

ESTRATÉGIA DE ESTOQUE

PRINCÍPIOS E FUNCIONALIDADE

Características e Tipos de Estoque
 Funções do Estoque
 Definições de Termos Frequentemente Relacionados a Estoques
 Custo de Manutenção de Estoque

PLANEJAMENTO DO ESTOQUE

Determinação do Ponto de Ressuprimento
 (Quando Pedir?)

Determinação do Lote de Compra (Quanto Pedir?)

INCERTEZAS

Incertezas de Demanda
 Incertezas dos Ciclos de Atividades
 Determinação do Ponto de
 Ressuprimento em Face das Incertezas
 Pedido de Ressuprimento

RESUMO
 QUESTÕES

Do ponto de vista da logística, decisões que envolvem estoques são de alto risco e de alto impacto. O comprometimento com determinado nível de estoque e a subsequente expedição de produtos para mercados, em antecipação a vendas futuras, acarretam várias atividades logísticas. Sem um estoque adequado, a atividade de marketing poderá detectar perdas de vendas e declínio da satisfação dos clientes. Por outro lado, o planejamento de estoque também tem papel crítico para a produção. Falta de matérias-primas podem parar linhas de produção ou alterar programações da produção, o que, por sua vez, aumenta os custos e a possibilidade de falta de produto acabado. Além de falta, que pode prejudicar tanto o planejamento de marketing quanto as operações de produção, o estoque excessivo também gera problemas: aumenta custos e reduz a lucratividade, em razão de armazenagem mais longa, imobilização de capital de giro, deterioração, custos de seguro e obsolescência.

O Capítulo 8 trata do estoque sob três pontos de vista. A primeira seção aborda princípios e funcionalidade, com o objetivo de estabelecer os fundamentos básicos de gerenciamento de estoque. Descreve vários tipos de estoque e suas características, em termos da produção, no atacado e no varejo. Os aspectos relacionados com a funcionalidade são então descritos e explicados. Em seguida, são introduzidas definições de termos comuns relacionados com os estoques. Finalmente, trata de custo de manutenção de estoque de materiais e de componentes.

A seção seguinte examina regras básicas de decisão envolvendo o estoque. As decisões abrangem rastreamento, determinação do momento e das quantidades de ressuprimento de estoque. São feitos comentários importantes referentes a cada decisão e apresentadas orientações gerais. São expostos argumentos para a negociação de taxas de frete, incluindo descontos,

para lotes de compra, com o objetivo de se obter vantagens dentro do contexto das operações.

A seção final completa a apresentação de regras de decisão de gerenciamento de estoque, com a inclusão do fator incerteza. A introdução de incertezas torna as regras de decisão mais realistas para enfrentar os desafios do gerenciamento diário de estoque.

PRINCÍPIOS E FUNCIONALIDADE

A formulação de políticas de estoque requer o conhecimento do papel do estoque nas áreas de produção e de marketing das empresas. Para compreender a importância atribuída ao estoque, deve-se ter uma visão da magnitude dos ativos nele investidos, numa empresa normal. A Tabela 8.1 apresenta valores de vendas, lucro líquido e investimento em estoque de alguns fabricantes de produtos industriais e de consumo, bem como de algumas empresas comerciais. A tabela mostra que, em muitas empresas, uma proporção significativa dos ativos está aplicada em estoques. À medida que são adicionados novos produtos, mais estoque é necessário, resultando em investimento cada vez maior. A magnitude do investimento

comprometido nessa espécie de ativo e sua proporção, considerando os recursos totais, fazem do estoque uma importante área em termos de custo. A redução de alguns pontos percentuais em recursos comprometidos em estoque pode resultar em aumento substancial da lucratividade.

Embora o investimento em estoque seja substancial, seu gerenciamento tem conseguido reduzir seu porte tanto em relação às vendas correntes quanto ao PNB (Produto Nacional Bruto), como mostra a Figura 8.1. Apesar do aumento e da proliferação de produtos, os executivos de logística têm reduzido os níveis do estoque operacional. A melhoria é devida à ênfase gerencial que o assunto tem recebido e à adoção de estratégias baseadas em prazos, por exemplo, o JIT (*Just in Time*).¹

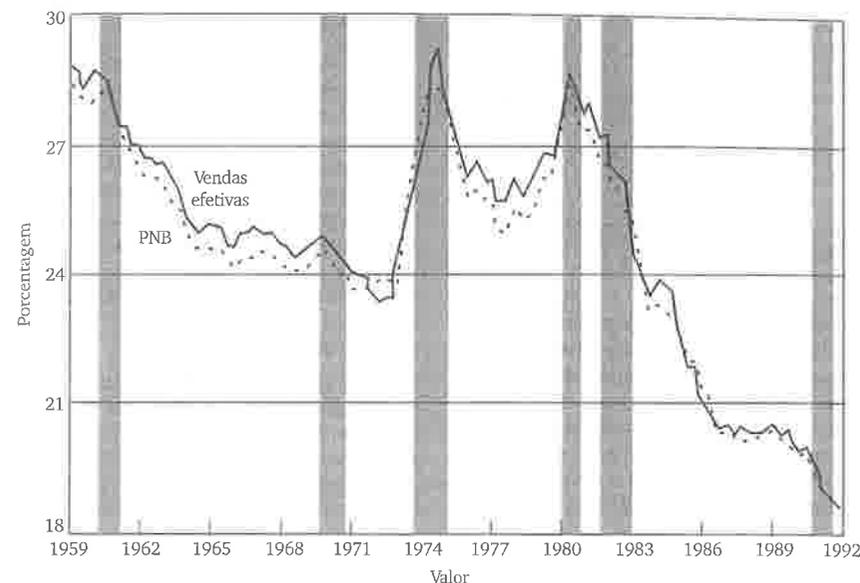
No entanto, existem ainda muitas oportunidades para melhorar a "produtividade" do estoque. Elas derivam da capacidade que as cadeias de suprimento integradas têm com o intercâmbio de informações e do esforço gerencial para reduzir incertezas na demanda e nos tempos do ciclo de processamento. A reestruturação de processos na cadeia de suprimento visando à redução de estoque exige profundo conhecimento de seus elementos e de sua dinâmica, os quais são tratados a seguir.

Tabela 8.1 Dados selecionados de algumas empresas fabricantes e comerciais de produtos industriais e de consumo.

Empresa	(\$ milhões)				
	Vendas	Lucro líquido	Ativos totais	Invest. em estoques	% de estoque
Johnson & Johnson	13.753	1.030	11.884	1.742	14,70
RJR-Nabisco	15.734	319	32.041	2.776	8,70
Dow Chemical	18.971	276	25.360	2.692	10,60
Bergen Brunswig	5.048	61	1.412	548	38,80
Fleming Companies	12.938	113	3.118	959	30,80
Ace Hardware	1.871	61	595	213	35,80
Kmart	37.724	941	18.931	8.752	46,20
JC Penney ¹	18.009	777	13.563	3.258	24,00
Dillards	4.714	236	4.107	1.106	26,90

Fonte: Relatórios anuais de 1992.

1. A estratégia JIT é uma modalidade de suprimento em que fornecedores entregam materiais à medida que são consumidos na produção, proporcionando um investimento tendente a zero em estoque. (N.T.)



Fonte: DELANEY, Robert V. *CLI's "state of logistics" annual report*. Cass Logistics, Inc., 1992.

Figura 8.1 Percentagem dos estoques sobre a venda final e sobre o PNB.

Características e Tipos de Estoque

A manutenção de estoque implica riscos de investimento e de possibilidade de obsolescência. Em primeiro lugar, o investimento em estoque não pode ser usado alternativamente para obter mercadorias ou outros ativos destinados à melhoria de desempenho da empresa. Como alternativa, os recursos para investimento em estoque podem ser obtidos mediante empréstimo, opção que aumenta as despesas financeiras da empresa. Outro aspecto do risco que envolve o estoque é a possibilidade de roubos e a obsolescência. Esses fatores e o valor relativo do estoque determinam o nível de risco a que a maioria das empresas está exposta. É importante compreender que a natureza e a extensão do risco variam, dependendo da posição da empresa no canal de distribuição.

Produção. Para o fabricante, o risco relativo ao estoque tem uma dimensão a longo prazo. O investimento do fabricante em estoque começa com matérias-primas e componentes, inclui estoques de produção em processo e termina em produtos acabados. Além disso, antes da venda, os produtos acabados são frequentemente transferidos para depósitos próximos a atacadistas e varejistas. Embora os fabricantes, em

geral, tenham linhas de produtos menores do que os atacadistas e os varejistas, seu investimento em estoque é relativamente de maior profundidade e de mais longa duração.

Atacado. A exposição dos atacadistas ao risco é menor do que a dos fabricantes, mas é mais profunda e de mais longa duração do que a dos varejistas. Geralmente, atacadistas compram de fabricantes grandes quantidades e vendem pequenas quantidades a varejistas. A justificativa econômica para a existência de atacadistas é a capacidade de prover seus clientes varejistas com grande variedade de mercadorias de diferentes fabricantes, em pequenas quantidades. Quando os produtos são sazonais, os atacadistas são forçados a formar estoque com grande antecedência às vendas, aumentando a profundidade e a duração do risco.

Uma das maiores desvantagens do comércio atacadista é a expansão das linhas de produtos até o ponto em que elas se aproximam da quantidade de linhas dos varejistas, permanecendo a profundidade e a duração do risco características da atividade de atacado. Os atacadistas generalistas que atuam com linhas completas de eletrodomésticos e de alimentos, por exemplo, enfrentaram dificuldades na última década. A ex-

pansão das linhas de produtos aumentou a amplitude do risco de manutenção de estoque. Além disso, a clientela varejista forçou um aumento substancial do sortimento e da duração do estoque dos atacadistas, por meio da redução de seu próprio estoque, transferindo aos atacadistas a responsabilidade de mantê-lo. A pressão decorrente da proliferação das linhas de produtos, mais do que outro fator isolado, provocou o declínio do número de atacadistas generalistas, forçando-os à especialização.

Varejo. Para os varejistas, o gerenciamento de estoque é fundamentalmente uma questão de compra e venda. Compram uma ampla variedade de produtos e assumem risco substancial no processo de comercialização. O risco dos varejistas, quanto aos estoques, pode ser considerado amplo, mas não profundo. Por causa dos altos aluguéis de imóveis, os varejistas dão especial ênfase à rotação ou giro do estoque e à lucratividade direta do produto. A rotação do estoque é calculada como quociente das vendas anuais sobre o estoque médio.

Apesar de os varejistas assumirem riscos com muitos produtos, o risco relacionado a cada produto individualmente não é profundo. O risco é diluído por mais de 10.000 SKU, em supermercados normais. Lojas de descontos que comercializam produtos de consumo, incluindo alimentos, têm freqüentemente mais de 25.000 SKU. Lojas de departamentos podem ter até 50.000 SKU. Confrontados com essa amplitude de estoque, os varejistas tentam reduzir o risco pressionando os fabricantes a assumir níveis de responsabilidade cada vez maiores pelo estoque. Ao empurrar o estoque para trás, no canal de marketing, os varejistas aumentaram suas exigências, para com fabricantes e atacadistas, por entregas menores e mais freqüentes de cargas compostas de diversos produtos. Varejistas especializados, ao contrário dos generalistas, têm menores riscos com a composição de seu estoque porque comercializam linhas de produtos mais estreitas. No entanto, assumem maiores riscos no que diz respeito à profundidade e à duração do estoque.

Se uma empresa planeja operar em mais de um nível do canal de distribuição, deve estar preparada para assumir riscos adicionais de estoque. Cadeias de comercialização de alimentos que operam depósitos regionais, por exemplo, assumem riscos comparáveis aos dos atacadistas, os quais são superiores aos das operações de varejo. À medida que as empresas se tornam integradas verticalmente, o gerenciamento de estoque deve considerar todos os níveis do canal de marketing.

Funções do Estoque

A política de estoques ideal seria aquela decorrente da fabricação de produtos conforme as especificações de clientes, após a colocação de pedidos. Isso é chamado *produção sob encomenda*, e é característico de produtos customizados. Esse sistema não exige a formação de estoque de materiais ou de produtos acabados em antecipação a vendas futuras. Embora um sistema de produção e distribuição sem estoque nem sempre seja possível, é importante considerar que o valor investido em estoque deve ser avaliado em conjunto com outros recursos logísticos, para a obtenção do menor custo total.

Estoque consiste em substancial investimento em ativos e, portanto, deve proporcionar pelo menos algum retorno de capital. Os contadores há muito reconheceram que existem problemas de apuração, já que os demonstrativos de resultados não refletem adequadamente os verdadeiros custos, nem mesmo as vantagens de investimentos em estoque.² A falta de metodologias mais sofisticadas para a apuração dos custos de manter estoques torna difícil avaliar o *trade-offs* entre níveis de serviço, eficiência das operações e níveis de estoque. A maioria das empresas mantém estoque médio que excede suas necessidades normais. Essa afirmação pode ser mais claramente compreendida por meio do exame cuidadoso das quatro principais funções desempenhadas pelos estoques.

Especialização Geográfica. Uma dessas funções é permitir *especialização geográfica* considerando cada unidade operacional. Por causa da demanda por fatores de produção, como energia elétrica, materiais, água e mão-de-obra, a localização mais econômica está freqüentemente longe dos principais mercados. Pneus, baterias, conjuntos de transmissão e molas, por exemplo, são componentes importantes em processos de montagem de automóveis. A tecnologia e o conhecimento especializado para produzir cada um dos componentes citados estão normalmente localizados nas proximidades das fontes dos respectivos materiais, a fim de minimizar custos de transporte. Essa estratégia leva à dispersão geográfica da produção, para que cada componente de automóvel possa ser fabricado da maneira mais econômica. A dispersão geográfica exige transferências de estoque, com o objeti-

2. LAMBERT, Douglas M. *The development of an inventory costing methodology*. Chicago, Ill.: National Council of Physical Distribution Management, 1976. p. 3; e *Inventory carrying cost memorandum 611*. Chicago, Ill.: Drake Sheahan/Stewart Dougall, Inc., 1974.

vo de integrar os componentes durante o estágio de montagem final.

A dispersão geográfica também exige estoques para possibilitar a entrega de sortimentos de produtos aos mercados. Produtos manufaturados em vários locais são reunidos num único depósito e, em seguida, combinados numa única carga composta de diversos produtos. A Procter & Gamble, por exemplo, usa centros de distribuição para combinar produtos de suas divisões de produtos de higiene e limpeza, saúde e alimentos, oferecendo a seus clientes a possibilidade de receber, em um único carregamento, todas as suas necessidades. Esses depósitos são exemplos de dispersão geográfica e de distribuição integrada, tornadas possíveis pela existência de estoque.

A dispersão geográfica permite especialização econômica de unidades de produção e de distribuição das empresas. Quando é adotada a especialização geográfica, o estoque de materiais, os produtos semi-acabados ou componentes e os produtos acabados passam a fazer parte do sistema logístico. Cada local requer um estoque básico. Além disso, o estoque em trânsito é necessário para ligar a produção à distribuição. Embora difíceis de avaliar, as economias proporcionadas pela especialização geográfica podem compensar com folga os aumentos de custo de manutenção de estoque e de transporte.

Estoques Intermediários. Outra função do estoque que possibilita máxima eficiência operacional em unidades de produção é a acumulação de estoque de produtos não acabados entre operações de produção. Permite que cada produto seja fabricado e distribuído em lotes econômicos maiores do que a demanda de mercado. A armazenagem de produtos em antecipação à demanda permite sua distribuição a clientes em grandes quantidades, com menores custos de transporte. Na comercialização, permite que os produtos sejam paulatinamente fabricados e depois vendidos. O uso de estoques intermediários tende a regular o fluxo das operações, amenizando as incertezas. Diferença da especialização geográfica: o estoque intermediário proporciona aumentos de eficiência operacional num único local, enquanto a especialização geográfica considera múltiplos locais. Até certo ponto, os modernos conceitos de competição baseada no tempo, tratados no Capítulo 15, reduziram, sem eliminá-las, as vantagens econômicas de estoques intermediários.

Equilíbrio entre Suprimento e Demanda. Esta função está relacionada com o tempo decorrido entre produção e consumo. A função reguladora do estoque concilia a disponibilidade de materiais e produtos com

a demanda. Os exemplos mais notáveis são a produção sazonal e o consumo durante todo o ano. O caso de laranja é um desses produtos. Um exemplo de produção durante o ano todo e de consumo sazonal é o de cervejas e sorvetes. A função reguladora de estoque concilia os aspectos econômicos de produção com as variações do consumo.

Conciliar gerencialmente os aspectos referentes ao tempo de produção e à demanda envolve difícil problema de planejamento. Quando a demanda se concentra num curto período de tempo, fabricantes, atacadistas e varejistas são forçados a formar estoques muito antes do período crítico de vendas. Na fabricação de móveis de jardim, por exemplo, a produção deve estar em seu auge no início do outono, enquanto as vendas não acontecem antes da primavera ou do verão seguintes. O estoque dos fabricantes chega a seu maior volume entre o início de janeiro e o início de fevereiro e passa a declinar à medida que os móveis são entregues a atacadistas e varejistas. As vendas a varejo iniciam-se na primavera e chegam a seu pico por volta do Dia do Trabalho, no início de maio. Depois do início de julho, o mercado transforma-se de "mercado vendedor" em "mercado comprador". A competição por preço estabelece-se à medida que os varejistas tentam reduzir estoque e eliminar sua manutenção para além da estação. Portanto, do ponto de vista dos varejistas, o estoque para toda a estação de vendas deve ser planejado seis meses antes do pico de vendas. Qualquer tentativa de reabastecer estoque pouco antes do Dia do Trabalho é arriscada.

Os móveis de jardim são um exemplo extremo, mas todos os produtos têm alguma espécie de variação sazonal. A acumulação de estoque permite produção ou consumo em massa, mesmo quando existe sazonalidade. A função reguladora do estoque existe investimento em estoque sazonal, que é formado com a expectativa de saída total dentro da estação.³ O problema crítico do planejamento é determinar a quantidade de estoque que permitirá máximas vendas, sem o risco de arcar com sobras para a estação seguinte.

Gerenciando Incertezas. O *estoque de segurança* (também chamado *estoque regulador*) ameniza variações e/ou incertezas de curto prazo, tanto de demanda, quanto de ressurgimento. São dedicados esforços consideráveis ao planejamento e à determinação do estoque de segurança. Na realidade, a maioria dos excessos de estoque é resultante de mau planejamento.

3. As compras para essa finalidade têm, freqüentemente, o nome de *compras promocionais*.

A necessidade de estoque de segurança decorre de incertezas de vendas futuras e de prazos de ressurgimento. Quando existem incertezas, é necessário proteger os níveis de estoque correntes. De certa maneira, o planejamento de estoque de segurança equivale a um "seguro no processo de compras".

O estoque de segurança protege a empresa contra dois tipos de incertezas. O primeiro é o do excesso de demanda sobre as quantidades projetadas, durante o ciclo das atividades. O segundo tipo envolve tempos de espera no ciclo das atividades. Um exemplo de incerteza de demanda seria pedidos de clientes com quantidades maiores ou menores do que aquelas planejadas. Incertezas no ciclo de atividades decorrem de variações nos tempos de espera no recebimento e no processamento de pedidos ou no transporte.

No Capítulo 9, são apresentadas técnicas estatísticas e matemáticas empregadas no planejamento de estoque de segurança. Neste ponto, é importante saber que a probabilidade da ocorrência e a magnitude de cada tipo de incerteza podem ser estimadas. A finalidade do estoque de segurança é proporcionar certo grau de proteção contra esses dois tipos de incertezas.

Conclusão. As quatro funções do estoque são a especialização geográfica, o estoque intermediário, o equilíbrio entre suprimento e demanda e o gerenciamento de incertezas por meio do estoque de segurança. Essas funções implicam investimento em estoque necessário para que sistemas específicos possam atingir seus objetivos. Uma vez definida a estratégia de produção e de marketing, o estoque planejado e comprometido nas operações só pode ser reduzido dentro de níveis de desempenho condizentes com as referidas quatro funções de estoque. Níveis de estoque que excedem o mínimo necessário representam investimento em excesso.

Em seu nível mínimo, o investimento em estoque de especialização geográfica e em estoque intermediário só pode ser alterado por mudanças de localização de instalações e por modificações de processos operacionais da empresa. O nível mínimo de estoque relativo ao equilíbrio entre suprimento e demanda depende da difícil tarefa de estimar as necessidades sazonais. À medida que se adquire experiência, os estoques necessários para atender a vendas marginais em períodos de alta demanda podem ser projetados com relativa precisão. O planejamento de estoque sazonal pode ser executado com base nessa experiência.

O estoque designado como estoque de segurança é o que tem maior possibilidade de aperfeiçoamento. Sua característica é operacional, podendo ser ajustado

rapidamente em caso de erro ou mudança de política. Há várias técnicas suscetíveis de serem utilizadas em apoio ao planejamento de estoque de segurança. Este capítulo concentra-se em ampla análise de aspectos do estoque de segurança, incluindo a formulação de políticas. À medida que a empresa se torna integrada verticalmente, o estoque deve ser gerenciado em vários níveis do canal de distribuição. O gerenciamento de estoque em vários níveis, característico de empresas integradas verticalmente, é complexo, em face da necessidade de formulação de políticas e controles em múltiplos estágios. Aplicam-se então as mesmas técnicas e os mesmos princípios básicos de gerenciamento de estoque, não importando se se trata de produção, atacado ou varejo, de estágio único ou de estágios escalonados.

Definições de Termos Frequentemente Relacionados a Estoques

Esta seção trata de definições ligadas a formulação de políticas de gerenciamento de estoque. Começa com a definição de termos e relações específicos fundamentais ao entendimento da dinâmica dos estoques. A segunda parte apresenta o perfil "dente de serra", que é característico da relação entre ciclo de atividades e estoque médio.

Política de Estoque. A política de estoque consiste em normas sobre o que comprar ou produzir, quando atrair e quais as quantidades. Inclui também decisões de posicionamento e alocação de estoque em fábricas e centros de distribuição. Algumas empresas podem decidir, por exemplo, postergar a distribuição do estoque mantendo-o em instalações fabris. Outras podem ter uma política mais voltada à especulação,⁴ e decidir manter mais estoque na ponta da cadeia, em centros de distribuição regionais, a fim de tê-lo mais próximo do mercado. A definição da política mais adequada é a questão mais difícil do gerenciamento de estoque.

Outro componente da política de estoque é a estratégia de gerenciamento. Uma alternativa é o gerenciamento de estoque independente em cada centro de distribuição. Na outra ponta, está a alternativa de manter a interdependência de estoque entre todos os

4. Neste contexto, especulação está relacionada com o risco de avançar estoque no canal de distribuição em troca da capacidade de rápida resposta à demanda. Ao avançar estoque no canal em antecipação a vendas, aumenta-se a probabilidade de não se conseguir um casamento perfeito entre quantidades previstas e realizadas. (N.T.)

centros de distribuição com um gerenciamento centralizado. O gerenciamento de estoque centralizado exige maior nível de coordenação e comunicação.

Nível de Serviço ao Cliente. O nível de serviço é um objetivo fixado pela alta administração. Comporta objetivos de desempenho que a função de estoque deve ser capaz de cumprir. O nível de serviço pode ser definido em termos de tempo de ciclo de pedido, de percentagem de quantidades atendidas, ou de qualquer combinação desses objetivos. O ciclo de atividades compreende o período entre a entrega de pedidos pelos clientes e o do recebimento das mercadorias correspondentes. A percentagem de quantidades atendidas é a percentagem de quantidades pedidas que é prontamente expedida de uma só vez. Uma percentagem de 95%, por exemplo, indica que, em média, 95 caixas de cada lote de 100 podem ser expedidas do estoque disponível. As cinco caixas restantes podem ser entregues mais tarde ou ser canceladas. A percentagem de itens de pedido atendido é a percentagem de itens dos pedidos inteiramente atendidos. Cada item de pedido refere-se a um único produto. Um pedido pode ter muitos itens. Quando, por exemplo, é recebido um pedido de cliente de 80 unidades do produto A e 20 unidades do produto B, o pedido é de 100 unidades e contém dois itens. Se há disponibilidade de apenas 75 unidades do produto A e 20 unidades do produto B, a percentagem de unidades atendida é de 95% $[(75 + 20)/(80 + 20)]$ e a percentagem de itens atendida é de 50% (1/2). A percentagem de pedidos atendida é a percentagem de pedidos de clientes que é inteiramente cumprida. No exemplo acima, o pedido não poderia ser inteiramente cumprido, resultando, portanto, em percentagem de pedidos atendida igual a zero.

O gerenciamento de estoque é um fator importante que deve estar integrado ao processo logístico para que os objetivos de serviço sejam alcançados. A tática tradicional para prestar um nível de serviço superior é aumentar os níveis de estoque; todavia, há outras abordagens, que incluem o uso de modalidades mais rápidas de transporte, melhor gerenciamento de informações para reduzir incertezas e fontes alternativas de suprimento. O gerenciamento de estoque desempenha papel preponderante no conjunto de esforços da operação logística necessários para atingir os objetivos de serviço estabelecidos.

Estoque Médio. O estoque médio compreende a quantidade de materiais, componentes, estoque em processo e produtos acabados normalmente mantida em estoque. Ao se definir uma política, o nível de esto-

que adequado deve ser determinado para cada instalação física. O estoque médio é formado pelos seguintes componentes: básico, segurança e trânsito. Cada um desses componentes é tratado a seguir.

Estoque Básico. O estoque básico é a porção do estoque médio que se recompõe pelo processo de ressurgimento. No início de um ciclo de atividades, este estoque está em seu nível máximo. O atendimento diário dos clientes vai reduzindo o estoque até que seu nível chega a zero. Antes disso, porém, é emitido um pedido de ressurgimento, de forma que as mercadorias cheguem antes de ocorrer a exaustão. O pedido de ressurgimento deve ser emitido quando o estoque disponível ainda é maior ou igual à demanda de clientes a atender durante o prazo de ressurgimento, pormenor este que define a quantidade a ser pedida. O estoque médio existente logo após o ressurgimento é chamado *estoque básico*.⁵

Estoque de Segurança. Uma parte do estoque médio é composta pelo estoque de segurança, destinado a armazenar o impacto de incertezas. O estoque de segurança é usado somente no fim dos ciclos de ressurgimento, quando há demanda mais alta do que a esperada ou os períodos de ressurgimento são mais longos. O princípio básico do estoque de segurança é que uma parte do estoque médio deve ser destinada a cobrir variações de curto prazo de demanda e de tempo de ressurgimento. Dada a necessidade de estoque de segurança, o estoque médio é igual à metade da quantidade do pedido de ressurgimento, mais o estoque de segurança.

Estoque em Trânsito. O estoque em trânsito, que é objeto de cuidados especiais, representa o estoque que se encontra em viagem ou aguardando transporte já sobre veículos. Estoque em trânsito é condição necessária no processo de ressurgimento de estoque. Do ponto de vista logístico, o estoque em trânsito introduz dois fatores de complexidade na cadeia de suprimento. O primeiro é o fato de que, muitas vezes, deve ser pago sem que possa estar disponível. O segundo é o fato de o estoque em trânsito estar normalmente associado a alto grau de incerteza, porque muitas vezes os embarcadores não dispõem de informações sobre a localização de veículos e sobre data e hora de sua

5. Considerando apenas o estoque básico, o estoque médio costuma ser normalmente a metade da quantidade pedida no ponto de ressurgimento.

chegada. Embora as comunicações por satélite tenham reduzido um pouco essas incertezas, os expedidores, em geral, ainda têm acesso limitado a essas informações. Atualmente, o estoque em trânsito tem representado uma crescente proporção do estoque total, pela tendência de redução do tamanho dos pedidos, do aumento da frequência dos pedidos e da adoção de estratégias baseadas no tempo (exemplo: *Just in Time*). Grande atenção está sendo dada à redução do estoque em trânsito e das incertezas que ele provoca.

As empresas podem, ou não, ter a propriedade do estoque em trânsito, dependendo das condições de compra. Se a propriedade é transferida no destino, o estoque em trânsito não pertence ao destinatário. Verifica-se o contrário quando a propriedade é transferida na origem da viagem. Quando a transferência de propriedade do estoque em trânsito ocorre na origem da viagem, ele deve ser considerado no cálculo de estoque médio.

Exemplo de Estoque Médio Relativo a Ciclos de Atividades. Ao formular políticas de estoque, as empresas devem determinar as quantidades a serem pedidas e os pontos de ressuprimento. Para exemplificar, assumamos as seguintes condições. Em primeiro lugar, consideremos que o ciclo de ressuprimento seja constante, de 20 dias. Em segundo lugar, consideremos que a média diária de vendas durante o ciclo de ressuprimento seja de 10 unidades. Em terceiro lugar, consideremos que os clientes, quando colocam os pedidos, assumam a propriedade das mercadorias no momento da entrega. Em quarto lugar, consideremos

ainda que a quantidade média dos pedidos de ressuprimento seja de 200 unidades. Embora a inexistência de incertezas neste exemplo reduza seu realismo quanto à complexidade na formulação de políticas, essas hipóteses mostram os princípios básicos de políticas de estoque.

A Figura 8.2 mostra essas relações. É um diagrama chamado “dente de serra” por causa da série de triângulos retos de seu desenho. Como, no exemplo, há total certeza de ressuprimento e uso, as mercadorias pedidas são programadas para chegar no momento de venda da última unidade. Não há estoque além do estoque básico médio. Como a venda diária é de 10 unidades e o ressuprimento demora 20 dias, uma política adequada seria emitir pedidos de ressuprimento para 200 unidades, de 20 em 20 dias. Assim, a terminologia da política de estoque pode ser identificada por meio desse exemplo.

Em primeiro lugar, o ponto de ressuprimento é o momento em que o estoque atinge 200 unidades. Esse ponto é, portanto, o momento em que é emitido um novo pedido ao fornecedor. Neste exemplo, sempre que a quantidade disponível, mais a quantidade do pedido de ressuprimento, cai abaixo de 200 unidades, é emitido outro pedido de ressuprimento de 200 unidades. Como o ponto de ressuprimento gera sempre a mesma quantidade pedida, o nível diário de estoque oscila entre uma quantidade máxima de 200 (quantidade de ressuprimento) e a quantidade zero, durante o ciclo de atividades. Adiante são apresentadas alternativas para o cálculo de quantidades de ressuprimento. Deve notar-se que não é comum que o ressuprimento seja igual à demanda do ciclo de atividades.

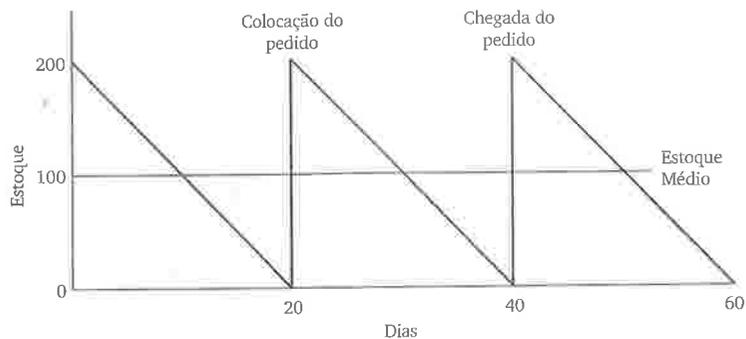


Figura 8.2 Relação de estoque: vendas e ciclo de desempenho constantes.

Em segundo lugar, o estoque médio é de 100 unidades, pois o estoque disponível excede a 100 unidades durante metade do período (10 dias) e é de menos de 100 unidades durante a outra metade. Na realidade, o estoque médio é igual à metade da quantidade do pedido de ressuprimento. Note-se que não está sendo considerado estoque em trânsito.

Em terceiro lugar, considerando-se um ano de 240 dias úteis, serão necessárias 12 compras mensais, no ano. Durante o ano, serão compradas 12 vezes 200 unidades, ou seja, 2.400 unidades. As vendas de 10 unidades diárias, nos 240 dias úteis do ano, igualam 2.400 unidades. Como o estoque médio é de 100 unidades, a rotação do estoque é de 24 vezes (vendas totais de 2.400/estoque médio de 100).

Com o tempo, a rotina das operações pode levar a administração a formular algumas questões. Que aconteceria se os pedidos fossem colocados com mais frequência do que de 20 em 20 dias? Por que não pedir 100 unidades de 10 em 10 dias? Por que não pedir 20 em 20 dias? Por que não pedir 600 unidades de 60 em 60 dias? Considerando que o ciclo de atividades ligado ao estoque continue constante em 20 dias, qual seria o impacto de cada uma dessas alternativas de políticas no ponto de ressuprimento, no estoque básico médio e na rotação do estoque?

A política de pedir uma quantidade menor, de 100 unidades de 10 em 10 dias, significa que haverá sempre dois pedidos por receber. O ponto de ressuprimento continuará sendo de 200 unidades comprometidas, em mãos ou já pedidas, para atender às

vendas médias diárias de 10 unidades durante o ciclo de estoque de 20 dias. No entanto, o estoque médio disponível cai para 50 unidades e a rotação do estoque aumenta para 48 vezes por ano. A política de ressuprimento de 600 unidades, de 60 em 60 dias, resulta em estoque básico médio de 300 unidades e em rotação de estoque de aproximadamente oito vezes por ano. Essas políticas alternativas estão ilustradas na Figura 8.3.

A figura mostra que o estoque médio é função da quantidade de ressuprimento e que quantidades menores permitem estoques médios mais baixos. No entanto, apesar de o exemplo apresentado mostrar que quantidades menores permitem estoques médios mais baixos, há outros fatores, como as incertezas do ciclo de atividades, descontos concedidos por fornecedores e aspectos econômicos de transporte, que devem ser considerados na determinação da melhor política de estoque.

Uma boa política para as quantidades de ressuprimento pode ser estabelecida por meio do cálculo comparativo entre custo de colocação de um pedido e custo de manutenção de estoque médio. O cálculo da quantidade econômica de pedido, ou lote econômico de compra, leva em conta esses dois componentes críticos de custo. Ao dividir a demanda anual prevista pelo lote econômico de compra, obtém-se a frequência dos pedidos, que, em conjunto com o lote de compra, pode reduzir o custo total do estoque. Para calcular o lote econômico de compra, é necessário identificar todos os custos de colocação de um pedido e de manutenção de estoque.

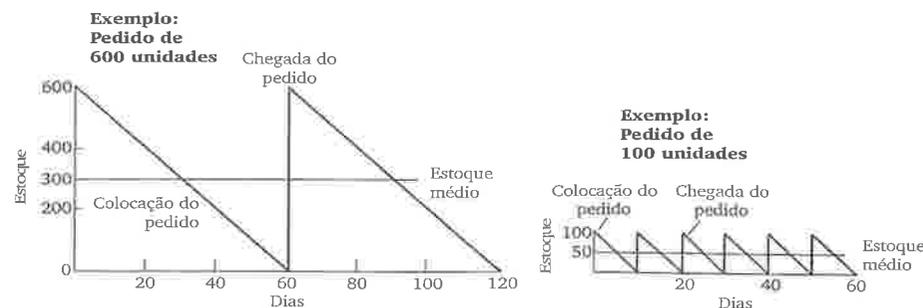


Figura 8.3 Alternativas de quantidades pedidas e estoque médio.

Custo de Manutenção de Estoque

O custo de manutenção de estoque é o custo incorrido para manter o estoque disponível. É um componente importante do custo das operações logísticas. Como foi mencionado no Capítulo 1, a manutenção de estoque representa aproximadamente 37% do custo logístico total, numa indústria média. Esse custo é geralmente calculado multiplicando-se a percentagem do custo de manutenção pelo valor de estoque médio. Assim como a relação entre estoque e ativos totais é mais alta no caso de atacadistas, distribuidores e varejistas, em comparação com empresas industriais, o custo da manutenção de estoque em empresas comerciais também representa uma percentagem maior do custo logístico total.

Esta seção apresenta o custo de manutenção de estoque sob três perspectivas. Primeiramente, é descrito e explicado o cálculo da percentagem no custo de manutenção de estoque. Em segundo lugar, é tratado o impacto desse custo nas finanças das empresas. Finalmente, são feitas considerações sobre a influência que a percentagem de custo de manutenção de estoque pode ter em decisões e em estratégias logísticas.

Determinação da Percentagem de Custo de Manutenção de Estoque. O custo de manutenção de estoque é uma despesa financeira que resulta da multiplicação de uma taxa de manutenção, pelo valor do estoque médio. Considerando, por exemplo, um custo de manutenção de 20%, o custo anual de manutenção de estoque, de uma empresa com \$ 1 milhão de estoque médio, é de \$ 200.000 (20% de \$ 1 milhão). Embora esse cálculo seja extremamente simples, a apuração de percentagem do custo de manutenção de estoque não é simples.

Tabela 8.2 Componentes do custo de manutenção de estoque.

Componente	Média	Faixa
Custo do capital	15,00%	8 – 40%
Impostos	1,00	0,5 – 2
Seguro	0,05	0 – 2
Obsolescência	1,20	0,5 – 2
Armazenamento	2,00	0 – 4
Totais	19,25%	9 – 50% ⁶

6. Os números apresentados na Tabela 8.2 devem ser considerados de efeito explicativo. Nas condições brasileiras são, obviamente, totalmente diferentes. (N.T.)

O cálculo do custo de manutenção de estoque exige julgamento gerencial, estimativas de níveis de estoque médio, apropriação de custos de estoque, e até esforços de mensuração direta. Os itens normalmente incluídos no custo de manutenção de estoque são o capital, prêmios de seguro, obsolescência armazenagem e impostos. O valor final é expresso em percentagem anual que, por sua vez, é multiplicada pelo valor do estoque médio para se chegar ao custo de manutenção de estoque. Quando o cálculo considera um grande número de produtos ou materiais diferentes, são necessárias numerosas análises. O custo do capital investido no estoque médio pode ser facilmente calculado, mas os custos de seguro, obsolescência armazenagem e impostos podem variar, dependendo da natureza de cada produto. Uma vez acertado o valor para cálculo do custo de manutenção de estoque, esse valor deve ser mantido constante para todas as análises do sistema logístico.

Custo de Capital. O aspecto mais controverso do custo de manutenção de estoque é a determinação da taxa de custo mais apropriada a ser aplicada ao capital investido. A experiência de muitas empresas mostra que os valores variam entre a taxa de juros básica (*prime rate*)⁷ e 25%.⁸ O motivo para usar a taxa de juros básica,⁹ ou uma outra taxa praticada no mercado financeiro, é que ela seria uma taxa de oportunidade com que o mercado estaria disposto a remunerar o capital se este não estivesse investido em estoque. Quando são usadas taxas mais altas, estas são aquelas aplicadas no retorno do investimento de todo o capital da empresa. Recursos investidos em estoque perdem seu poder de gerar lucro, restringem a disponibilidade de capital e limitam outros investimentos.

7. A *prime rate* é a taxa básica de juros nos EUA, que é estipulada pelas autoridades monetárias do país.

8. Para uma lista das 13 alternativas usadas para alcançar este valor, ver LAMBERT, Douglas M. *The development of an inventory costing methodology*. Chicago, Ill.: National Council of Physical Distribution Management, 1976. p. 24-25.

9. No Brasil, a taxa de juros básica é a taxa Selic, que tem oscilado entre 18,5% e 20% a.a. (N.T.)

Muitas vezes, pode surgir confusão por falta de definição clara, da alta administração, de uma política referente ao custo do capital a ser uniformemente aplicada no processo de tomada de decisão. O custo do capital deve ser bem avaliado no planejamento logístico, pois tem profundo impacto no projeto do sistema. A Tabela 8.2 mostra as taxas médias e as faixas de custo de capital utilizadas em diversos setores da economia.

Impostos. Algumas regiões dos EUA tributam o estoque como propriedade enquanto está armazenado em instalações de distribuição.¹⁰ A alíquota de imposto e a base de cálculo geralmente diferem de região para região. Normalmente, o imposto é calculado sobre o volume de estoque em determinado dia do ano, ou sobre o estoque médio de determinado período. Algumas regiões não tributam estoque. A Tabela 8.2 contém alíquotas de impostos sobre o valor de estoque.

Seguro. O custo do seguro é normalmente calculado com base em estimativa de risco, ou exposição a risco, em determinado período. Risco e exposição dependem da natureza dos produtos e das instalações de armazenagem. Produtos de grande valor, facilmente sujeitos a roubo, e produtos perigosos, como combustíveis, têm custos de seguro mais elevados. O custo de seguro também depende de características preventivas existentes nas instalações, como câmaras de segurança e sistemas automáticos de extinção de incêndio. A Tabela 8.2 apresenta as percentagens do custo médio e a faixa de custo de seguro normalmente adotadas.

Obsolescência. A obsolescência é a perda de utilidade de um produto armazenado que não está coberto por seguro. Os cálculos desse custo são baseados na experiência passada relativamente a quantidades de produtos que devem ter seus preços rebaixados, e quantidades que devem ser descartadas. O conceito de obsolescência também pode ser ampliado para incluir produtos que se tornam obsoletos pelo modelo. O custo de obsolescência deve ser tratado com cautela e deve ser limitado à perda direta relativa à armazenagem de estoque. Como mostra a Tabela 8.2, os custos de obsolescência devem ser expressos como percentagem do estoque médio.

Armazenagem. O custo de armazenagem é o custo de permanência incorrido com as instalações, sem considerar o custo de manuseio dos produtos. Esse custo deve ser atribuído especificamente aos produtos, pois não tem relação direta com o valor do estoque. Dependendo do tipo do depósito usado (público ou próprio,

10. No Brasil, não existe esse tipo de tributação. (N.T.)

por exemplo), o custo total de armazenagem pode ser direto, ou pode necessitar de apropriação. Em depósitos próprios, a despesa de depreciação anual deve ser apropriada por meio de taxa-padrão por metro quadrado, ou por metro cúbico. O custo da ocupação anual para determinado produto pode ser apropriado multiplicando-se a quantidade de dias em que o espaço físico foi usado pela taxa-padrão diária vigente para o ano. O valor apurado pode então ser dividido pela quantidade total de unidades do produto processado no depósito, para apurar o custo médio de armazenagem por unidade de produto. Em depósitos públicos, os preços do serviço normalmente incluem um componente de armazenagem calculado sobre o valor do estoque no fim de cada mês. Os preços de armazenagem mensais baseiam-se no uso de espaço e são calculados de forma a cobrir os custos fixos das instalações. A Tabela 8,2 mostra cálculos típicos de custos de armazenagem.

Conclusão. A Tabela 8,2 mostra que o custo de manutenção de estoque normal é de aproximadamente 20%, podendo variar entre 9% e 50%, dependendo da política das empresas. Essa percentagem é aplicada sobre o valor médio de cada SKU, depósito e centro de distribuição. Análises de *trade-offs* entre custo de manutenção e outros componentes do custo logístico podem então ser realizadas para determinação de políticas de gerenciamento.

Impactos em Demonstrativos de Resultado. Ao contrário de outros componentes de custos logísticos, como transporte e armazenagem, que são expostos nos demonstrativos de resultado das empresas, o custo de manutenção de estoque não é transparente. A Tabela 8.3 ilustra um demonstrativo de resultados e um balanço patrimonial normais de uma empresa fictícia. Como pode ser visto, enquanto o estoque aparece como um ativo real no balanço, não há menção do custo de manutenção de estoque no demonstrativo de resultado.

O principal componente do custo de manutenção de estoque é o custo do capital investido. Um estoque de \$ 105.000, por exemplo, significa uma falta de capital de \$ 105.000 para outros usos. O valor de \$ 105.000 tem de ser tomado emprestado como capital de giro, ou ser extraído dos lucros acumulados da empresa. No primeiro caso, a empresa arcará com os respectivos encargos financeiros. No segundo caso, a empresa não pode investir o valor em outros projetos.

Embora o custo de manutenção de estoque não apareça diretamente em demonstrativos de resultado,

como outros custos logísticos (de transporte, por exemplo), fica claro, pela exposição, que esse custo tem um impacto significativo na situação econômico-financeira da empresa, por representar um custo importante e real.

Impactos em Decisões e nas Estratégias.

Como pôde ser deduzido pela exposição, há certo arbítrio na determinação da percentagem do custo de

manutenção de estoque das empresas. Algumas empresas adotam percentagens baixas para o custo de manutenção de estoque, como, por exemplo, 12%, sob a alegação de que o custo de oportunidade equivale ao custo financeiro de captação de recursos. Outras empresas adotam percentagens mais altas, até 40%, com o argumento de que o capital investido em estoque deve gerar o mesmo retorno de outros investimentos. O impacto de cada uma dessas abordagens é comentado a seguir.

Tabela 8.3 Exemplo de demonstrativo de resultado e de balanço normais de uma empresa industrial.

Demonstrativo de Resultados		
Vendas		\$ 4.000.000
Custo de mercadoria vendida:		
Estoque inicial de produtos acabados	\$ 500.000	
Custo de produtos fabricados	<u>2.400.000</u>	
Total de produtos acabados para venda	\$ 2.900.000	
Estoque final de produtos acabados	<u>(300.000)</u>	<u>2.600.000</u>
Lucro bruto		\$ 1.400.000
Despesas operacionais:		
Despesas de vendas	\$ 600.000	
Despesas administrativas	<u>300.000</u>	<u>(900.000)</u>
Lucro líquido		<u>\$ 500.000</u>
Balanço		
Ativo circulante:		
Caixa	\$ 120.000	
Contas a receber	300.000	
Estoque de matérias-primas	50.000	
Estoque de produtos acabados	<u>55.000</u>	
Total do ativo circulante		\$ 525.000
Ativo imobilizado:		
Terrenos	\$ 2.500.000	
Edifícios e equipamentos	9.000.000 ¹¹	
Provisão acumulada de depreciação	<u>(4.500.000)</u>	
Total do ativo imobilizado		<u>7.000.000</u>
Total do ativo		<u>\$ 7.525.000</u>
Passivo circulante:		
Contas a pagar		\$ 100.000
Patrimônio líquido:		
Capital	\$ 600.000	
Lucros acumulados	<u>6.825.000</u>	
Total do patrimônio líquido		<u>7.425.000</u>
Total do passivo		<u>\$ 7.525.000</u>

11. No Brasil, não é praticada a acumulação dos valores dos edifícios e dos equipamentos numa mesma conta, pois isto dificulta o controle da depreciação, já que as taxas aplicadas são diferentes: 10% ao ano para equipamentos e 4% ao ano para edifícios. (N.T.)

Uma percentagem de manutenção de estoque relativamente baixa reduz a influência do estoque em decisões que afetam o custo total e torna o custo de transporte relativamente mais importante. Como consequência, as decisões e as estratégias que afetam o custo logístico total tenderiam a minimizar as despesas de transporte com a adoção de mais centros de distribuição, os quais manteriam os produtos mais perto dos mercados. Mais centros de distribuição acarretam mais estoque, ou seja, à medida que aumenta o número de instalações, o estoque de segurança total também aumenta. Portanto, percentagens mais baixas de custo de manutenção de estoque resultam em estratégias que substituem transporte por mais estoque, este relativamente mais barato. Ao contrário, percentagens de custo de manutenção de estoque relativamente mais altas influenciam estratégias logísticas na direção contrária. Tal estratégia levaria à centralização de estoque em menor número de instalações, acarretando maiores distâncias das movimentações, o que, conseqüentemente, aumentaria o custo de transporte.

Concluindo, embora as empresas arbitrem a percentagem de custo de manutenção de estoque a ser adotada, o resultado deve refletir com precisão o componente custo de capital, pois a percentagem de custo de manutenção de estoque influencia de maneira significativa o desempenho econômico da estratégia logística.

PLANEJAMENTO DO ESTOQUE

As seções anteriores trataram do papel do estoque no processo de agregação de valor e apresentaram o custo de manutenção de estoque. Esta seção descreve os parâmetros e procedimentos essenciais do planejamento de estoque. A apresentação concentra-se em três aspectos: quando fazer o pedido de ressuprimento, quanto pedir e definir procedimentos de controle. Esta apresentação considera um único centro de distribuição. Embora os procedimentos sejam os mesmos para vários centros de distribuição, os parâmetros são diferentes, pois a demanda e as condições de ressuprimento diferem em cada local.

Determinação do Ponto de Ressuprimento (Quando Pedir?)

Como foi visto anteriormente, o ponto de ressuprimento determina quando devem ser iniciadas as atividades de ressuprimento. O ponto de ressuprimento, definido por item e por centro de distribuição, pode ser estipulado em unidades ou em dias de suprimento.

Esta explicação concentra-se na determinação de pontos de ressuprimento sob condições de certeza de demanda e de ciclo de atividades. As condições de certeza implicam o conhecimento da magnitude da demanda futura e dos períodos dos ciclos de atividades.

A fórmula básica de ponto de ressuprimento é

$$PR = D \times T$$

em que:

PR = ponto de ressuprimento em unidades de produto

D = demanda diária média

T = duração média do ciclo de atividades

Para ilustrar este cálculo, digamos que a demanda seja de 10 unidades por dia e o ciclo de atividades seja de 20 dias. Neste caso,

$$PR = D \times T$$

$$= 10 \text{ unidades/dia} \times 20 \text{ dias} = 200 \text{ unidades.}$$

A fórmula do ponto de ressuprimento acima apresentada pressupõe que a chegada de ressuprimento acontecerá quando a última unidade de estoque for expedida a um cliente. Essa constitui a abordagem mais adequada quando tanto a demanda como o período do ciclo de atividades são conhecidos. Quando há incertezas, quer quanto à demanda, quer quanto à duração do ciclo de atividades, faz-se necessária a formação de estoque regulador usualmente chamado de estoque de segurança. Este estoque, conforme visto anteriormente, atende à demanda de clientes durante ciclos de atividades mais longos ou quando a demanda média diária é mais alta do que o esperado. Quando o estoque regulador é necessário em vista de condições de incerteza, a fórmula do ponto de ressuprimento é

$$PR = D \times T + ES$$

em que:

PR = ponto de ressuprimento em unidades de produto

D = demanda diária média

T = duração média do ciclo de atividades

ES = estoque regulador em unidades

O cálculo do estoque de segurança sob condições de incerteza é tratado mais adiante neste capítulo.

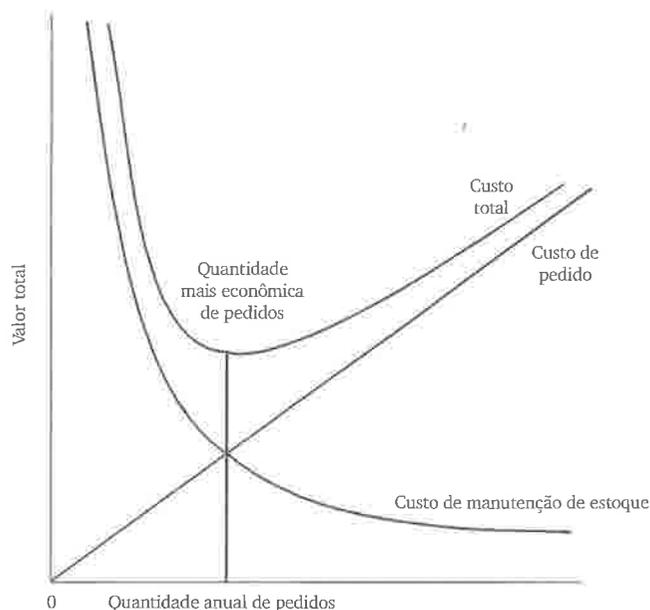


Figura 8.4 Quantidade do lote econômico de compra.

Determinação do Lote de Compra (Quanto Pedir?)

O princípio que rege a determinação de lotes de compra visa ao equilíbrio entre o custo de manutenção de estoque e o custo de emissão e colocação de pedidos a fornecedores. O pormenor mais importante para compreender essa relação é lembrar que o estoque médio é igual à metade da quantidade do pedido de compra. Portanto, quanto maior for a quantidade do pedido de compra, maior será o estoque médio e, conseqüentemente, maior o custo anual de manutenção do estoque. Todavia, quanto maior for a quantidade de pedidos de compra, menos pedidos serão necessários no período planejado e, conseqüentemente, menores serão os custos totais de emissão e colocação de pedidos. Os cálculos relativos à determinação de lotes de compra visam à apuração precisa de quantidades em que a soma dos custos de emitir e colocar pedidos e de manter estoque disponível é a menor possível, para o volume de vendas anual. A Figura 8.4 mostra essas relações básicas. O ponto em que a soma do custo de emissão e colocação de pedidos e do custo de manutenção de estoque é menor representa o custo total mais baixo. Esta explicação cobre os

conceitos básicos relativos à determinação de lotes de compra e identifica seus objetivos fundamentais. Em resumo, os objetivos são identificar a quantidade de pedidos de compra ou o período de colocação de pedidos que minimizam o custo total de manutenção de estoque e de emissão e colocação de pedidos a fornecedores.

Lote Econômico de Compra. O lote econômico de compra – LEC é a quantidade do pedido de ressuprimento que minimiza a soma do custo de manutenção de estoques e de emissão e colocação de pedidos. A apuração da quantidade do lote econômico de compra considera que a demanda e os custos são relativamente estáveis durante o ano inteiro. Como o lote é calculado especificamente para cada produto, a fórmula usada não considera as implicações de pedidos que incluem diferentes produtos. Outras questões relativas ao lote econômico de compra são tratadas mais adiante, neste capítulo.

A maneira mais eficiente para calcular o lote econômico de compra é por meio de uma equação matemática. A política de pedir 100, 200 ou 600 unidades foi tratada no início deste capítulo. A resposta pode ser

encontrada aplicando-se a fórmula de cálculo de lote econômico de compra adequada a essa situação. A Tabela 8.4 contém os dados necessários para esse cálculo.

$$LEC = \sqrt{\frac{2 C_o D}{C_i U}}$$

em que:

- LEC = lote econômico de compra
- C_o = custo de emitir e colocar um pedido
- C_i = custo anual de manutenção de estoque
- D = volume anual de vendas, em unidades
- U = custo por unidade

Entrando com os dados da Tabela 8.4,

$$LEC = \sqrt{\frac{2 \times 19 \times 2.400}{0,20 \times 5}} = \sqrt{91.200} = 302 \text{ (300, arredondado).}$$

O custo de emissão e colocação de um pedido é de \$ 152 ($2.400/300 \times \$ 19$) e o custo de manutenção do estoque é de \$ 150 [$300/2 \times (5 \times 0,20)$]. Dessa forma, foi apurado o custo unitário anual de emissão e colocação de pedidos e o custo de manutenção de estoque, após arredondamento para múltiplos de 100 unidades.

Neste caso, portanto, para auferir a vantagem de compras mais econômicas, os pedidos devem ser feitos para 300 unidades, e não para 100, 200 ou 600. Seriam colocados, ao longo do ano, oito pedidos e o estoque médio seria de 150 unidades. Um lote econômico de compra de 300 unidades implica a adoção de um estoque adicional no sistema, na forma de um estoque básico, já que o estoque médio aumenta de 100 para 150 unidades disponíveis.

A fórmula de lote econômico de compra apura a quantidade ótima de ressuprimento, mas considera algumas hipóteses que restringem sua aplicação. Essas

hipóteses são: (1) atendimento de toda demanda; (2) taxa de demanda conhecida, constante e contínua; (3) períodos de ciclo de atividades e de ressuprimento conhecidos e constantes; (4) preço constante do produto, independentemente da época e da quantidade do pedido (ou seja, não são levados em conta descontos relativos à quantidade de compra e transporte); (5) horizonte de planejamento infinito; (6) ausência de interação com outros itens de estoque; (7) inexistência de estoque em trânsito; e (8) disponibilidade ilimitada de capital. As restrições impostas por algumas dessas hipóteses podem ser suplantadas mediante cálculos complementares, os quais são tratados a seguir. Contudo, o conceito de lote econômico de compra demonstra a importância de análises de *trade-off* entre custos de manutenção de estoque e custos de emissão de pedidos para ressuprimento.

O entendimento das interações entre ciclo de atividades de estoque, custo de manutenção de estoque e lote econômico de compra é útil para orientar o planejamento de estoque. Em primeiro lugar, o lote econômico de compra situa-se no ponto em que o custo anual de colocação de pedidos e o custo de manutenção de estoque são iguais. Em segundo lugar, o estoque básico é metade da quantidade do pedido. Em terceiro lugar, o valor unitário de estoque, com as demais variáveis permanecendo constantes, tem relação direta com a duração do ciclo de atividades: na realidade, quanto mais alto for o valor, com mais freqüência são feitos pedidos de ressuprimento.

Implicações do Lote Econômico de Compra.

Embora a fórmula de cálculo do lote econômico de compra seja relativamente clara, há alguns outros fatores que devem ser considerados em sua aplicação. Os problemas mais freqüentes são relativos aos ajustes necessários para tirar vantagem de situações especiais de compra e de consolidação de cargas. Os três ajustes mais comuns são de descontos de taxas de frete por quantidade transportada, descontos por quantidade na compra e ajustes especiais. Cada uma dessas categorias é comentada a seguir.

Tabela 8.4 Fatores para determinação do lote econômico de compra.

Volume de demanda anual	2.400 unidades
Custo unitário	\$ 5,00
Percentagem de custo de manutenção de estoque	20% ao ano
Custo de emissão e colocação de pedido	\$ 19,00 por pedido

Tabela 8.5 Dados a serem considerados para economia de transporte.

Volume de demanda anual	2.400 unidades
Custo unitário	\$ 5,00
Porcentagem de custo de manutenção de estoque	20% ao ano
Custo de emissão e colocação de pedidos	\$ 19,00 por pedido
Taxa de frete para pequenas cargas	\$ 1,00 por unidade
Taxa de frete para grandes cargas	\$ 0,75 por unidade

Taxas de Fretes por Quantidade Transportada.

Na fórmula de lote econômico de compra, anteriormente apresentada, não foi dada atenção a impactos no custo do transporte, das quantidades dos pedidos. Quando os produtos são comprados para entrega no destino e o fornecedor assume o custo de transporte, a omissão dessa relação pode ser justificada. Nesse caso, o fornecedor é responsável pela carga até sua chegada ao local designado pelo comprador. Quando, porém, a propriedade da carga é transferida na origem da viagem, os impactos das taxas de frete devem ser considerados na determinação das quantidades dos pedidos.

Geralmente, quanto maior é o peso da carga do pedido, menor é o custo de transporte por quilograma. Descontos nas taxas de frete para cargas maiores são comuns tanto no transporte rodoviário como no transporte ferroviário. Tais descontos fazem parte da maioria das estruturas de taxas de frete. É natural que as empresas desejem efetuar compras que minimizem o custo de transporte, se todos os outros fatores se mantiverem inalterados. As quantidades podem ser maiores do que aquelas apuradas pela fórmula do lote econômico de compra. O aumento da quantidade de um pedido tem dois efeitos sobre o custo de estoque. Para ilustrar, assumamos que a melhor taxa de frete é obtida quando o pedido é de 480 unidades, em vez das 300 unidades apuradas há pouco.¹² O primeiro efeito desse pedido maior é o aumento do estoque básico médio de 150 para 240 unidades. Assim, pedidos maiores aumentam o custo de manutenção de estoque.

O segundo efeito é uma redução da quantidade de pedidos necessária. A menor quantidade de pedidos aumenta o volume das cargas, o qual, por seu turno, proporciona taxas de frete mais baixas.

A análise deve ser completada com a apuração do custo total, com a economia obtida no transporte e sem ela. O cálculo das duas condições pode ser feito

12. Para cálculo de frete, as quantidades devem ser convertidas para peso.

mediante ajuste da fórmula de apuração do lote econômico de compra; no entanto, é a análise comparativa que proporciona entendimento mais abrangente da situação. Os únicos dados adicionais necessários são as taxas de frete aplicáveis aos pedidos de 300 e de 480 unidades. A Tabela 8.5 mostra os dados necessários para complementar a análise.

A Tabela 8.6 mostra a análise de custo total. Considerando a possibilidade de economia de transporte com a compra de maiores quantidades, o custo total anual com a compra de 480 unidades cinco vezes por ano, em vez de 300 unidades compradas oito vezes por ano, calculadas pela fórmula de lote econômico de compra, resulta em uma economia de aproximadamente \$ 570.

O impacto dos descontos por quantidade nas taxas de frete, no custo total de aquisição, não pode ser negligenciado. No exemplo acima, o frete unitário caiu de \$ 1,00 para \$ 0,75, ou seja, 25%. A variação do custo unitário entre carga fracionada e carga completa, considerando pesos mínimos, pode exceder esses 25%. Portanto, deve ser feita uma análise do custo de transporte, considerando uma série de alternativas de pesos, para se chegar ao lote econômico de compra, caso o transporte seja de responsabilidade do comprador.

Uma outra observação que pode ser feita a partir dos dados da Tabela 8.6 é o fato de que alterações substanciais de tamanho de pedido, bem como da quantidade anual de pedidos, resultam apenas em pequenas alterações dos custos totais de manutenção de estoque e de emissão e colocação de pedido. A quantidade do lote econômico de compra, de 300 unidades, tem um custo total anual de \$ 302, enquanto a quantidade da segunda alternativa tem um custo de \$ 335. Os cálculos relativos a lotes econômicos de compra são muito mais sensíveis a mudanças importantes do ciclo de atividades e da frequência dos pedidos. Alterações importantes nos fatores de custo também afetam significativamente os lotes econômicos de compra.

Tabela 8.6 Lote econômico de compra modificado em razão da quantidade transportada.

	Alternativa 1 $q_e = 300$	Alternativa 2 $q_e = 480$
Custo de manutenção de estoque	\$ 150	\$ 240
Custo de emissão e colocação de pedidos	152	95
Frete	<u>2.400</u>	<u>1.800</u>
Custo total	\$ 2.702	\$ 2.135

Tabela 8.7 Descontos por quantidade.

Custo	Quantidade pedida
\$ 5,00	1-99
4,50	100-200
4,00	201-300
3,50	301-400
3,00	401-500

Finalmente, é importante citar dois fatores ligados ao custo de estoque, quando a propriedade é assumida no ponto de origem. (Propriedade assumida no ponto de origem significa que o comprador arca com o frete e é responsável pelos riscos do transporte enquanto a mercadoria está em trânsito.) O primeiro fator é o fato de o comprador assumir responsabilidade total pelos riscos da mercadoria no momento de sua saída das instalações do fornecedor. Dependendo do prazo para pagamento, isso pode significar que a mercadoria em trânsito faz parte do estoque médio da empresa e, portanto, está sujeita a uma apropriação de custo.¹³ Disso decorre que, numa análise de custo total, devem ser avaliadas alternativas de métodos de carregamento, que implicam tempos de trânsito diferentes.

O segundo fator é o princípio de que o custo de transporte deve ser adicionado ao preço de compra para cálculo correto do valor investido em estoque. No momento do recebimento, o valor investido nos produtos deve ser adicionado das despesas de transporte. O custo de manutenção de estoque deve então ser calculado incluindo o custo de transporte.

Descontos por Quantidade na Compra. Descontos por quantidade representam uma implicação análoga à redução da taxa de frete em função do ta-

13. Nessa situação, o custo do capital investido em estoque deve ser adequadamente apropriado, se o pagamento ocorre no ato da expedição da mercadoria.

manho da carga. A Tabela 8.7 ilustra um exemplo de um esquema de descontos. Descontos por quantidade podem ser tratados diretamente na fórmula básica do lote econômico de compra, considerando-se o preço pertinente à quantidade. Se o desconto pertinente a uma quantidade é suficiente para compensar o custo adicional de manutenção de estoque, menos a redução no custo de emissão e colocação de pedido, então o desconto oferece uma alternativa viável. Deve ser notado que descontos por quantidade e redução de taxa de frete em função do tamanho da carga favorecem a compra de quantidades maiores. No entanto, isso não significa necessariamente que a compra mais econômica será sempre aquela de quantidade maior do que o lote econômico de compra.

Outros Ajustes do Lote Econômico de Compra.

Podem ocorrer várias situações especiais que exigem ajustes do lote econômico de compra. São exemplos dessas situações especiais (1) os lotes de produção, (2) as compras de múltiplos itens, (3) as limitações de capital e (4) o transporte privado. O lote de produção é a quantidade econômica do ponto de vista de fabricação. A compra de múltiplos itens ocorre quando vários itens são adquiridos com um único pedido, de forma a aproveitar descontos por quantidades e em razão de cargas maiores. A limitação de capital deriva de limitações orçamentárias para investimento em estoque. Como a linha de produtos em estoque deve limitar-se a valores orçados, os pedidos têm que conter quantida-

des que mantenham um investimento equilibrado em toda a linha de produtos. O transporte próprio afeta as quantidades de pedido, pois tem um custo fixo a ser levado em conta. No uso de transporte próprio para reposição de estoque, os caminhões devem ter carga completa, desconsiderando-se o lote econômico de compra. Não faz sentido usar a capacidade de um caminhão pela metade simplesmente porque a carga representa o lote econômico de compra.

Outro fator a considerar ao definir a quantidade de pedido é a unitização de carga. Muitos produtos são armazenados e manuseados em unidades padronizadas, como caixas e paletes. Como essas unidades padronizadas são projetadas para veículos de transporte e de manuseio, pode haver sensíveis vantagens quando um lote econômico de compra não é múltiplo dessas unidades. Suponhamos, por exemplo, que um palete pode conter 200 unidades de determinado produto. Um lote econômico de compra de 300 unidades representaria um palete e meio. Do ponto de vista do transporte e do manuseio, é provavelmente melhor pedir um palete ou dois, de maneira alternada ou não. Unidades de embalagem padronizadas devem ser consideradas em quantidades múltiplas, ao ser determinado o lote econômico de compra. O Capítulo 14 trata mais detalhadamente da unitização de cargas e de suas vantagens estratégicas.

Embora a consolidação em lotes econômicos de compra padronizados seja importante, seu papel está diminuindo à medida que os embarcadores têm viabilizado a unitização mista e os paletes mistos. Unidades ou paletes mistos contêm combinações de produtos e são destinados a proporcionar um sortimento variado com base em economias de transporte e de manuseio.

Determinação de Lote Discreto. Nem todas as situações de ressurgimento requerem reposição de estoque em ritmo uniforme, como é o caso do cálculo do lote econômico de compra. Em muitas situações na área de produção, a demanda de determinados componentes tende a ocorrer em intervalos irregulares e em quantidades variadas. A natureza irregular dessa demanda é consequência de ela ser dependente da programação de produção. Tornam-se os componentes disponíveis no momento em que a produção deles necessita. Nos intervalos, não existe necessidade de manter componentes em estoque, desde que eles possam estar disponíveis quando necessário. Componentes que têm demanda dependente exigem uma abordagem diferente para determinar quantidades de ressurgimento. Tal abordagem tem o nome de *cálculo de lote discreto*. O vocábulo discreto significa que o objetivo da administração

de suprimento é obter uma quantidade de componentes igual à necessidade líquida em determinado momento. Como a necessidade de componentes varia, as quantidades das compras determinadas em lotes discretos variam de pedido para pedido. Existem várias técnicas para o cálculo de lotes discretos de compra. A seguir, são apresentadas as opções: (1) de determinação lote por lote, (2) determinação de quantidade de pedido periódico e (3) de determinação de lote por meio de séries temporais.

Determinação Lote por Lote. A forma mais simples de calcular um pedido de lote discreto é planejar as compras para atender à necessidade líquida de um dado período. Na *determinação lote por lote* não é levado em conta o custo de emissão e colocação de pedido. Num certo sentido, esta técnica é exclusivamente aplicável a situações de demanda dependente, pois não são levadas em conta vantagens econômicas ligadas ao custo de emissão e colocação de pedidos. A quantidade do pedido coincide exatamente com a quantidade necessária à produção. Esta técnica é freqüentemente usada quando o item comprado é de baixo preço e a quantidade necessária é pequena e irregular. A técnica de determinação lote por lote é freqüentemente utilizada com transmissão eletrônica de pedido e transporte especial, visando reduzir o tempo de processamento e de entrega.

Determinação de Quantidade de Pedido Periódico. A *quantidade de pedido periódico* baseia-se na lógica do lote econômico de compra. A utilização desta técnica considera que são realizados três estágios para a efetivação da compra de componentes. Primeiramente é apurado o lote econômico de compra. Em seguida, a quantidade do lote econômico de compra é dividida em parcelas de consumo previstas para uso durante o ano, que, por seu turno, determinam a freqüência de pedido. Por último, o número de pedidos é distribuído em períodos de conveniência (52 semanas ou 12 meses) para definir as quantidades de compras de cada período.

Para exemplificar, será usado o lote econômico de compra de 300 unidades e a previsão de 2.400 unidades anteriormente referidas. Considerando 12 períodos em um ano, o cálculo seria como segue:

$$\begin{aligned} \text{Lote econômico de compra (LEC)} &= 300 \text{ unidades} \\ \text{Previsão} &= 2.400 \text{ unidades} \\ \text{Pedidos por ano} &= \frac{2.400}{300} = 8 \\ \text{Intervalo entre pedidos} &= \frac{12}{8} = 1,5 \text{ mês} \end{aligned}$$

Neste exemplo, os pedidos devem ser colocados de seis em seis semanas. A quantidade normal de pedido é de 300 unidades, a menos que o consumo desvie-se da quantidade planejada e seja necessária uma "aceleração" ou um pedido de ressurgimento menor.

A principal vantagem de utilizar quantidade de pedido periódico é que essa abordagem considera o custo de manutenção de estoque, levando a sua redução. Sua desvantagem é que, similarmente ao lote econômico de compra, a quantidade de pedido periódico exige demanda estável para ser aplicável.

Determinação de Lote por meio de Séries Temporais. O objetivo fundamental da determinação de lote por meio de séries temporais é combinar a necessidade de vários períodos para conseguir uma lógica de compras. É uma abordagem dinâmica porque as quantidades dos pedidos são ajustadas para atender às estimativas das necessidades correntes. O contraste com o lote econômico de compra-padrão é que este permanece estático; uma vez computada a quantidade do pedido, ela permanece inalterada para todo o horizonte de planejamento da demanda.

A chave para a determinação dinâmica do lote é o fato de que as necessidades são expressas em quantidades variadas ao longo do período de tempo, e não em parcelas diárias ou semanais iguais, como ocorre com o lote econômico de compra. Em situações em que há variações substanciais de consumo, as quantidades fixas por pedido são substituídas por um sistema de dimensionamento que apura o lote econômico em condições de consumo variável e intermitente. Três técnicas são amplamente tratadas na literatura especializada, as quais são sucintamente apresentadas a seguir: menor custo unitário, menor custo total e equilíbrio por período parcial.

A técnica de *menor custo unitário* visa apurar uma combinação de necessidades durante vários períodos que resulte no menor custo por SKU. Começando com as necessidades líquidas do primeiro período, são avaliadas as necessidades de cada período seguinte, com a finalidade de determinar uma combinação de quantidades, para os vários períodos, com o menor custo unitário possível. Essa técnica apura as necessidades de compra incrementais em termos de semanas de suprimento, no futuro. Na primeira semana, é considerado o suprimento para uma semana. Em seguida, considera-se a adição da segunda semana. O custo unitário – incluindo descontos por quantidade, custo de emissão e colocação de pedido, custo de manutenção de estoque e custo de transporte – é apurado para cada opção. Embora os descontos por quantidade, o custo de emissão e colocação de pedido e o custo de trans-

porte favoreçam o declínio do custo médio com a adição de mais períodos, o custo de manutenção de estoque aumenta precisamente com essa adição, por causa dos estoques adicionais. As quantidades dos pedidos e sua freqüência variam sensivelmente com essa técnica. Ela proporciona uma forma de contornar as características estáticas do lote econômico de compra e da quantidade de pedidos periódicos, mas pode acarretar grandes variações de custo entre os períodos.

A técnica de *menor custo total* apura as quantidades que minimizam o custo total para períodos sucessivos. O menor custo total, que é o equilíbrio entre o custo de emissão e colocação dos pedidos e o custo de manutenção de estoque, é similar, em objetivo, ao lote econômico de compra. A diferença fundamental é que o intervalo entre pedidos varia, para alcançar o menor custo total. O cálculo baseia-se na razão entre custo de emissão e colocação dos pedidos e custo de manutenção de estoque (C_p/C_e), chamada *período parcial econômico*. A técnica de período parcial econômico apura as quantidades de componentes que, se mantidos em estoque por um período completo, teriam um custo de manutenção de estoque igual ao custo de emissão e colocação de pedido. A técnica de menor custo total apura quantidades e intervalos de pedido que mais se aproximam do período parcial econômico. As quantidades de pedido mantêm-se razoavelmente uniformes; contudo, ocorrem diferenças substanciais de duração dos períodos entre as colocações de pedido. A técnica de menor custo total contorna a deficiência do menor custo unitário de não considerar compensações durante o período de planejamento considerado.

O *equilíbrio por período parcial* é uma forma modificada da técnica de menor custo total, pois inclui uma rotina especial de ajuste chamada "olhar para a frente/olhar para trás". A principal vantagem dessa característica é que o período de planejamento é ampliado para mais do que um ponto de emissão de pedido, visando compensar altas e baixas de consumo, ao calcular as quantidades de pedidos. São feitos ajustes, no momento ou nas quantidades de pedido, sempre que a avaliação retrospectiva (para trás) ou prospectiva (para frente) de necessidades de pedido indicar que são vantajosas alterações do período parcial econômico. O procedimento normal é, primeiramente, apreciar períodos à frente, visando verificar se mais tempo aproximaria a quantidade do período parcial econômico. O procedimento de "olhar para trás" é usado quando o procedimento de "olhar para a frente" confirma a quantidade do pedido. Nesse caso, o procedimento de "olhar para trás" identifica um pedido futuro (o qual, sob o prisma de período parcial econômico, seria normalmente pro-

gramado para entrega no quarto período) que poderia ser antecipado caso resultasse em menor custo total. A vantagem do procedimento de “olhar para a frente/olhar para trás” é que ele transforma o princípio do período parcial econômico em uma revisão de múltiplos períodos.

Conclusão. Os vários métodos de dimensionamento de lote discreto procuram evitar hipóteses de utilização uniforme, característica da apuração normal de lote econômico de compra. Enquanto a técnica de apuração de lote econômico de compra resulta em quantidades uniformes a serem adquiridas a intervalos fixos ou variáveis, as técnicas de determinação de lote discreto visam a maior flexibilidade para atender a consumos irregulares. Todas as técnicas tratadas neste capítulo têm tido variados graus de sucesso.

INCERTEZAS

Embora as considerações básicas sobre os estoques sejam facilitadas quando tratadas sob condições de certeza, a formulação de políticas de estoque deve realisticamente levar em conta as incertezas. Por isso, é importante assinalar que uma das principais funções do gerenciamento de estoque é evitar ocorrências de faltas.

Como foi mencionado no início deste capítulo, há dois tipos de incertezas que têm influência direta nas políticas de estoque. O primeiro tipo diz respeito às incertezas da demanda, as quais dão origem a flutuações nas quantidades de vendas durante o ciclo de atividades. O segundo tipo abrange incertezas relacionadas com

a duração do ciclo de atividades, as quais dão origem a variações no ciclo de ressuprimento de estoque. Inicialmente, a seguir, as incertezas de demanda são consideradas no cálculo de níveis de estoque de segurança em condições de ressuprimento constante. Em seguida, os dois tipos de incertezas são tratados simultaneamente.

Incetezas de Demanda

As previsões de vendas estimam quantidades envolvidas no ciclo de atividades relacionado com o estoque. Mesmo quando bem elaboradas, a demanda durante o ciclo de ressuprimento freqüentemente excede ou não alcança o previsto. Para evitar falta de estoque quando a demanda excede as previsões, é adicionado o estoque de segurança. Sob condições de incerteza da demanda, o estoque médio é dimensionado como metade da quantidade do pedido mais o estoque de segurança. A Figura 8.5 mostra o ciclo de atividades de estoque sob condições de incerteza da demanda. A linha pontilhada identifica a previsão. Sob condições de certeza de demanda, o ressuprimento é projetado para chegar no momento em que a última unidade de produto é enviada ao cliente. A linha contínua mostra o estoque existente na passagem de um ciclo de atividades para outro, quando existe incerteza de demanda. O planejamento do estoque de segurança tem três estágios. Primeiramente, deve ser avaliada a possibilidade da ocorrência de falta de estoque. Em seguida, deve ser estimado o potencial de demanda durante os possíveis períodos de falta de estoque. Por último, é necessário adotar uma política com respeito ao grau de proteção a ser introduzido no sistema.

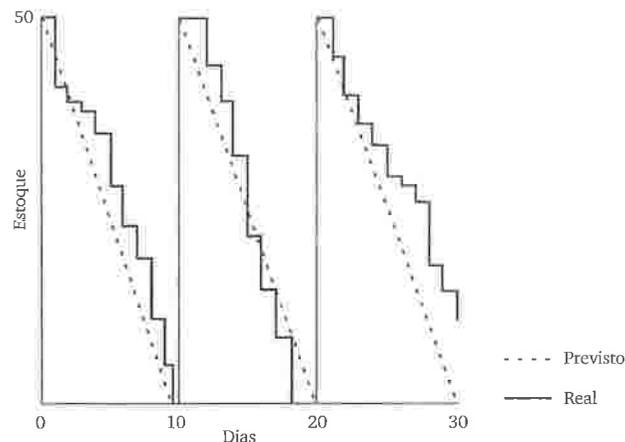


Figura 8.5 Relação do estoque com incerteza de demanda e ciclo de atividades constante.

Tabela 8.8 Demanda durante três ciclos de ressuprimento de estoque.

Projeção ciclo 1			Falta de estoque ciclo 2			Sobra de estoque ciclo 3		
Dia	Demanda	Acum.	Dia	Demanda	Acum.	Dia	Demanda	Acum.
1	9	9	11	0	0	21	5	5
2	2	11	12	6	6	22	5	10
3	1	12	13	5	11	23	4	14
4	3	15	14	7	18	24	3	17
5	7	22	15	10	28	25	4	21
6	5	27	16	7	35	26	1	22
7	4	31	17	6	41	27	2	24
8	8	39	18	9	50	28	8	32
9	6	45	19	Falta	50	29	3	35
10	5	50	20	Falta	50	30	4	39

Para ilustrar, assumamos que o ciclo de atividades de estoque seja de 10 dias e que a experiência indique que as vendas diárias se situem entre 0 e 10 unidades, com média diária de cinco unidades. Suponhamos que o lote econômico de compra seja de 50 unidades, o ponto de ressuprimento de 50 unidades, o estoque médio projetado de 25 unidades e as vendas estimadas sejam de 50 unidades durante o ciclo de atividades de estoque.

A Figura 8.5 mostra o histórico de vendas reais considerando três ciclos de atividade de estoque consecutivos. Durante o primeiro ciclo, embora a demanda tenha variado, foi mantida a média diária de cinco unidades. A demanda total no primeiro ciclo foi de 50 unidades, como era esperado. No segundo ciclo, a demanda totalizou 50 unidades nos primeiros oito dias, provocando falta de estoque. Nesse período, não foi possível atender às vendas nos dias 9 e 10. Durante o terceiro ciclo, a demanda atingiu 39 unidades. O ter-

ceiro ciclo de atividades de estoque terminou com um saldo de estoque de 11 unidades. No período de 30 dias, as vendas totais foram de 139 unidades, com uma média diária de 4,6 unidades.

Com base nos dados mostrados na Tabela 8.8 pode-se notar que as faltas de estoque ocorreram em 2 dos 30 dias. Como as vendas nunca excederam 10 unidades diárias, não houve possibilidade de ocorrerem faltas de estoque nos primeiros cinco dias do ciclo. Poderiam ocorrer faltas entre os dias 6 e 10, em virtude de a remota possibilidade da demanda, durante os primeiros cinco dias do ciclo, ser, em média, de 10 unidades diárias e nenhum estoque ter sobrado das vendas anteriores. Como apenas numa única ocasião, durante os três ciclos, foram vendidas 10 unidades, fica patenteado que o risco real de falta de estoque só se manifestou nos últimos dias do ciclo, e somente quando as vendas excederam substancialmente a média.¹⁴

Tabela 8.9 Freqüência de demanda.

Demanda diária	Freqüência (dias)	Demanda diária	Freqüência (dias)
Falta de estoque	2	Cinco unidades	5
Zero	1	Seis unidades	3
Uma unidade	2	Sete unidades	3
Duas unidades	2	Oito unidades	2
Três unidades	3	Nove unidades	2
Quatro unidades	4	Dez unidades	1

14. Nesse exemplo, são usadas estatísticas diárias. Uma alternativa, tecnicamente mais correta do ponto de vista estatístico, é usar a demanda de ciclos inteiros. A principal limitação para utilizar ciclos de pedido é sua duração e a dificuldade de coletar os dados necessários.

Também é possível considerar que poderiam ter ocorrido vendas se existisse estoque nos dias 9 e 10 do ciclo 2. Nesse caso, 20 unidades, no máximo, teriam sido vendidas se houvesse disponibilidade de estoque. Por outro lado, seria remotamente possível que, mesmo com disponibilidade de estoque, não houvesse demanda nos dias 9 e 10. Uma estimativa razoável de vendas perdidas seria de 8 a 10 unidades, com base numa média diária de 4 a 5 unidades.

Deve ser salientado que o risco de falta de estoque motivada por variações de vendas é limitado a curtos períodos, e que a falta representa uma pequena porcentagem do total de vendas. Em tal caso, devem ser tomadas precauções para que não haja perda de vendas, evitando-se o risco de possível deterioração do relacionamento com clientes. A análise apresentada na Tabela 8.8 ajuda a entender o problema mas não deixa claro o tipo de decisão a ser tomada. Para isso, podem ser utilizados conceitos de probabilidade para ajudar a determinar o estoque de segurança sob essas condições de incerteza.

A fim de proporcionar entendimento desse tipo de análise, são apresentadas a seguir técnicas estatísticas aplicadas a problemas de incerteza de demanda.

A Tabela 8.9 apresenta a distribuição de frequência das vendas no período de 30 dias. A finalidade principal da distribuição de frequência é possibilitar a observação de variações em relação à demanda média diária.

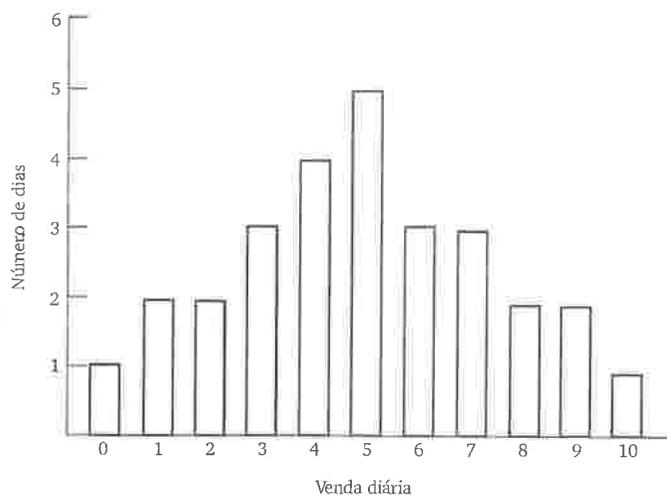


Figura 8.6 Análise da demanda histórica.

Considerando a média de vendas diária de cinco unidades, a demanda tanto excedeu a média em 11 dias, quanto foi menor em 12 dias. Uma forma alternativa de mostrar a distribuição de frequência é por meio do gráfico de barras, como mostra a Figura 8.6.

Determinada a frequência histórica da demanda, é possível calcular com exatidão o estoque de segurança necessário para atender a determinado grau de proteção. A teoria da probabilidade baseia-se na característica aleatória de uma ocorrência manifestar-se, no seio de uma grande quantidade de ocorrências. Na situação mostrada, a frequência de ocorrências é de 28 dias. Embora, na prática, sejam desejáveis mais de 28 eventos, essa limitada amostra ilustra a teoria da probabilidade aplicada na determinação de estoque de segurança.

A probabilidade de ocorrências ganha um perfil em torno de uma tendência central, que é o valor médio de todas as ocorrências. Existe uma razoável quantidade de tipos de distribuições de frequência para fins de controle de estoque, mas a mais simples é a *distribuição normal*.

A distribuição normal caracteriza-se por uma curva simétrica em forma de “sino”, mostrada na Figura 8.7. A característica essencial de uma distribuição normal é o fato de que as três dimensões da tendência central são idênticas. O valor médio, a mediana e a moda (valor de maior frequência) são o mesmo número. À medida que essas três dimensões são as mesmas, ou quase idênticas, a distribuição de frequência é considerada normal.

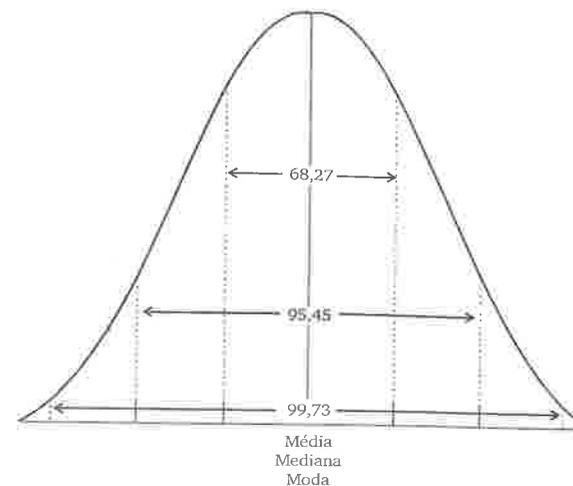


Figura 8.7 Distribuição normal.

A técnica de previsão com o auxílio da distribuição normal baseia-se no desvio-padrão das observações em torno das medidas de tendência central. O *desvio-padrão* é uma medida de dispersão de eventos dentro de áreas específicas sob a curva normal. Na administração de estoque, os eventos são as quantidades de vendas diárias e a dispersão é a variação dos níveis diários de vendas. Considerando ± 1 como desvio-padrão ao redor da média, ocorrem 68,27% dos eventos. Isso significa que 68,27% dos dias terão vendas diárias que se enquadram dentro do intervalo de ± 1 de desvio-padrão das vendas médias diárias. Com um desvio-padrão de ± 2 , ocorrem 95,45% de todos os eventos. Com o desvio-padrão de ± 3 , ficam incluídos 99,73% de todos os eventos. Em termos de política de estoque, o desvio-padrão é um meio de calcular o estoque de segurança necessário para obter um nível desejado de proteção, acima da demanda média. A fórmula do desvio-padrão é:

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

em que:

- σ = desvio-padrão
- F_i = frequência do evento i
- D_i = desvio do evento da média para o evento i
- n = total de eventos observado

Os dados necessários para determinar o desvio-padrão encontram-se na Tabela 8.10.

Usando os dados já considerados na fórmula,

$$\sigma = \sqrt{\frac{181}{28}} = \sqrt{6,46} = 2,54.$$

Na impossibilidade de se fazer adições ao estoque que não sejam em unidades inteiras, o desvio-padrão dos dados na Tabela 8.10 foi arredondado para três unidades. Estoques de segurança equivalentes a dois desvios-padrões, como proteção, ou seis unidades, dariam cobertura para 95,45% de todos os eventos incluídos na distribuição de frequência. O único motivo de preocupação é a probabilidade de eventos que excedem o valor médio. Não existe problema de cobertura de estoque para situações em que a demanda é igual ou menor do que a média. Assim, não é necessário estoque de segurança em 50% dos dias. O estoque de segurança para um nível de proteção de 95%, na realidade, protege contra 97,72% dos eventos. Essa vantagem adicional resulta da característica que normalmente é chamada *aplicação estatística de uma única cauda*.

O exemplo mostra como o cálculo de probabilidade pode ajudar a quantificar incertezas relativas à demanda. Contudo, as condições de demanda não são o único motivo de incerteza. A seguir, são tratadas as incertezas referentes aos ciclos de atividades.

Tabela 8.10 Cálculo do desvio-padrão da demanda diária.

Unidades	Frequência (F_i)	Desvio da média (D_i)	Quadrado do desvio (D_i^2)	$F_i D_i^2$
0	1	-5	25	25
1	2	-4	16	32
2	2	-3	9	18
3	3	-2	4	12
4	4	-1	1	4
5	5	0	0	0
6	3	+1	1	3
7	3	+2	4	12
8	2	+3	9	18
9	2	+4	16	32
10	1	+5	25	25
$n = 28$	$\bar{x} = 5$			$\sum F_i D_i^2 = 181$

Incertezas dos Ciclos de Atividades

As incertezas relacionadas com os ciclos de atividades derivam do fato de que as políticas de estoque não podem pressupor uniformidade de entregas. O executivo de planejamento espera que o tempo de duração do ciclo de atividades de estoque tenha alta frequência em torno da média, com viés para além da duração planejada.

Do ponto de vista do planejamento, seria possível adotar uma política de estoque de segurança em torno da menor quantidade de dias possível, em torno da média esperada de dias, ou em torno da maior quantidade de dias possível, considerando o tempo de ciclo de atividades de estoque.

O estoque de segurança é substancialmente diferente para os limites máximo e mínimo. Estoques de segurança existem para amenizar as incertezas de demanda durante o prazo de ressuprimento. Conseqüentemente, uma política centrada no valor mínimo do ciclo de atividades dá uma proteção inadequada; uma política centrada no valor máximo, ao contrário, resulta em estoque de segurança excessivo.

Quando o impacto de incertezas sobre o ciclo de atividades de estoque não é estatisticamente avaliado, a prática mais comum é que a política de estoque de segurança seja baseada a partir da média de dias de ressuprimento. No entanto, quando os ciclos de atividades de estoque apresentam variações substanciais, é necessária uma análise estatística formal. Em situações de produção ligadas à demanda derivada, a principal incerteza é a do ciclo de atividades.

A Tabela 8.11 mostra uma distribuição de frequência de ciclos de atividades. A ocorrência mais freqüente é de 10 dias, mas o prazo de ressuprimento situa-se numa faixa de 6 a 14 dias. No caso de uma distribuição normal, pode-se esperar que os ciclos de atividades fiquem entre 8 e 12 dias em 68,27% das vezes.

Do ponto de vista prático, quando o ciclo cai abaixo de 10 dias, não existe problema imediato de estoque de segurança. Quando o ciclo real de atividades de estoque permanece constante, abaixo do tempo de ciclo esperado, por um período prolongado, é necessário ajustar a duração planejada. No exemplo dado, a situação mais preocupante ocorre quando a duração do ciclo de atividades excede o valor esperado de 10 dias.

No caso de a probabilidade exceder 10 dias, a frequência das ocorrências dos dados da Tabela 8.11 pode ser alterada para ciclos mais longos do que 10 dias e iguais ou menores do que 10 dias. O desvio-padrão não se alteraria, pois a distribuição é normal. Todavia, se a ocorrência real se desviasse para mais do que a duração esperada do ciclo, seria mais apropriada a utilização de uma distribuição do tipo Poisson.¹⁵ Nas distribuições por frequência de Poisson,¹⁶ o desvio-padrão é igual à raiz quadrada da média e, como regra geral, quanto menor for a média, maior o grau de inclinação.

15. PETERSON, Rein, SILVER, Edward A. *Decision systems for inventory management and production planning*. 2. ed. New York : John Wiley, 1985.

16. Siméon Denis Poisson, matemático francês (1781-1840), abordou em sua obra, principalmente, o cálculo das probabilidades. (N.T.)

Tabela 8.11 Cálculo do desvio-padrão da duração do ciclo de ressuprimento.

Ciclo de atividades (dias)	Frequência (F_i)	Desvio da média (D_i)	Quadrado do desvio (D_i^2)	$F_i D_i^2$
6	2	-4	16	32
7	4	-3	9	36
8	6	-2	4	24
9	8	-1	1	8
10	10	0	0	0
11	8	+1	1	8
12	6	+2	4	24
13	4	+3	9	36
14	2	+4	16	32
				$\sum F_i D_i^2 = 200$
	$N = 50$	$t = 10$		

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum F_i D_i^2}{N}} = \sqrt{\frac{200}{50}} = \sqrt{4} = 2 \text{ dias}$$

Determinação do Ponto de Ressuprimento em Face das Incertezas

O ciclo de atividades de estoque é definido como a combinação dos tempos despendidos em eventos relacionados a comunicação, processamento e transporte. Esses eventos fazem com que informação ou produto se movimente entre dois locais. O ciclo integrado de atividades é a base para planejar a política de estoque. Até esse ponto, todas as explicações relativas a estoque de segurança consideraram constante o tempo de duração do ciclo de atividades. Para o cálculo de estoque de segurança em condições de incerteza, a duração do ciclo considerada, no exemplo anterior, foi constante, de 10 dias. A situação mais comum com a qual se defronta o executivo de planejamento de estoque é ilustrada na Figura 8.8, na qual existem incertezas de demanda e de ciclo de atividades de estoque. Nesta seção, são tratados os aspectos relacionados com os ciclos de atividades em condições de incerteza e são mencionados métodos para cálculo da combinação de probabilidades dos dois tipos de incerteza.

Tratar incertezas de demanda e incertezas de ciclos de atividades significa combinar duas variáveis

independentes. A duração do ciclo é, pelo menos a curto prazo, independente da demanda diária. No entanto, ao definir estoque de segurança, deve-se calcular o impacto conjunto referente a variações de demanda e de ciclo de atividades.

O exemplo da Tabela 8.12 apresenta um resumo do desempenho das vendas e do ciclo de ressuprimento. A chave para entender as relações entre os dados da Tabela 8.12 é o ciclo de atividades de 10 dias. A demanda total durante 10 dias pode variar de 0 a 100 unidades. Em cada dia do ciclo, a probabilidade da demanda é independente do dia anterior, durante todos os 10 dias. Considerando toda a faixa de situações possíveis mostrada na Tabela 8.12, as vendas totais durante o prazo de ressuprimento podem variar de 0 a 140 unidades. Com essa relação básica entre os dois tipos de incertezas, o estoque de segurança pode ser calculado tanto por meio de procedimentos numéricos como mediante procedimentos de simulação.

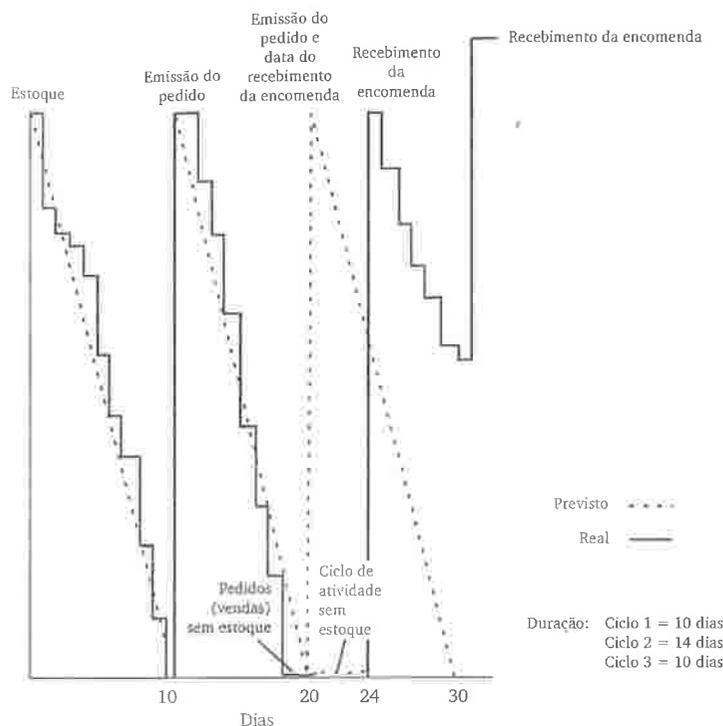


Figura 8.8 Demanda e incerteza do ciclo de atividades combinadas.

Tabela 8.12 Distribuição de freqüência: incertezas de demanda e de ressuprimento.

Distribuição da demanda		Distribuição do ciclo de ressuprimento	
Vendas diárias	Freqüência	Dias	Freqüência
0	1	6	2
1	2	7	4
2	2	8	6
3	3	9	8
4	4	10	10
5	5	11	8
6	3	12	6
7	3	13	4
8	2	14	2
9	2		
10	1		
	$n = 28$	$n = 50$	
	$T = 5$	$T = 10$	
	$S_d = 2,54$	$S_c = 2$	

Composição Numérica: Incertezas de Demanda e de Ressuprimento. A composição exata de duas variáveis independentes envolve expansão multinomial. Embora esse tipo de procedimento exija extensos cálculos quando as distribuições de demanda e de ciclo de atividades seguem o perfil apresentado na Tabela 8.12, sua solução proporciona uma abordagem direta para determinar a média e o desvio-padrão da demanda durante o ciclo de atividades.

Um método direto para combinar os desvios-padrão das distribuições de freqüência da demanda e do ciclo de atividades, de maneira aproximada, é proporcionado pela fórmula:

$$\sigma_c = \sqrt{TS_d^2 + D^2 S_c^2}$$

em que:

- σ_c = desvio-padrão da combinação de probabilidades
- T = duração média do ciclo de atividades
- S_d = desvio-padrão do ciclo de atividades
- D = média diária de vendas
- S_c = desvio-padrão das vendas diárias

Entrando com os dados da Tabela 8.12,

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \sqrt{10 (2,54)^2 + (5)^2 (2)^2} \\ &= \sqrt{64,52 + 100} = \sqrt{164,52} \\ &= 12,83 \text{ (arredondados para 13).} \end{aligned}$$

Esta fórmula proporciona o desvio-padrão combinado de T dias com uma demanda diária média D quando os desvios-padrão individuais são S_d e S_c , respectivamente. A média da distribuição combinada é simplesmente o produto de T por D , ou 50,00 (10,00 x 5,00).

Dessa forma, com uma distribuição de freqüência de vendas diárias entre 0 e 10 unidades, e com duração do ciclo de ressuprimento entre 6 e 14 dias, são necessárias 13 unidades (desvio-padrão 1 multiplicado por 13 unidades) de estoque de segurança, para proteção de 68,27% de todos os ciclos de atividades. Para uma proteção de 97,72%, é necessário um estoque de segurança de 26 unidades.

É importante salientar que o evento específico que está sendo protegido pelo estoque de segurança é a falta de estoque durante o ciclo de ressuprimento. Os níveis de 68,27 e 97,72% não são níveis de disponibilidade de estoque. Essas percentagens refletem a probabilidade de uma falta de estoque durante o ciclo de um pedido de

ressuprimento. Com estoque de segurança de 13 unidades, por exemplo, podem ser esperadas faltas de estoque durante 31,73% (100 - 68,27) dos ciclos de atividades. Isso significa que, de maneira geral, a cada 100 pedidos de ressuprimento de um centro de distribuição, com 13 unidades de estoque de segurança, o centro de distribuição pode exaurir o estoque enquanto aguarda a chegada de 32% dos pedidos de ressuprimento.

A percentagem é relativa à probabilidade de faltas de estoque, mas não indica a magnitude das faltas. A magnitude relativa de uma falta de estoque é a percentagem das unidades que faltam sobre as unidades da demanda total. Além de ser afetada pela probabilidade de falta de estoque, a magnitude relativa é influenciada pela quantidade do pedido de ressuprimento. Essa questão é tratada a seguir.

O estoque médio seria de 25 unidades se o estoque de segurança não fosse necessário. O estoque médio com dois desvios-padrão para o estoque de segurança é de 51 unidades [25 + (2 x 13)]. Esse nível de estoque evitaria faltas de estoque durante 97,72% dos ciclos de atividades. A Tabela 8.13 apresenta um resumo das alternativas que podem ser utilizadas para planejamento, na forma de hipóteses e impactos correspondentes no estoque médio.

Estimando Índice de Disponibilidade.

O índice de disponibilidade é medido pela magnitude da falta de estoque e não pela probabilidade de sua ocorrência. Esse índice corresponde ao objetivo desejado de serviço ao cliente. O índice de disponibilidade de produtos em caixas, por exemplo, é a percentagem de caixas que pode ser obtida quando requisitadas do estoque disponível. A Figura 8.9 mostra graficamente a diferença entre probabilidade e magnitude de faltas de estoque. As ilustrações mostram um estoque de segurança com 1 desvio-padrão, ou seja, 13 unidades. Em ambas as situações, para qualquer ciclo de atividades, a probabilidade de ocorrência de falta de estoque é de 31,73%. No entanto, num período de 20 dias, o exemplo da esquerda mostra dois momentos em que o estoque pode ser exaurido. São ocorrências em fim de ciclo (como pode ser notado pelos círculos). No exemplo da direita, em que a quantidade pedida foi dobrada, há a possibilidade de falta de estoque somente uma vez durante o ciclo de 20 dias. Embora em ambas as situações haja o mesmo perfil de demanda, a primeira é mais arriscada e há mais possibilidade de ocorrência de falta de estoque. Geralmente, para um dado nível de estoque de segurança, o aumento de quantidade pedida reduz a magnitude relativa e a possibilidade de ocorrência de falta de estoque e, inversamente, aumenta a disponibilidade para servir os clientes.

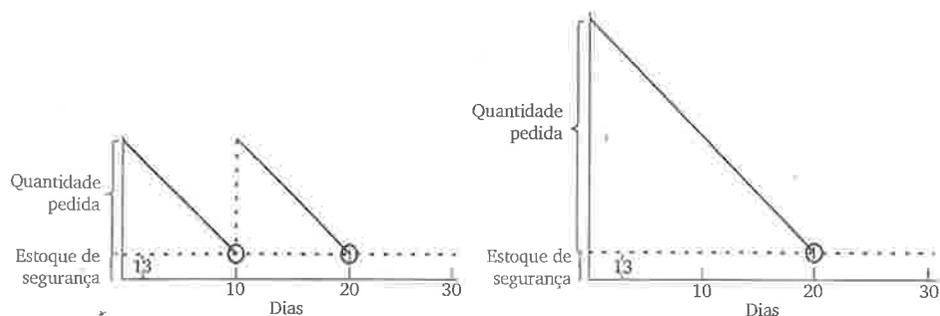


Figura 8.9 Impacto da quantidade pedida sobre a magnitude da falta de estoque.

Tabela 8.13 Resumo de hipóteses alternativas considerando incertezas e impacto no estoque médio.

	Quantidade pedida	Estoque de segurança	Estoque médio
Venda (S) constante e duração de ciclo de atividades (T) constante	50	0	25
Proteção de demanda de 2 desvios-padrão e duração de ciclo de atividades T constante	50	6	31
Venda (S) constante e proteção do ciclo de atividades de 2 desvios-padrão	50	20	45
Venda e ciclo de atividades com proteção de 2 desvios-padrão	50	26	51

A fórmula matemática desta relação é

$$IDP = 1 - \frac{f(k)\sigma_c}{Q}$$

em que:

IDP = Magnitude da falta de estoque (Índice ou Nível de Disponibilidade de produto)

f(k) = uma função da distribuição normal acumulada que indica a probabilidade à direita

σ_c = desvio-padrão combinado, considerando-se incertezas de demanda e de ciclo de ressuprimento

Q = quantidade de pedido de ressuprimento

Para completar o exemplo, suponhamos que uma empresa deseje 99% de disponibilidade de produto. Suponhamos que Q foi definido como 300 unidades. A Tabela 8.14 apresenta o resumo da informação necessária.

Como f(k) é usado para calcular o estoque de segurança, a equação apresentada deve ser resolvida mediante dedução algébrica. O resultado é

$$f(k) = (1 - IDP) \times (Q/\sigma_c)$$

Usando os valores da tabela 8.14,

$$f(k) = (1 - 0,99) \times (300/13) = 0,01 \times 23,08 = 0,2308$$

O valor apurado de f(k) é então comparado com os valores da Tabela 8.15, para determinar que valor se aproxima mais do valor apurado. Nesse exemplo, o valor de k que mais se aproxima é 0,4. O estoque de segurança é, pois,

$$ES = K \times \sigma_c$$

em que:

ES = estoque de segurança expresso em quantidades

K = fator k que corresponde a f(k)

σ_c = desvio-padrão combinado

Então, substituindo pelos valores

$$ES = K \times \sigma_c = 0,4 \times 13 = 5,2 \text{ unidades}$$

Tabela 8.14 Informação para determinar o nível de estoque de segurança desejado.

Nível de prestação de serviço desejado	99%
σ_c	13
Q	300

Tabela 8.15 Tabela com valores de K e f(k).

K	f(k)	K	f(k)	K	f(k)	K	f(k)
0,0	0,3989	0,8	0,1202	1,6	0,0232	2,4	0,0027
0,1	0,3509	0,9	0,1004	1,7	0,0142	2,5	0,0020
0,2	0,3068	1,0	0,0833	1,8	0,0110	2,6	0,0014
0,3	0,2667	1,1	0,0686	1,9	0,0084	2,7	0,0010
0,4	0,2304	1,2	0,0561	2,0	0,0074	2,8	0,0007
0,5	0,1977	1,3	0,0455	2,1	0,0064	2,9	0,0005
0,6	0,1686	1,4	0,0366	2,2	0,0048	3,0	0,0003
0,7	0,1428	1,5	0,0293	2,3	0,0036		

O estoque de segurança necessário para proporcionar um índice de disponibilidade de 99% dos casos, quando a quantidade pedida é de 300 unidades, é de aproximadamente cinco unidades. A Tabela 8.16 mostra como o estoque de segurança apurado varia, considerando outras quantidades de pedido de ressuprimento. Maior quantidade de pedido pode ser usada para compensar diminuições de estoque de segurança, ou vice-versa. Esse trade-off implica a existência de uma combinação ótima de quantidades de pedidos de ressuprimento, para que seja atingido o nível desejado de prestação de serviço ao cliente, ao menor custo.

Pedidos de Ressuprimento

Para considerar a questão estratégica do nível de disponibilidade para servir os clientes em situações de demanda dependente, é necessário ter uma visão clara em relação a estoque de segurança. O aspecto crítico do gerenciamento de demanda dependente é compreender que as necessidades de estoque são função de fatos conhecidos, geralmente não aleatórios. Assim, a demanda dependente não necessita ser projetada, dada a inexistência de incertezas. Dis-

so decorre que não é necessário estoque de segurança específico para apoiar um programa de compras do tipo MRP. A condição básica desse tipo de programa é o fato de que peças e subconjuntos não necessitam ser mantidos em estoque, desde que estejam disponíveis quando são necessários.

A não-manutenção de estoque de segurança, sob condições de demanda dependente, está ligada a duas hipóteses: à de que as compras de ressuprimento são previsíveis e constantes e que os fornecedores mantêm estoques suficientes para satisfazer a 100% dos pedidos de compra; e à hipótese de que podem ser usados contratos de compra baseados em quantidades adequadas que geralmente asseguram compras eventuais de fornecedores.¹⁷ Nesses casos, a necessidade de estoque de segurança ainda existe, quando é considerado todo o canal de suprimento e a responsabilidade primária pelo estoque é empurrada para o fornecedor.

A hipótese de ciclos de atividades sob condições de certeza é mais difícil de se concretizar. Mesmo em situações de uso de transporte próprio, está sempre presente um elemento de incerteza. O resultado prático é que o estoque de segurança existe na maioria das situações de demanda dependente.

17. Esta prática tornou-se mais comum com o advento do sistema JIT (Just in Time) de compras.

Tabela 8.16 Impacto das quantidades de pedido no estoque de segurança.

Quantidade pedida (Q)	K	Estoque de segurança
300	0,4	5,2
200	0,65	8,4
100	1,05	13,6

Nesta seção, foram usadas três abordagens para tratar de estoque de segurança em face de demanda dependente. Primeiramente, é prática normal contar com um *tempo de segurança* no planejamento de necessidades de estoque. Nesse caso, os componentes são pedidos uma semana antes do momento necessário, visando assegurar a chegada em tempo hábil. Uma segunda abordagem é aumentar a quantidade de compra para cobrir erros de previsão. Pode ser estimado, por exemplo, que os erros de previsão não excederão a 5%. Esse tipo de procedimento é chamado “super dimensionamento”. Em tal caso, aumenta-se a compra de todos os componentes na proporção de seu consumo, com mais uma “folga” para cobrir erros de previsão. Componentes comuns a produtos finais ou a subconjuntos diferentes, cobertos por “super dimensionamento”, terão, naturalmente, uma acumulação maior de estoque do que componentes e peças de finalidade única. Para ajustar casos pouco prováveis em que todos os conjuntos com componentes comuns necessitem do estoque de segurança simultaneamente, é usado o procedimento largamente difundido de determinar o estoque de segurança total para um item, num nível menor do que a soma de 5% de proteção para cada uso possível. O terceiro método é o uso das técnicas estatísticas anteriormente referidas para determinar estoque de segurança diretamente para cada componente, e não para o item com a demanda mais alta.

RESUMO

Este capítulo tratou da importância dos estoques em operações logísticas. Foram dimensionados os riscos de manter estoque em cada estágio do canal de distribuição e o potencial de conflitos internos e externos às empresas. Foram explicadas as funções básicas de especialização geográfica, estoque intermediário, equilíbrio entre suprimento e demanda e estoque de segurança em face de incertezas. Por mais esforços que se faça para reduzir níveis de estoque nos vários estágios dos canais de distribuição, o estoque tem papel fundamental na execução das funções acima citadas e para chegar-se ao menor custo total do sistema logístico.

Este capítulo tratou dos fatores básicos para o planejamento de políticas de estoque. Mostrou defini-

ções e relações pertinentes ao estoque. Foi apresentada e explicada a relação entre ciclo de atividades de estoque, quantidades de pedido de ressurgimento e estoque médio. O custo de estoque foi apresentado em termos de sua manutenção e ressurgimento. Foram exploradas os *trade-offs* entre os elementos-chaves de custo. Foi apresentada, com ênfase no planejamento, a diferença entre a demanda independente e a demanda dependente.

Na terceira seção, a atenção foi dirigida a questões que os executivos devem considerar ao planejar a estratégia de estoque. O conceito do lote econômico de compra foi desenvolvido e descrito como abordagem tradicional para determinar a quantidade a ser comprada. Foram tratados vários ajustes especiais do lote econômico de compra básico, com ênfase nos custos de transporte e nos descontos por quantidade. Além disso, foram apresentadas as técnicas de apuração de lotes discretos usualmente adotadas em compras para produção. Foram descritos e explicados os procedimentos de avaliação periódica e de avaliação permanente de estoque.

Um aspecto crítico na formulação de políticas de estoque é a definição dos objetivos de gerenciamento de estoque, de serviço ao cliente, disposição lucrativa de estoque, previsões e controle de necessidades de estoque e integração em termos de custo total. Na última seção, foi apresentada ampla explicação referente a incertezas de demanda e de ressurgimento, seguida de apresentação dos métodos para determinar necessidades de estoque de segurança com base no nível desejado de serviço ao cliente e nas condições de incerteza.

QUESTÕES

1. Disserte sobre funcionalidade do estoque, com relação a incertezas, considerando especialização geográfica, estoque intermediário e equilíbrio entre suprimento e demanda.
2. Que impacto o custo de manutenção de estoque tem em demonstrativos de resultados tradicionais de empresas?

3. Descreva as diferenças entre as incertezas de demanda e as incertezas de ciclo de ressurgimento e mencione as atividades que podem contribuir para reduzi-las.
4. Disserte sobre a relação entre nível de serviço ao cliente, incertezas, estoque de segurança e quantidades de pedido. Como podem ser feitos *trade-offs* entre esses elementos?
5. Descreva os riscos desproporcionais de manutenção de estoque suportados por varejistas, atacadistas e fabricantes. Por que existe tendência de “empurrar” estoque para trás no canal de distribuição?
6. Apresente e compare as diferenças entre lote econômico de compra e lote discreto de compra. Es-

- pecifique as vantagens de cada um. Sob que condições operacionais cada um seria adequado?
7. Qual é a diferença entre probabilidade de falta de estoque e magnitude de falta de estoque?
8. Mencione os principais objetivos do estoque. Por que a administração deve considerar a disposição lucrativa do estoque como um objetivo?
9. Que lógica existe na seguinte frase: “Em termos de desempenho diário de estoque, incertezas de ciclo de atividades têm maior impacto do que incertezas de demanda”?
10. Descreva a diferença entre dimensionamento de lote discreto e dimensionamento de lote econômico de compra.