Fonte: Ballou (1993, p. 176).

Seção 5

Segurança na movimentação de materiais

As tarefas devem ser projetadas de modo a se adequarem aos trabalhadores ao invés de forçarem a adequação destes ao trabalho. A Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho “NR-11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais” (BRASIL, Diário Oficial da União, Portaria SIT nº 82, de 01 de junho de 2004) orienta que equipamentos utilizados nessas atividades serão calculados e construídos para oferecer as garantias necessárias de resistência, segurança e conservação em perfeitas condições de trabalho.

5.1 Regras de segurança para a operação de veículos

Citamos abaixo as principais regras de segurança na operação de veículos para transporte de estoques e materiais:

- dimensionar a altura da plataforma de carga/descarga em uma ou duas polegadas abaixo da altura média da carroceria do caminhão ou utilizar plataformas de múltiplas alturas;
- dimensionar adequadamente o nivelador de plataforma, levando-se em consideração a altura da plataforma do caminhão, o tipo de equipamento usado durante o carregamento e o grau de afastamento da plataforma – quanto maior a diferença de altura, maior será o comprimento do nivelador (um nivelador de 1,3 metros normalmente é suficiente quando a diferença for pequena);
- considerar um espaço suficiente para a permanência de paletes antes do carregamento e para as manobras de empilhadeira dentro e fora da plataforma;
- restringir o deslocamento imprevisto ou acidental de caminhões **na plataforma de carga** por meio de calços de rodas ou limitadores de caminhão;
- iluminar de maneira adequada as plataformas de carga, os cruzamentos e junções, as áreas de pedestres, os locais com movimento regular de tráfego, os locais próximos a prédios e áreas internas onde os veículos passam, vindos de áreas externas com sol;
- planejar ruas e corredores com largura e espaço suficientes para manobra segura de veículos;
- considerar a possibilidade de utilizar sistema de mão única de direção para evitar colisões;
- projetar desvios para veículos industriais nas ruas com dispositivos redutores de velocidade de tráfego;
- sempre que possível, evitar curvas acentuadas e obstruções nos pontos altos para evitar colisões ou outros acidentes;
- instalar placas de sinalização de direção e identificar as entradas dos prédios para evitar movimentos desnecessários de tráfego;
- prever áreas adequadas de estacionamento para os veículos industriais;
- prever ventilação adequada nos locais, especialmente em áreas limitadas, de tráfego de empilhadeiras com motores de combustão interna;

Neste caso, são utilizados **limitadores**, que são dispositivos permanentes da plataforma que prendem a barra do caminhão à plataforma, mesmo que o motorista tente sair.

- destinar áreas externas para o reabastecimento de veículos a diesel ou gasolina;
- desligar os motores durante o reabastecimento e proibir fumar nessas áreas (colocar avisos bem visíveis);
- trocar os cilindros de GLP em áreas externas ou com ventilação adequada, afastada de todas as fontes possíveis de ignição e com avisos bem visíveis para proibir o fumo.

5.2 Regras de segurança para a operação de guindastes e pontes rolantes

Citamos abaixo as principais regras de segurança na operação de guindastes e pontes rolantes para transporte de estoques e materiais:

- os operadores devem manter-se afastados da carga e, caso ela esteja suspensa, devem permanecer em alerta e prestar atenção aos sinais;
- jamais deve ser levantada uma carga de peso superior à capacidade do equipamento;
- não subir ou permitir que outros subam para o topo da ponte sem antes desligar a chave geral e colocar aviso apropriado;
- não levantar ou baixar cargas com a ponte em movimento;
- não permitir que a ponte bata violentamente nos fins de curso;
- não deslocar cargas por cima de outras pessoas ou balançar em direção às pessoas no piso;
- não permitir que qualquer pessoa se faça transportar nas cargas ou no guincho;
- em caso de falta de energia elétrica, desligar (posição “off”) o equipamento até que ela volte;
- o operador, ao se afastar do guindaste, deve desligar a chave principal, acender as luzes de segurança e colocar os controles na posição “off”;
- não mover o equipamento após a remoção da carga até que tenham sido retirados os cabos e correntes dos ganchos;
- assegurar-se que todas as ferramentas, peças e outros materiais tenham sido removidos após um reparo para que nenhum dano seja causado ao equipamento ou para impedir que ele caia quando for movimentado.

Também devem ser considerados os aspectos fisiológicos na movimentação de materiais. Moura (1998) afirma que a avaliação exigida pela movimentação de materiais é um problema de grande complexidade, pois se deve levar em conta as características biotipológicas (peso, altura, porte físico, idade etc.) de cada indivíduo, bem como os fatores externos que podem modificar o hábito deste trabalho, como: clima, ritmo de trabalho, condições ambientais, entre outros.

Considerações Finais

Caro/a aluno/a,

A gestão de estoques e movimentação de materiais é fundamental para o sucesso das organizações. Todos aqueles que venham a atuar em ambientes competitivos devem conhecer os conceitos básicos de gestão de estoques, aplicar as técnicas adequadas para planejar e controlar o inventário, bem como utilizar a tecnologia disponível para movimentar e armazenar materiais. O sucesso das organizações depende, em grande parte, da qualificação de seus profissionais no gerenciamento de seus processos de negócio.

Este livro procurou apresentar, de forma simples e conceitualmente rigorosa, os diversos assuntos abordados. Mostrou as diferenças entre os diferentes modelos de gestão de estoques e apresentou os diferentes equipamentos e técnicas utilizadas para a movimentação e armazenagem de materiais.

Espero que tenha apreciado o conteúdo e que as informações apresentadas sejam úteis em sua vida profissional.

Referências

- ARNOLD, J. R. Tony. **Administração de materiais**: uma introdução. São Paulo: Atlas, 1999.
- BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial**: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 2007.
- _____. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- _____. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- _____. **Logística empresarial**: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1993.
- BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2003.
- BOWERSOX, Donald J; CLOSS, David J. **Logística empresarial**: o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2004.
- CASTIGLIONI, J. A. de M. **Logística operacional**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2011.
- CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J. **Administração da produção para a vantagem competitiva**. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- CHING, Yuh Hung. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada: supply chain**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- CORRÊA H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações**. Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2004.
- _____; GIANESI, I. G. N. **Just In Time, MRP II e OPT**: um enfoque estratégico. São Paulo: Atlas, 1993.
- _____; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2001.
- GURGEL, F. do A., FRANCISCHINI, P.G. Administração de Materiais e do Patrimônio. São Paulo: Thomson Pioneira, 2001.

- KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. Administração de produção e operações. 8. ed. São Paulo: Pearson / Prentice Hall, 2009.
- JENKINS, C. H. **Modern warehouse management**. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1968.
- MARTINS, P. G., ALT, P. R. C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 2. ed. São Paulo: Saraiva: 2006.
- MOURA, Reinaldo Aparecido. **Equipamentos de movimentação e armazenagem**. 6. ed. São Paulo: IMAM, 2004.
- _____. **Manual de logística**: armazenagem e distribuição física. v. 2. São Paulo: IMAM, 1997.
- _____. **Manual de logística**: sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais. v. 1. 4. ed. São Paulo: IMAM, 1998.
- MTE – MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem E Manuseio de Materiais**. Brasília: MTE, 2007. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1FA6256B00/nr_11.pdf>. Acesso em: 06 set. 2013.
- NELLEMAN, David O. **Profit improvement through inventory management**. Proceedings of the Thirteenth Annual Conference of the National Council of Physical Distribution Management, p. 441-460. Arthur Andersen & Company, 1970.
- NOVAES, Antônio G. N. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**: estratégia, operação e avaliação. 3. ed. rev., atual. e ampl. Rio de Janeiro: Campus, 2007.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- _____. **Planejamento e controle da produção**: teoria e prática. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- _____. **Sistemas de produção**: a produtividade no chão-de-fábrica. São Paulo: Atlas, 1999.
- VIANA, João José. **Administração de materiais: um enfoque prático**. São Paulo: Atlas, 2000.

Sobre o Professor Conteudista

Álvaro Paz Graziani

Álvaro Paz Graziani tem 30 anos de experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em planejamento, projeto e controle de sistemas de produção. Possui graduação em Engenharia Mecânica (UFRGS, 1985), Especialização em Engenharia de Produção (UDESC, 1992), Mestrado em Administração de Negócios (Universidade de Cardiff, Reino Unido, 1995), Mestrado em Engenharia de Produção (SOCIESC, 2012) e Especialização em Metodologia e Didática (SOCIESC, 2013).

Atua desde 2008 como professor titular nas disciplinas Sistemas de Produção, Gestão de Produção, Planejamento e Controle de Produção I e II nos cursos de Engenharia e Tecnologia.

É membro do Colegiado e do Núcleo Docente Estruturante dos cursos de Engenharia de Produção e Tecnologia de Processos Gerenciais da SOCIESC. Atuou na gestão industrial/logística de empresas líderes nos mercados moveleiro (Movelar), de plásticos (Tigre) e de cutelaria (Mundial-Eberle).

Participou da implantação de sistemas ERP/MRP II (Oracle, Microsiga e Datasul) e reestruturação das áreas de PCP, materiais, manutenção e custos industriais. Possui experiência em ferramentas de manufatura enxuta (*lean manufacturing*) e em gestão de projetos para implantação e modernização de diversas fábricas no Brasil, Argentina, Chile e Paraguai.

Gestão de Estoques e Movimentação de Materiais

A natureza competitiva do mundo globalizado evidenciou a importância de profissionais qualificados no gerenciamento de processos internos das empresas, como a gestão de estoques e movimentação de materiais, o que impactará sobre a eficiência organizacional e redução de custos. Este livro busca compreender as decisões necessárias para permitir que a gestão de estoques e movimentação de materiais alcance os níveis de desempenho almejados, através do estudo dos processos de planejamento e controle de estoques, bem como armazenagem e movimentação de materiais.



ISBN 9788578176037



9 788578 176037

www.unisul.br