

Gestão estratégica dos estoques

Irineu Gustavo Nogueira Giansesi
Jorge Luiz de Biazzzi

RESUMO

Neste artigo, apresenta-se a necessidade de as empresas terem uma visão estratégica e sistêmica na gestão de estoques, em vez de buscar otimizações locais de seus indicadores parciais. A abordagem sugerida é a de identificar os conflitos de interesse associados aos estoques, originados da atuação das áreas de operações, finanças e *marketing*, e descobrir como otimizar o desempenho global da empresa. Um exemplo numérico é utilizado para avaliar os desempenhos operacional (proporção de demanda atendida, giro, estoque médio, estoque de segurança) e econômico (custos parciais e custo total) em diferentes cenários, nos quais há, inicialmente, predominância de visões parciais e, a partir de uma visão sistêmica, a busca por soluções mais adequadas à empresa como um todo. Por fim, são apresentadas análises de sensibilidade que indicam caminhos possíveis para melhorar o desempenho global, mesmo que à custa de prejuízos em indicadores locais.

Palavras-chave: gestão de estoques, abordagem sistêmica, indicadores de desempenho.

1. INTRODUÇÃO

Poucas áreas dentro da administração da produção têm sido tratadas de forma tão pouco formal quanto a gestão dos estoques. As principais técnicas formais para dimensionamento de estoques foram desenvolvidas no início do século passado e, a partir daí, muito desenvolvimento acadêmico foi feito na aplicação de métodos quantitativos às decisões de o que, quanto e quando suprir os estoques. Apesar de todo esse desenvolvimento, tem sido raro encontrar empresas brasileiras que utilizem métodos quantitativos formais para apoio à gestão de estoques; ao contrário, é comum o uso de métodos empíricos, qualitativos e baseados em intuição⁽¹⁾. Algumas hipóteses podem ser levantadas para explicar esse fenômeno.

Inicialmente, pode-se argumentar que haja falta de conhecimento das técnicas por parte dos elementos responsáveis pela gestão dos estoques nas empresas. Isso poderia ser explicado pela pouca importância relativa dada à área de administração de materiais nos cursos de Administração, pelo fato de os estudantes de Administração geralmente colocarem maior ênfase em áreas

Recebido em 09/novembro/2009
Aprovado em 31/março/2011

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*
Editor Científico: Nicolau Reinhard

DOI: 10.5700/rausp1013

Irineu Gustavo Nogueira Giansesi, Engenheiro Mecânico e Mestre em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, é Professor e Diretor Acadêmico de Pós-Graduação do Insper Instituto de Ensino e Pesquisa (CEP 04546-042 – São Paulo/SP, Brasil) e Doutorando na *Cranfield School of Management*, Reino Unido.
E-mail: irineug@insper.edu.br
Endereço:
Insper Instituto de Ensino e Pesquisa
Rua Quatá, 300
04546-042 – São Paulo – SP

Jorge Luiz de Biazzzi, Graduado, Mestre e Doutor em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, é Professor Doutor no Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (CEP 05508-010 – São Paulo/SP, Brasil).
E-mail: jlbiazzi@usp.br

de *marketing* ou finanças por lhes parecerem mais promissoras profissionalmente ou pelo fato de os responsáveis por gestão de materiais muitas vezes não serem egressos da área de administração de empresas, muitos deles tendo iniciado sua carreira nessa atividade quando ainda não possuíam diploma de curso superior. O fato é que, ao ministrar programas de treinamento nessa área para empresas mesmo de médio e grande porte, multinacionais ou nacionais, percebe-se o despreparo conceitual dos elementos responsáveis pela definição de políticas e pelas decisões⁽²⁾.

Outra possível razão decorre do fato de que até 15 anos atrás não havia ferramentas computacionais que pudessem dar o tratamento adequado e individualizado a cada item de estoque, de forma que se pudessem aplicar as técnicas desenvolvidas⁽³⁾. Robison (2001) afirma que muitas empresas ainda utilizam giro agregado de estoques e cobertura agregada de estoques como parâmetros de avaliação. Isso gerou uma prática de gestão de estoques que privilegiava o tratamento uniforme de todos ou quase todos os itens; isto é, em vez de determinar parâmetros de gestão individualizados para cada item, utilizando técnicas quantitativas eficazes, os responsáveis tendiam a utilizar regras uniformes para tratar todos os itens da mesma forma. Exemplos dessas políticas são: produzir todos os itens uma vez por mês sem considerar os custos de preparação de equipamentos (*setup*) versus os custos de manutenção dos estoques característicos de cada item, manter estoque de segurança de um mês de demanda para todos os itens sem considerar as incertezas de demanda e fornecimento específicas de cada item, entre outros. Uma técnica paliativa que, por um lado, amenizou os efeitos danosos dessa prática e, por outro, aumentou a complacência para com ela, foi a classificação ABC de estoques, com base no princípio de Pareto. Essa técnica permitiu que, em vez de tratar todos os itens da mesma forma, pudessem ser estabelecidos parâmetros diferentes para as três classes de itens, A, B e C (CORRÊA, GIANESI e CAON, 2007). Embora tenha trazido benefícios, essa técnica afastou os gestores de um dos mais importantes princípios da gestão de estoques: tratar itens diferentes de forma diferente. A implementação em massa dos sistemas de gestão *Enterprise Resource Planning* (ERP), de tecnologia amigável e com incorporação de técnicas de gestão de estoques, permite uma mudança nessa realidade, que ainda não se processou, não mais por falta de ferramenta, mas por falta de cultura. As empresas ainda não conseguiram alterar seus processos de gestão de modo a utilizar todo o potencial desses sistemas, e a gestão dos estoques é um exemplo dessa realidade.

O fato é que a prática atual, na qual predominam os métodos empíricos, esconde um enorme potencial de melhoria de gestão que as empresas estão cada vez mais ansiosas por alcançar. Aparentemente, a solução é relativamente simples, principalmente se analisadas as razões já apresentadas; ou seja, a falta de conhecimento das técnicas pode ser resolvida a partir de programas de educação específicos, nos quais as técnicas

disponíveis de gestão de estoques seriam apresentadas, e, a partir da disponibilidade de ferramentas computacionais, novos processos de gestão poderiam ser desenhados e implementados. Entretanto, o problema não parece ser tão simples, caso contrário já não seria tema desta discussão. Há outras dificuldades inerentes ao processo de gestão de estoques, em particular na definição dos objetivos de gestão, que pedem uma abordagem estratégica que não tem estado presente nessa atividade. Ao contrário, essa atividade de gestão tem sido tratada de forma bastante operacional, ainda que sob pressões conflitantes vindas de várias áreas da empresa que buscam maximizar seus objetivos, os quais, ainda que em parte, dependem do desempenho da gestão dos estoques.

Assim, os principais objetivos neste trabalho são, por um lado, evidenciar a necessidade dessa abordagem estratégica na gestão dos estoques e, por outro, propor um caminho, segundo o qual essa abordagem estratégica pode ser conseguida.

2. A NECESSIDADE DE UMA VISÃO ESTRATÉGICA NA GESTÃO DOS ESTOQUES

A compreensão da necessidade de uma visão estratégica para a gestão dos estoques decorre de um entendimento mais profundo da própria atividade de gestão e de seus objetivos. A função dos estoques decorre da necessidade de atender a um processo de demanda a partir de um processo de suprimento. O processo de suprimento pode ocorrer por meio de aquisição de materiais, transferência de materiais a partir de outro estoque ou de produção, dependendo do tipo de item de que se está tratando. Os estoques são necessários na medida em que os processos de suprimento e demanda não podem ser sincronizados de forma a que as taxas de demanda e suprimento sejam idênticas em cada instante. A ausência de sincronismo – devido a variabilidades naturais dos processos de demanda e suprimento ou a razões econômicas que impedem que o processo de suprimento seja sincronizado ao processo de demanda – requer que os dois processos sejam mantidos independentes. O grau de independência requerido é função tanto da magnitude das restrições econômicas como da magnitude das variabilidades nos dois processos. Correspondentemente, a quantidade de estoque necessária é função do grau de independência requerido – mais estoque, mais independência entre os processos; menos estoque, menos independência.

A gestão dos estoques consiste em agir sobre o processo de suprimento – já que pouca ação normalmente pode ser feita sobre o processo de demanda –, e essa ação se traduz pela decisão de o que suprir, em que quantidade e em que momento. A equação básica que define a quantidade necessária de suprimento é dada por:

$$S = D + E_f - E_i \quad [1]$$

em que⁽⁴⁾:

S = quantidade de suprimento;
 D = demanda prevista;
 E_f = estoque final desejado;
 E_i = estoque inicial

Isso quer dizer que, para a decisão de suprimento ser tomada, é necessário conhecer o estoque atual inicial, a estimativa da demanda futura e o estoque final desejado.

O estoque inicial atual, um dado aparentemente de obtenção imediata, na realidade não se mostra tão fácil de obter. Grande parte das empresas ainda encontra problemas para conhecer exatamente o que tem em estoque e em que local. A acurácia dos dados de estoque ainda tira o sono dos responsáveis pela gestão, ainda que, no esforço de implementação dos sistemas ERP, muitas empresas tenham aprimorado bastante esse aspecto. A demanda futura é estimada por meio de algum processo de previsão⁽⁵⁾, o qual deve ser desenhado tendo-se em mente o padrão específico de demanda de cada item, ou seja, técnicas diferentes devem ser utilizadas para itens de demanda constante, demanda com tendência, com sazonalidade ou ambas.

O último dado necessário, o estoque final desejado, depende basicamente dos objetivos do processo de gestão de estoques. Em especial, dois objetivos afetam o estoque final desejado. Um deles está ligado ao atendimento da demanda, a qual, não podendo ser prevista com exatidão, requer que se planeje certo nível de estoque final, denominado de estoque de segurança, visando aumentar a probabilidade de atendimento da demanda futura. O outro está ligado ao custo necessário para se manterem estoques, fazendo com que se deseje o menor nível de estoques possível, visando reduzir esses custos.

A análise dos dois objetivos que influenciam a definição do estoque final desejado permite antever um problema que está na base da necessidade de uma visão estratégica para a gestão dos estoques: os objetivos são conflitantes, ou seja, ao tentar maximizar um deles, distancia-se da maximização do outro. Entretanto, nem todos parecem ter essa mesma visão. Vasconcellos e Sampaio (2009, p.264) argumentam que “muitos estudos sugerem que gerentes tratam com faltas, tomando ações para diminuir a quantidade de faltas o quanto possível”. Não percebem, portanto, o outro lado do problema.

Além dos dois objetivos enunciados anteriormente, um outro completa o conjunto de objetivos da gestão dos estoques. Trata-se da eficiência da operação de suprimento (aquisição ou produção, como já mencionado). Dependendo da forma como o suprimento é feito, seja em relação ao tempo requerido para o suprimento ou ao tamanho do lote de suprimento, é possível ter custos maiores ou menores com o processo, afetando sua eficiência. Consequentemente, outro objetivo da gestão dos estoques é maximizar a eficiência da operação de suprimento. Em resumo, há três objetivos principais para a gestão dos estoques:

- maximizar o nível de serviço ou maximizar o atendimento da demanda pela disponibilidade do material em estoque;

- maximizar o giro de estoques ou minimizar o investimento em estoques e seus custos correspondentes;
- maximizar a eficiência operacional, minimizando os custos do processo de suprimento (aquisição, transferência ou produção dos materiais).

Esses três objetivos são conflitantes entre si, ou seja, ao se tentar maximizar o desempenho num deles, o desempenho nos demais (ou pelo menos num dos demais) será prejudicado, como sugerido por Ross (2003). Essa relação pode ser visualizada na figura 1, que mostra um triângulo apoiado sobre uma base piramidal por meio de um único ponto fixo (pivô), de tal forma que o triângulo possa mover-se em torno dele. Cada vértice do triângulo consiste em um dos três objetivos da gestão dos estoques, cujo desempenho procura-se maximizar: nível de serviço, giro de estoques e eficiência operacional.

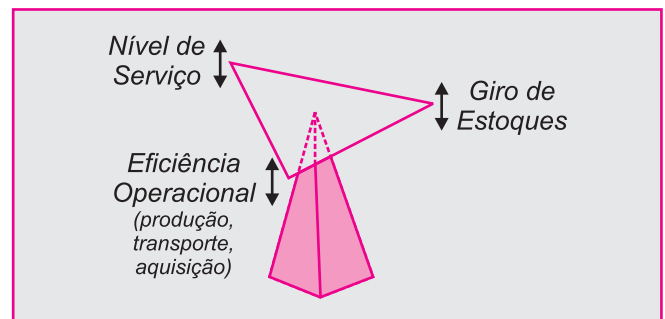


Figura 1: O Conflito entre os Objetivos da Gestão de Estoques

Como se pode ver na figura 2, quando se procura maximizar o desempenho de um dos objetivos, um dos demais ou ambos são prejudicados.

Esses conflitos são exemplificados no quadro 1. Isso significa que saber quais são os objetivos da gestão dos estoques não é o bastante. É necessário saber quais objetivos priorizar e em que medida, ou seja, é necessário definir em que posição o triângulo que representa os objetivos deverá ser posicionado (qual a altura relativa entre os vértices, como se vê na figura 2). A questão que se coloca agora é: Como essa priorização seria definida na prática nas empresas? Em outras palavras, como seria definida, na prática, a posição do triângulo? Uma importante questão organizacional deve ser discutida neste ponto.

2.1. A questão organizacional por trás do conflito entre os objetivos

É interessante notar como há, por trás de cada um dos objetivos de desempenho discutidos, uma das grandes áreas funcionais da empresa. Se perguntar-se quem está mais interessado no

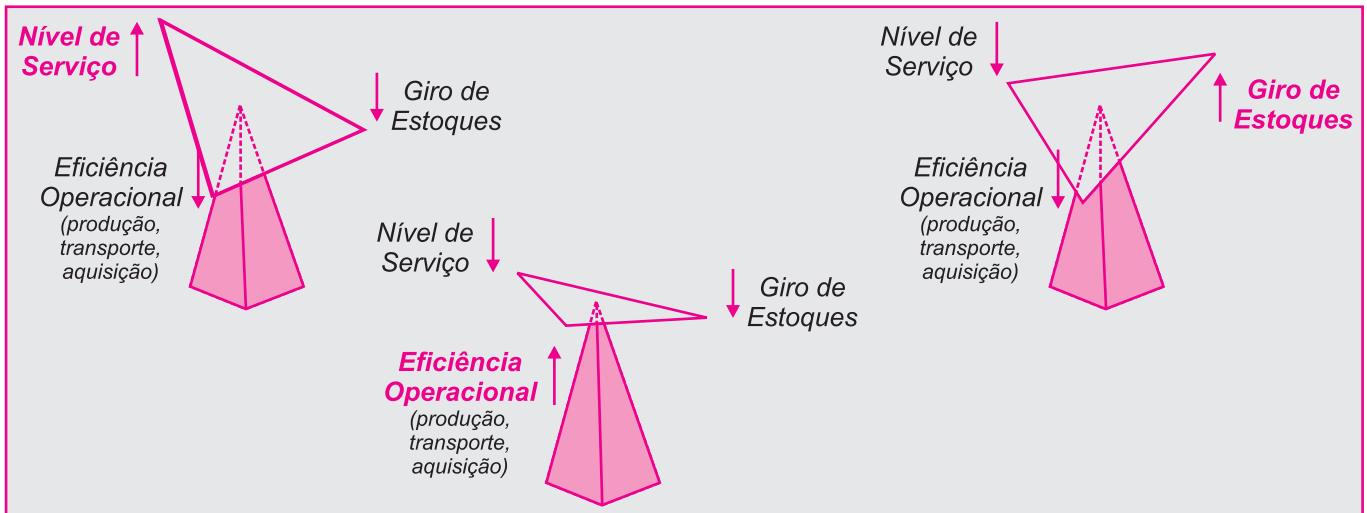


Figura 2: O Efeito da Maximização em Um dos Objetivos da Gestão de Estoques

Quadro 1

Exemplificando os Conflitos entre os Objetivos da Gestão de Estoques

A maximização do desempenho de...	...se faz à custa do desempenho de...	...e/ou à custa do desempenho de...
Nível de Serviço	Giro de estoques – pode-se maximizar o nível de serviço mantendo altos níveis de estoque que garantam a disponibilidade, mesmo sob altos níveis de incerteza sobre a demanda futura. Quanto maior o nível de serviço desejado, maior deverá ser o nível de estoques e, conseqüentemente, menor o giro.	Eficiência operacional – pode-se maximizar o nível de serviço pelo aumento da agilidade do processo de suprimento. Essa agilidade geralmente leva a custos adicionais, seja em função de um transporte mais rápido, fornecedor com menor prazo de entrega, maior frequência de pedidos, seja em função de mudança de prioridade na seqüência de produção.
Giro de Estoques	Nível de serviço – para maximizar o giro de estoques, ou seja, reduzir o investimento em estoques, pode ser necessário abrir mão do nível de serviço. Com estoques reduzidos, não se pode garantir a disponibilidade de materiais que permitirão atender à demanda sobre cuja quantidade e momento não se tem informação perfeita.	Eficiência operacional – pode-se maximizar o giro de estoques, ou seja, minimizar os estoques pelo aumento da agilidade do processo de suprimento. Essa agilidade geralmente leva a custos adicionais, seja em função de um transporte mais rápido, fornecedor com menor prazo de entrega, maior frequência de pedidos, seja em função de mudança de prioridade na seqüência de produção.
Eficiência Operacional	Giro de estoques – para maximizar a eficiência operacional, deve-se buscar o transporte mais eficiente, o fornecedor de menor custo (o que geralmente significa maior prazo de entrega), pedir com menor frequência e manter fixa a seqüência de produção, sem alterações no curto prazo. Isso significa reduzir a agilidade do processo de suprimento. Nessas condições, a menos que se pretenda abrir mão do nível de serviço, devem-se manter estoques altos, reduzindo o giro de estoques.	Nível de serviço – para maximizar a eficiência operacional, deve-se buscar o transporte mais eficiente, o fornecedor de menor custo (o que geralmente significa maior prazo de entrega) e manter fixa a seqüência de produção, sem alterações no curto prazo. Isso significa reduzir a agilidade do processo de suprimento. Nessas condições, a menos que os estoques estejam altos, não se pode garantir o atendimento da demanda sem prejudicar o nível de serviço.

desempenho relativo ao nível de serviço da empresa, a resposta é clara: as áreas comerciais, representadas por Vendas e *Marketing*. Isso se dá, fundamentalmente, pela forma como essas áreas e seus executivos são avaliados. Normalmente, os executivos de Vendas são remunerados proporcionalmente ao faturamento da empresa e, portanto, estão especialmente interessados no atendimento da demanda e na maximização do nível de serviço. Obviamente, não se espera que esse objetivo seja garantido a qualquer custo; entretanto, com frequência deixam-se outros objetivos de lado visando maximizar o nível de serviço.

As áreas de Finanças e Controladoria estão, por sua vez, fortemente interessadas na redução dos estoques. Isso ocorre não somente em função dos custos associados à manutenção dos estoques, sendo a principal parcela desses custos representada pelo custo de oportunidade do capital, mas também porque os estoques representam um investimento em capital de giro que deve gerar retorno. Os executivos dessas áreas são normalmente avaliados em função da boa gestão dos recursos financeiros da empresa e, assim, buscam reduzir o capital empregado em estoques de forma a utilizá-lo em aplicações que possam gerar maior retorno financeiro, principalmente numa situação em que não se consegue avaliar com precisão qual retorno os níveis correntes de estoques podem estar gerando em termos de permitir melhor nível de serviço ou aumento da eficiência operacional.

Já a área de Operações, pode-se aí incluir Produção, Suprimentos e Logística, é normalmente avaliada por seus índices de eficiência e produtividade. Isso faz com que seus executivos busquem maximizar o objetivo de desempenho relacionado à eficiência operacional, em detrimento do giro de estoques e do nível de serviço. Como descreve Kenny (2006, p.1):

- “historicamente, e em muitas companhias ainda hoje, vendas e suprimentos operam como compartimentos organizacionais distantes, senão adversários, trabalhando na busca de objetivos independentes”.

Esse esforço de cada uma das áreas em maximizar os objetivos segundo os quais são normalmente avaliadas é ilustrado pela figura 3.

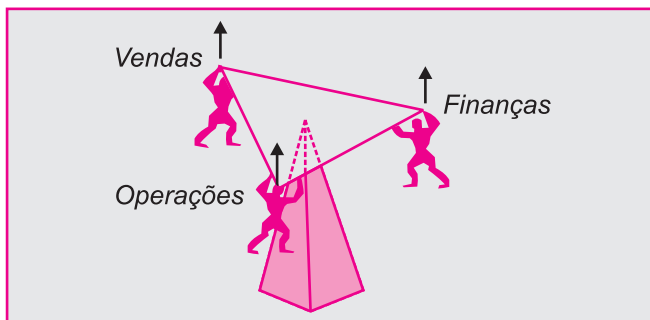


Figura 3: O Conflito Organizacional Relacionado aos Objetivos da Gestão de Estoques

Quem venceria essa disputa de forças? Quem conseguiria elevar ao nível mais alto seu vértice do triângulo? A resposta depende de vários fatores. Inicialmente, pode-se considerar que essa disputa é influenciada pelo poder de argumentação e de negociação de cada área funcional da empresa, o que pode depender da competência dos correspondentes executivos nessas habilidades. Pode-se também considerar que essa disputa é influenciada pela cultura da organização; por exemplo, empresas que produzem produtos de consumo normalmente têm uma cultura de *marketing* mais forte, enquanto outras empresas têm uma cultura financeira mais predominante.

O fato é que, se não houver uma direção estratégica que oriente a priorização desses objetivos, ou seja, que oriente o posicionamento do triângulo, a posição final dependerá do resultado da disputa entre as diferentes áreas funcionais da empresa, resultando em subotimização dos resultados finais.

2.2. O impacto estratégico da definição dos objetivos

Mas qual é a importância estratégica dessa questão? Afinal, trata-se de um aspecto operacional da administração da empresa, ou seja, trata-se apenas da gestão dos estoques, algo normalmente delegado a níveis hierárquicos intermediários ou inferiores, sem maiores preocupações para os níveis mais altos. Ocorre que o desempenho da gestão dos estoques, notadamente em relação aos objetivos já citados, afeta de forma direta o poder de competitividade da empresa, conforme consta no quadro 2.

Slack (1992) define os objetivos estratégicos da manufatura como sendo custo, qualidade, velocidade de entrega, confiabilidade de entrega e flexibilidade. Se a empresa opta por seguir uma estratégia de liderança em custos, provavelmente irá priorizar a redução de custos, dentre os objetivos estratégicos da manufatura. Isso implicaria, no que se refere à gestão dos estoques, a priorização dos objetivos de eficiência operacional e giro de estoques. Se a empresa, por outro lado, busca posicionar-se por meio de uma estratégia de diferenciação, irá priorizar um ou mais objetivos estratégicos da manufatura entre velocidade de entrega, confiabilidade de entrega, flexibilidade ou qualidade. Nesse caso, a empresa deveria priorizar o objetivo de nível de serviço em sua gestão de estoques.

Como se pode concluir, não é conveniente deixar a priorização dos objetivos da gestão dos estoques à mercê de aspectos políticos, do jogo de negociações entre as áreas funcionais ou ainda das habilidades dos executivos responsáveis pelas áreas funcionais em defender os objetivos segundo os quais são avaliados e, muitas vezes, segundo os quais são remunerados. Isso sem considerar a possibilidade de a priorização dos objetivos ocorrer de forma não explícita, mas pelo conjunto de decisões de parâmetros de gestão de estoques definidos por gestores de níveis hierárquicos intermediários ou inferiores, muitas vezes sem qualquer orientação estratégica.

Ao contrário, parece fundamental que a alta direção da empresa dê uma direção estratégica à gestão dos estoques,

Quadro 2

Relação entre a Estratégia Competitiva da Empresa e os Objetivos da Gestão de Estoques

Estratégia Competitiva	Objetivos Estratégicos da Manufatura	Objetivos da Gestão dos Estoques
Liderança em custos	<ul style="list-style-type: none"> • Custo 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiência operacional • Giro de estoques
Diferenciação	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidade de entrega • Confiabilidade de entrega • Flexibilidade • Qualidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Nível de serviço • Não diretamente afetada pela gestão dos estoques

orientando o posicionamento do triângulo de objetivos de forma a alinhá-lo ao posicionamento competitivo da empresa. Essa direção estratégica deverá fazer-se refletir na definição dos parâmetros do sistema de gestão de estoques que orienta as decisões de o que suprir, com que quantidade e em que momento, buscando assim obter o desempenho que suporte a estratégia competitiva da empresa.

Tendo defendido a necessidade de uma visão estratégica na gestão dos estoques, cabe agora propor um processo pelo qual isso possa ser feito. A questão organizacional de como fazer os diferentes grupos da empresa interagirem para a gestão estratégica pode ser resolvida a partir da abordagem de *Decision Rights Matrix* (DRM), discutida por Korhonen e Pirttilä (2003).

3. UM MODELO DE QUATRO PASSOS PARA A GESTÃO ESTRATÉGICA DOS ESTOQUES

O modelo proposto para que se faça a gestão de estoques com visão estratégica é composto por quatro passos. Cada um deles será descrito em detalhes adiante. Para exemplificar o modelo, será utilizado um caso como exemplo, para o qual serão analisadas as decisões em cada passo. O caso exemplo é apresentado a seguir.

3.1. Apresentação do caso exemplo

O caso refere-se a um item de hospital, que opera num ambiente de revisão contínua. Os valores são realistas, baseados na experiência dos autores em projetos dessa natureza. O item tem demanda estável (média de 100 unidades por dia e desvio padrão de 10 unidades por dia), seguindo uma distribuição normal. O *lead-time* é de três dias. O custo de pedido regular é de 15\$. O custo de material é de 18\$ por unidade. A taxa de estocagem é de 0,2% por dia. Caso haja falta, o item é comprado de forma emergencial (apenas na quantidade necessária para atender à urgência), com um custo de pedido de 9\$ por unidade e um custo de material de 25\$ por unidade.

O modelo matemático, baseado em Hadley e Whitin (1963, *apud* LOVE, 1979) e Peterson e Silver (1985), está apresentado no Anexo 1. Esse modelo, simplificado, não considera restrições, que são inseridas no exemplo de forma sucessiva para elucidar os casos discutidos.

3.2. Passo 1: compreensão dos conflitos entre os objetivos

O primeiro passo consiste em deixar explícito, para todos os envolvidos na gestão dos estoques, os conflitos existentes entre os três principais objetivos. Os envolvidos na gestão de estoques não são apenas aqueles responsáveis pelas decisões relacionadas à gestão, mas todos que, por serem afetados pelo desempenho da gestão dos estoques, podem influenciar os tomadores de decisão a priorizar este ou aquele objetivo de desempenho. Assim, se está falando das áreas de vendas, *marketing*, produção, suprimentos, logística, finanças e controladoria, além de, fundamentalmente, a alta direção.

Inicialmente, a alta direção deve ter em mente que a gestão dos estoques é uma função integrativa e que envolve diversas áreas, não podendo ter suas decisões restritas a um nível hierárquico intermediário ou inferior, com uma visão limitada a apenas uma área funcional. Essa prática tem condenado a gestão de estoques a um papel operacional, sem visão estratégica, mas afetando o desempenho de objetivos estratégicos da empresa, que definem em parte seu poder de competitividade.

Em segundo lugar, as diversas áreas envolvidas devem compreender os conflitos entre os objetivos, entendendo que maximizar qualquer um deles significa prejudicar os demais. Isso normalmente é conseguido por meio de programas de educação, nos quais se deve procurar enfatizar esse aspecto integrativo da gestão de estoques, assim como a necessidade da busca de uma orientação estratégica que privilegie o suporte à estratégia competitiva da empresa, mais do que objetivos específicos traçados para uma ou outra área funcional.

Finalmente, dando o necessário suporte ao aspecto anterior, a alta direção deve procurar estabelecer medidas de avaliação

de desempenho que privilegiem essa gestão integrativa e não uma visão funcional. Sem esse aspecto, nenhum programa de educação conseguirá a mudança de postura pretendida para os representantes das áreas mencionadas.

Entretanto, compreender o conflito existente entre os objetivos não é o bastante, como será visto a seguir.

3.3. Passo 2: identificar quantitativamente o pivô

Infelizmente, compreender a existência de conflito entre os objetivos não resolve o problema, por melhor que seja a boa vontade dos envolvidos no processo. Apenas como exemplo, suponha-se que, após uma sessão de educação, representantes da área de finanças deixem a sessão convencidos da existência do conflito entre o objetivo de maximizar o giro e os demais objetivos. Ainda assim há, visto que se está tratando o assunto no campo conceitual e qualitativo, o risco de imaginarem que buscar fortemente o aumento do giro de estoques terá um impacto relativamente pequeno nos demais objetivos, como ilustrado na figura 4.

O que a figura 4 pretende mostrar é que a área de finanças provavelmente verá o pivô (ponto de apoio do triângulo sobre a base) longe do vértice relacionado ao giro de estoques. Isso significa que um grande aumento no giro de estoques representará apenas um leve decréscimo na eficiência operacional e/ou no nível de serviço.

Da mesma forma, as demais áreas poderão ter visões similares, enxergando o pivô distante dos vértices que representam seus objetivos específicos, conforme ilustrado na figura 5.

Analisando as figuras 4 e 5, pode-se visualizar o problema. Cada área imagina o pivô numa determinada posição, ainda que nenhuma delas saiba com exatidão onde ele se encontra. A solução é conceitualmente simples: a posição do pivô deve ser determinada de maneira inequívoca, ou seja, quantitativamente. Como isso pode ser feito? Aqui entram as técnicas quantitativas de gestão de estoques, técnicas de dimensionamento de estoques com base em parâmetros de custo e outros aspectos de gestão.

No exemplo do hospital, existiriam alguns cenários básicos que poderiam ser perseguidos pelas áreas da empresa.

3.3.1. Cenário de minimização do custo total da operação

Cenário a ser buscado pela empresa como um todo. Para tanto, são calculados os custos unitários envolvidos no processo. O custo de pedido (c_p) é de 15R\$. O custo unitário de estocagem (c_e) corresponde a 0,2% do custo de material por dia, ou seja, $0,002 \times 18 = 0,036R\$$ por unidade por dia. O custo da falta (c_f) corresponde ao custo de atender à demanda de forma emergencial, ou seja, em vez de se gastarem 18R\$ de material, gastam-se 25R\$ de material mais 9R\$ com o transporte emergencial, totalizando 16R\$ por unidade. A demanda média durante o *lead-time* (D_{mL}) é igual a 30 unidades. O desvio padrão da demanda durante o *lead-time* (σ_L) é igual a $10 \times \sqrt{3}$, ou seja, 17,32 unidades. Aplicando-se o modelo apresentado no Anexo 1 (com 3 iterações), o resultado é um lote (Q) ótimo

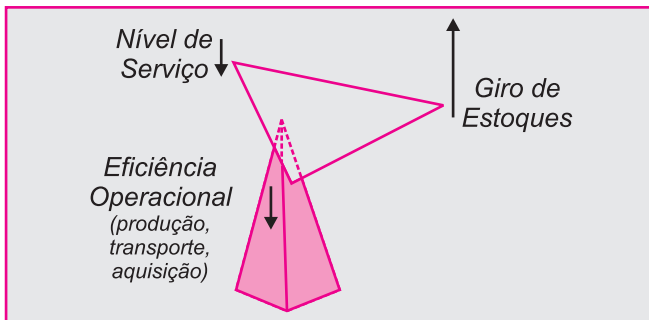


Figura 4: Provável Visão de Finanças sobre o Conflito entre os Objetivos da Gestão de Estoques

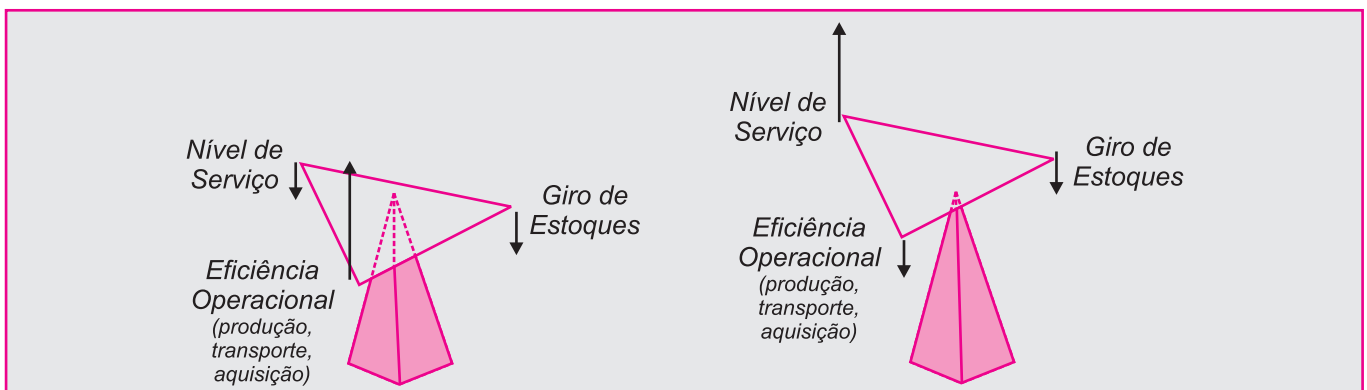


Figura 5: Prováveis Visões das Áreas de Operações e Vendas sobre o Conflito entre os Objetivos da Gestão de Estoques

de 294 unidades, um ponto de reposição (s) ótimo de 343 unidades, o estoque de segurança (igual à diferença entre o ponto de reposição e a demanda média durante o *lead-time*) ótimo de 43 unidades e uma perda média (P_m) ótima de 0,0366 unidades a cada ciclo de reposição, levando a custo de pedido de 5,10R\$ por dia, custo de estocagem de 6,84R\$ por dia, custo de falta de 0,199R\$ por dia e custo total de 12,14R\$ por dia. A proporção de ciclos com atendimento sem faltas seria de 99,35%; a proporção de demanda atendida sem faltas, de 99,9875%; o ciclo de reposição teria uma média de 2,94 dias; o estoque médio seria de 190,04 unidades; e o giro, de 0,526 vezes por dia. No Anexo 2, mostra-se como pode ser utilizado o Solver do Excel, em vez de o modelo apresentado no Anexo 1, para buscar os valores ótimos.

3.3.2. Cenário de simplificação do trabalho de gestão de estoques

Nesse cenário, a área de suprimentos definiria que se faria em média, aproximadamente, uma reposição por semana (ou seja, um pedido de 500 unidades a cada, aproximadamente, cinco dias). O ambiente de revisão permaneceria contínuo (daí a necessidade de ainda ser definido um ponto de reposição), mas os pedidos seriam de 500 unidades. Pode-se usar o Solver do Excel para realizar uma busca do valor do ponto de reposição que minimiza o custo total (calculado a partir da equação apresentada no Anexo 1). Havendo liberdade para definição do ponto de reposição que minimizasse o custo total considerando a restrição de pedido de 500 unidades, o valor ótimo do ponto de reposição seria de 340 unidades (o estoque de segurança, igual ao ponto de reposição menos a demanda média no *lead-time*, seria de 40 unidades). No Anexo 2, mostra-se o ajuste no Solver do Excel para rodar esse e os demais cenários. Com isso, o giro físico diário dos estoques seria de 0,345; a proporção de demanda atendida, de 99,9877%; o custo de pedido, de 3,00\$ por dia; o custo de estocagem, de 10,44\$ por dia; o custo de atendimento emergencial, de 0,197\$ por dia; e o custo total, de 13,64\$ por dia.

3.3.3. Cenário sem estoque de segurança

Nesse cenário, a área financeira definiria que se trabalharia sem estoque de segurança. Num ambiente de revisão contínua, sem incertezas, o ponto de reposição deve ser igual à demanda durante o *lead-time*. Havendo incerteza da demanda, o ponto de reposição deve ser calculado como a demanda média durante o *lead-time* mais um estoque de segurança. Como a demanda do produto pode ser explicada por uma distribuição normal, o estoque de segurança pode ser calculado como $z \times \sigma_L$ (apresentado no passo 3 do modelo do Anexo 1). O ponto de reposição seria, portanto, igual à demanda média durante o *lead-time* (300 unidades). Havendo liberdade para definição do lote que minimizasse o custo total considerando a restrição de

estoque de segurança zero, o valor ótimo do lote seria de 828 unidades. Com isso, o giro físico diário dos estoques seria de 0,236; a proporção de demanda atendida, de 99,1724%; o custo de pedido, de 1,80\$ por dia; o custo de estocagem, de 15,15\$ por dia (embora não haja estoque de segurança, o estoque de ciclo é bem maior, para que não haja tantas faltas); o custo de atendimento emergencial, de 13,24\$ por dia; e o custo total, de 30,19\$ por dia.

3.3.4. Cenário de atendimento quase integral da demanda

Nesse cenário, a área de vendas definiria que se buscaria uma proporção de demanda atendida sem faltas de ao menos 99,9999% (o restante também seria atendido, mas com a compra emergencial). Havendo liberdade para definição de estoque de segurança e lote que minimizassem o custo total considerando a restrição de atendimento, o valor ótimo do estoque de segurança seria de 66 unidades (fazendo com que o ponto de reposição fosse 366 unidades) e o lote de 289 unidades. Com isso, o giro físico diário dos estoques seria de 0,475; o custo de pedido, de 5,19\$ por dia; o custo de estocagem, de 7,58\$ por dia; o custo de atendimento emergencial, de 0,002\$ por dia; e o custo total, de 12,77\$ por dia.

3.3.5. Cenário de aumento do giro

Nesse cenário, a área de finanças definiria arbitrariamente, com o objetivo de atingir um giro elevado, que se buscaria um valor próximo de 1 para o giro diário (o valor 1 é arbitrário; como o giro na solução de menor custo total é de 0,526, sugeriu-se o valor 1 para indicar um giro mais alto do que o ideal, buscando avaliar o impacto nos demais indicadores). O giro de estoques é calculado como a demanda atendida sem faltas por dia dividida pelo estoque médio. Havendo liberdade para definição do ponto de reposição e do tamanho do lote que minimizassem o custo total considerando a restrição de giro ≥ 1 , o valor ótimo do ponto de reposição seria de 337 unidades e o tamanho do lote, de 125 unidades. A procura pelo giro maior leva a um lote menor, diminuindo o estoque médio, mas gerando uma quantidade maior de pedidos. Com isso, a proporção de demanda atendida seria de 99,9196%; o custo de pedido, de 11,99\$ por dia; o custo de estocagem, de 3,59\$ por dia; o custo de atendimento emergencial, de 1,287\$ por dia; e o custo total, de 16,86\$ por dia.

Na tabela a seguir, apresenta-se o resumo dos cenários básicos, que consideram *lead-time* de três dias, taxa de estocagem de 0,2% por dia e custo de pedido de 15\$.

Uma vez estruturados os processos de dimensionamento dos estoques, por meio de técnicas quantitativas que tornem explícitos os pesos dados aos objetivos de desempenho, pode-se passar ao próximo passo, que consiste em definir parâmetros que apliquem pesos a esses objetivos de forma coerente com a estratégia competitiva da empresa.

Resumo dos Cenários Básicos

Cenário	Lote	Ponto de Pedido	Estoque de Segurança	Custo de Pedido por Dia	Custo de Estocagem por Dia	Custo de Atendimento Emergencial por Dia	Custo Total por Dia	Proporção de Demanda Atendida sem Falhas	Estoque Médio (Unidades)	Giro Diário
Mínimo CT	294	343	43	5,10	6,84	0,199	12,14	99,9875%	190,04	0,526
Pedido de 500	500	340	40	3,00	10,44	0,197	13,64	99,9877%	290,06	0,345
Sem segurança	828	300	0	1,80	15,15	13,242	30,19	99,1724%	420,91	0,236
P2 = 99,9999%	289	366	66	5,19	7,58	0,002	12,77	99,9999%	210,50	0,475
Giro ~ 1	125	337	37	11,99	3,59	1,296	16,87	99,9190%	99,60	1,003

3.4. Passo 3: alinhar os objetivos de gestão dos estoques à estratégia competitiva

O passo 3 do modelo de gestão estratégica de estoques consiste em alinhar os objetivos de desempenho da gestão de estoques à estratégia competitiva da empresa, de forma a definir os parâmetros das técnicas quantitativas de dimensionamento de cada função dos estoques. Numa primeira análise, tomando-se o quadro 2 como referência, pode-se concluir que, se a estratégia competitiva da empresa for baseada em liderança em custos, os objetivos de desempenho de gestão que deverão ser priorizados são eficiência operacional e giro de estoques. Ao contrário, se a estratégia for baseada em diferenciação, ênfase deve ser dada ao objetivo de nível de serviço. Entretanto, essa análise é muito superficial.

Uma análise um pouco mais profunda deveria conhecer não apenas a estratégia competitiva, mas também a estratégia de operações, isto é, de que forma os objetivos das operações estão priorizados. Isso significa ter claro, dentre os objetivos de custo, velocidade de entrega, confiabilidade de entrega e as diversas dimensões de flexibilidade, quais os critérios ganhadores de pedidos – aqueles nos quais os clientes se baseiam para escolher seus fornecedores – e quais os critérios qualificadores – aqueles nos quais se deve obter um desempenho mínimo para que seja considerado como fornecedor (HILL, 2000). Esse aspecto parece fundamental para que se possam priorizar os objetivos da gestão de estoques, principalmente caso se trate de estoque de produtos finais, cuja disponibilidade afeta diretamente os critérios relacionados a entrega e flexibilidade.

Contudo, se não se está tratando de estoques de produtos finais, mas de estoques de semiacabados, matérias-primas ou ainda de estoques de peças de reposição, novamente não basta analisar o quadro 2, pois seria também superficial. Isso se dá principalmente em função das relações entre os objetivos de desempenho das operações. A figura 6 ilustra essas relações. Isso quer dizer que a melhoria de desempenho em flexibilidade gera maior velocidade no processo e maior confiabilidade, além de reduzir custos. O aumento da velocidade no processo

melhora a confiabilidade e reduz custos. Da mesma forma, o aumento da confiabilidade melhora a velocidade e reduz custos.

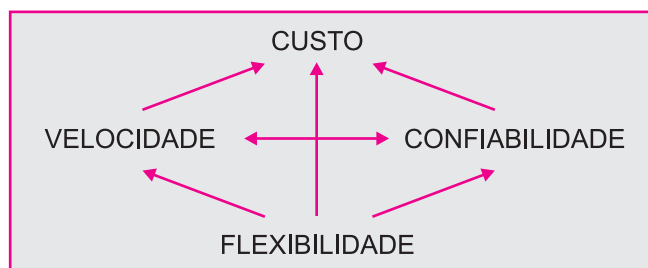


Figura 6: Relações entre Objetivos de Desempenho da Manufatura

Fonte: Adaptada de Slack, 2002, p.124.

Assim, ainda que o objetivo principal, derivado da estratégia competitiva, seja redução de custos, é possível que a melhor forma de alcançar esse objetivo, no que se refere à gestão de estoques, não seja por meio de um ataque direto, que enfatize os objetivos de giro de estoques e a eficiência operacional. É conveniente avaliar se não seria mais adequado buscar esse objetivo pelo ataque indireto, ou seja, aprimorando o desempenho em flexibilidade, velocidade ou confiabilidade, ações que teriam um efeito de redução de custos. Isso poderia significar a priorização do nível de serviço, no que se refere à gestão de estoques.

Outro aspecto a ser considerado é que, chegando-se à conclusão de que o importante é priorizar os objetivos de giro de estoques e a eficiência operacional, em qual deles colocar mais ênfase. A resposta está na análise da estrutura de custos da empresa. Algumas empresas têm custos elevados de manutenção de estoques, quer seja porque trabalham com produtos de alto valor, produtos sujeitos a deterioração ou

obsolescência, produtos que requerem condições especiais de armazenagem, quer seja porque operam num ambiente em que o custo do capital é muito elevado. Nesses casos, provavelmente o objetivo de giro de estoques será enfatizado. Outras empresas têm, entretanto, custos elevados de utilização da capacidade, requerendo garantir alta utilização dos recursos, seja porque têm pouca flexibilidade nos recursos, seja porque têm processos adequados à produção de altos volumes. Nesses casos, o objetivo de eficiência operacional será mais importante. Pode-se, na tentativa de diminuir o dilema, buscar um objetivo de minimização de custos totais. Para tanto, seria necessário que os gestores analisassem criteriosamente os custos da operação.

No exemplo do hospital, o ponto de minimização de custos totais, de acordo com o modelo indicado, seria uma quantidade de compra de 294 unidades, sempre que o estoque chegasse a um ponto de reposição de 343 unidades. Com isso haveria, em média, custo total de 12,14\$ por dia, custo de pedido de 5,10\$ por dia, custo de estocagem de 6,84\$ por dia, custo de atendimento emergencial de 0,20\$ por dia, proporção de demanda atendida de 99,9875% e giro físico de estoques diário de 0,526. Os indicadores parciais não apresentam os melhores valores para nenhuma das áreas da empresa (também não são os piores), mas é o melhor para a empresa, pois o custo total é o menor. Concluindo, não há uma receita pronta para definir a prioridade dos objetivos de gestão de estoques, mas os conceitos discutidos permitem estabelecer uma orientação estratégica para essa priorização, sumariada no quadro 3.

Uma vez determinada a orientação estratégica da gestão de estoques, ela deve refletir-se na determinação dos parâmetros de dimensionamento de cada função dos estoques, ou seja, estoque de segurança, de ciclo, de antecipação, de proteção, de processo e de trânsito. Nesse ponto, otimiza-se a gestão dos estoques, dadas as condições atuais dos processos de suprimento e de demanda. Significa tirar o máximo de desempenho do que se tem no momento. O próximo passo consiste em ir além, alterar as condições de contorno, aprimorando os processos de suprimento e demanda e aperfeiçoando a gestão dos estoques.

3.5. Passo 4: erguer o pivô – aprimorar o processo e a gestão

É provável que o passo 4 seja o que tem o potencial de gerar o maior salto no desempenho da gestão de estoques; entretanto, é conseguido geralmente com muito esforço e no médio prazo. Daí a importância de passar pelos passos de 1 a 3 e obter o máximo das condições atuais de gestão em prazo relativamente curto⁽⁶⁾.

O interessante do passo 4 é que, por meio de ações sobre o processo de suprimento, a melhoria na gestão da demanda e no tratamento dos dados dos itens de estoque, se consegue movimentar para cima o pivô que define as relações entre os três objetivos de gestão. Assim, pode-se melhorar o desempenho em um objetivo, sem prejuízo ou até mesmo melhorando o desempenho nos demais. Isso pode ser exemplificado utilizando-se a fórmula que calcula o estoque de segurança:

$$ES = z(F(z)) \times \sigma_L \quad [2]$$

em que:

ES = estoque de segurança;

$F(z)$ = função de distribuição acumulada da distribuição normal no ponto z ;

z = abscissa da distribuição normal padrão;

σ_L = desvio padrão da demanda no *lead-time*.

Nessa fórmula, o desvio padrão da demanda, representado por σ_L , consiste no pivô da gestão do estoque de segurança. A necessidade de estoque de segurança ocorre justamente em função da incerteza da demanda (ou do suprimento, se houver). Quando, por meio de alguma ação, se reduz a incerteza da demanda, reduzindo σ_L , torna-se possível reduzir o estoque de segurança, aumentando o nível de serviço e o tempo de ressuprimento. A figura 7 ilustra esse efeito.

As ações de aprimoramento do processo e da gestão podem ser divididas em três categorias: melhorias no processo de suprimento, melhorias no processo de gestão da demanda e melhorias no processo de gestão dos estoques.

Quadro 3

Orientação Estratégica para Priorização dos Objetivos da Gestão de Estoques

Estratégia Competitiva	Abordagem para Redução de Custos	Estrutura de Custos da Empresa	Objetivo de Gestão de Estoques Priorizado
Liderança em custos	Ataque direto	Maior peso em custos de estoques	Giro de estoques
		Maior peso em custos de capacidade	Eficiência operacional
Diferenciação	Ataque indireto		Nível de serviço

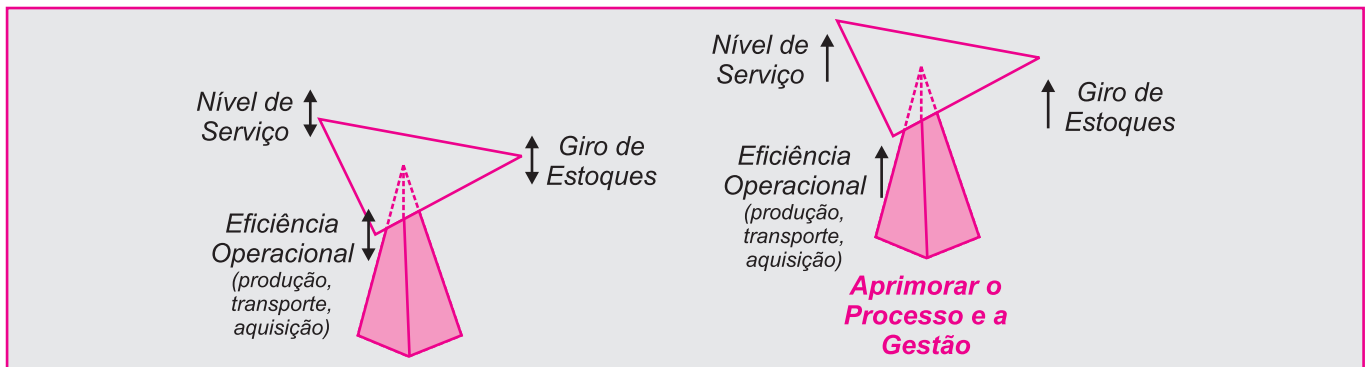


Figura 7: Melhorando o Desempenho de Objetivos por meio do Aprimoramento do Processo e da Gestão

- **Melhorias no processo de suprimento** – redução das incertezas de fornecimento por meio de seleção de fornecedores, desenvolvimento de fornecedores, parcerias e compartilhamento de informações com os fornecedores, escolha de fornecedores mais próximos, redução dos custos de emissão de pedidos, redução de custos de *setup* de equipamentos, aprimoramento da manutenção de equipamentos visando reduzir paradas não planejadas, aprimoramento da flexibilidade dos equipamentos, aprimoramento da qualidade da produção, redução dos tempos de processo e de transporte, sobreposição de atividades e eliminação de atividades que não agregam valor, entre outras ações.
- **Melhorias no processo de gestão de demanda** – aprimoramento da previsão da demanda, aplicando modelos de previsão adequados que combinem métodos quantitativos e qualitativos, administração da demanda (sempre que possível) e reduzindo a amplitude e as variações entre **picos** e **vales**, entre outras ações.
- **Melhorias no processo de gestão dos estoques** – acima de tudo tratamento de itens diferentes de forma diferente, classificação de itens segundo padrão de demanda, segundo criticidade (custo de falta), cálculo das incertezas de forma individualizada para cada item, determinação do custo de armazenagem e de pedido de forma individualizada para cada item, adoção de modelo de gestão adequado às características de cada item, entre outras ações. A busca por valores individuais para cálculo de parâmetros dos itens não significa que não se deve avaliar a sinergia entre itens, o que poderia levar a resultados ainda melhores.

Voltando ao exemplo, algumas análises podem ser feitas. Caso o *lead-time* possa ser diminuído de três para dois dias (aprimorando-se o processo de trabalho, por exemplo), um novo ponto ótimo de operação seria encontrado. A quantidade

de compra seria de 293 unidades (uma unidade a menos), sempre que o estoque chegasse a um ponto de reposição de 235 unidades (o estoque de segurança baixaria em oito unidades). Com isso, em média, o custo total seria de 11,82\$ por dia (3% menor); o custo de pedido, de 5,12\$ por dia (0,4% maior); o custo de estocagem, de 6,54\$ por dia (4,5% menor); o custo de atendimento emergencial, de 0,167\$ por dia (16% menor); a proporção de demanda atendida, de 99,9895% (0,2% maior); e o giro físico de estoques diário, de 0,551 (5% maior).

De forma semelhante, se o custo de pedido cair para 10R\$, passa a ser mais vantajoso pedir com frequência maior. Com isso, a quantidade de compra seria de 241 unidades, sempre que o estoque chegasse a um ponto de reposição de 344 unidades (praticamente sem alteração do estoque de segurança em relação ao cenário com *lead-time* = 3 dias e $c_p = 15R\$$). Com isso, em média, o custo total seria de 10,28\$ por dia (15% menor); o custo de pedido, de 4,15\$ por dia (19% menor); o custo de estocagem, de 5,92\$ por dia (13,5% menor); o custo de atendimento emergencial, de 0,203\$ por dia (2% maior); a proporção de demanda atendida, de 99,9873% (0,0002% menor); e o giro físico de estoques diário, de 0,608 (15% maior).

Nas duas variações anteriores, praticamente só há benefícios. Entretanto, caso a empresa consiga uma taxa de estocagem mais baixa (com juros menores ou sistemas mais eficientes de armazenagem), o giro físico decorrente da busca do ótimo global diminuirá. Se essa taxa de estocagem fosse de 0,1% por dia, a quantidade de compra seria de 414 unidades (41% maior) sempre que o estoque chegasse a um ponto de reposição de 345 unidades (praticamente sem alteração do estoque de segurança em relação ao cenário com taxa de 0,2% por dia). Com isso, em média, o custo total seria de 8,26\$ por dia (32% menor); o custo de pedido, de 3,62\$ por dia (29% menor); o custo de estocagem, de 4,54\$ por dia (34% menor, apesar de o giro ser menor); o custo de atendimento emergencial, de 0,099\$ por dia (50% menor); a proporção de demanda atendida, de 99,9938% (0,006% maior); e o giro físico de estoques diário, de 0,397

(25% menor). Nessa situação, fica clara a inadequação do indicador de giro físico.

4. CONCLUSÕES

O estudo aqui relatado permite afirmar que a abordagem estratégica e sistêmica de gestão de estoques é adequada para as empresas, na medida em que desempenhos superiores podem ser conseguidos por meio da busca de objetivos mais

amplos, não havendo a limitação de busca por otimizações locais. O exemplo quantifica as compensações existentes entre os interesses das áreas da empresa, demonstrando perdas e ganhos, para todas as áreas, decorrentes da busca de indicadores locais (de uma área em particular). Além disso, apresenta-se uma abordagem de como aprimorar o processo de gestão, tomando, no entanto, o cuidado de alertar que a busca por melhorias globais pode levar à deterioração de indicadores locais. ◆

NOTAS

- (1) Essa afirmação, embora não tenha respaldo de evidência científica empírica, surge da experiência profissional de consultoria dos autores.
- (2) Idem.
- (3) É certo que ferramentas computacionais de gestão existem e são utilizadas há mais tempo. Entretanto, a ênfase nessas ferramentas, que não incorporavam técnicas mais sofisticadas de gestão de estoques, era própria da gestão contábil e financeira.
- (4) Por simplificação, não se está considerando aqui a parte do estoque inicial que esteja eventualmente
- alocada e, portanto, não disponível, tampouco a quantidade pendente de entrega que já tenha sido solicitada ao processo de suprimento.
- (5) Assume-se aqui que se está tratando de itens com demanda independente, já que itens com demanda dependente não devem ter a demanda prevista, mas sim calculada por meio de técnicas como o cálculo de necessidades de materiais.
- (6) Segundo a experiência dos autores, na maioria das empresas é possível implementar os passos 1, 2 e 3 num prazo de cerca de três a quatro meses.

REFERÊNCIAS

- CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. *Planejamento, programação e controle da produção*. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- HILL, T. *Manufacturing strategy: text and cases*. Boston: McGraw-Hill, 2000.
- KENNY, John. Linking sales and supply chain to improve S&OP performance – closing the loop on forecasting with at-risk inventory management. In: APICS INTERNATIONAL CONFERENCE, 2006, Wichita. *Proceedings...* Wichita, KS: APICS, 2006.
- KORHONEN, Kirsj; PIRTILÄ, Timo. Cross-functional decision-making in improving inventory management decision procedures. *International Journal of Production Economics*, v.81-82, n.1, p.195-203, 2003.
- LOVE, S.F. *Inventory control*. New York: McGraw-Hill, 1979.
- PETERSON, R.; SILVER, E.A. *Decision systems for inventory management and production control*. New York: John Wiley & Sons, 1985.
- ROBISON, James A. Inventory profile analysis: an aggregation technique for improving customer service while reducing inventory. *Production and Inventory Management Journal*. In: APICS INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXPOSITION SAN ANTONIO, TEXAS Second Quarter 2001. p.8-13.
- ROSS, Dan. Driving world-class manufacturing with inventory optimization. In: APICS INTERNATIONAL CONFERENCE, 2003, Wichita. *Proceedings...* Wichita: APICS, 2003.
- SLACK, Nigel. *Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais*. São Paulo: Atlas, 2002.
- VASCONCELLOS, Luis Henrique Rigato; SAMPAIO, Mauro. The stockouts study: an examination of the extent and the causes in the São Paulo supermarket sector. *Brazilian Administration Review*, Curitiba, v.6, n.3, p.263-279, July/Sept. 2009.

ABSTRACT

Strategic management of stocks

This study shows the usefulness of a strategic and systemic vision for inventory management, avoiding partial optimizations. The suggested approach is to identify conflicts of interest connected with stock, resulting from the work of the areas of operations, finance and marketing, and finding out how to optimize the company's overall performance. A numerical example is used to evaluate operating performance (fill rate, turnover, mean stock, safety stock) and economic performance (partial and total costs) in various scenarios, in which, at first, partial visions predominate. After this, based on a systemic vision, there is a search for more suitable solutions for the company as a whole. Finally, sensitivity analyses are presented. They indicate possible ways of improving overall performance, even if this is achieved at the expense of local indicators.

Keywords: inventory management, systemic approach, performance indicators.

RESUMEN

Gestión estratégica de stocks

Se plantea en este trabajo la necesidad de las empresas de contar con una visión estratégica y sistémica en la gestión de almacenamiento, en lugar de la práctica de buscar optimizar localmente sus indicadores parciales. El análisis sugerido consiste en identificar los conflictos de interés asociados a los *stocks*, originados de la actuación de las áreas de operación, finanzas y *marketing*, así como en descubrir cómo optimizar el desempeño global de la empresa. Se utiliza un ejemplo numérico para evaluar el desempeño operativo (proporción de demanda atendida, giro, *stock* promedio, *stock* de seguridad) y el desempeño económico (costos parciales y costo total) en diferentes escenarios, en los cuales hay, inicialmente, el predominio de visiones parciales, y -desde una visión sistémica- la búsqueda por soluciones más adecuadas a la empresa en su totalidad. Finalmente, se presentan análisis de sensibilidad que señalan alternativas posibles para mejorar el desempeño global, aunque haya perjuicios en indicadores locales.

Palabras clave: gestión de *stock*, análisis sistémico, indicadores de desempeño.

inspiração

**A administração eficaz
concretiza-se em ações,
mas começa com ideias.**

*A Rausp está voltada à disseminação de
pesquisas e idéias que agreguem valor ao
trabalho de acadêmicos e praticantes de
Administração.*

Assine a Rausp

Para informações ligue
(11) 3091-5922 ou 3818-4002
e-mail: rausp@usp.br

www.rausp.usp.br

ANEXO 1 – MODELO MATEMÁTICO

O modelo matemático, baseado em Hadley & Whitin (1963, *apud* LOVE, 1979) e Peterson e Silver (1985), tem como hipóteses: ambiente de revisão contínua, demanda estável (baseada em distribuição normal com média e desvio padrão conhecidos), custos associados conhecidos e constantes no tempo, *lead-time* determinístico, taxa de suprimento infinita e perda de venda em caso de falta. O custo total da operação pode ser calculado com a seguinte equação:

$$CTP = c_p \times \frac{D_m}{Q + P_m} + c_e \times \left(\frac{Q}{2} + s - D_{mL} + P_m \right) + c_f \times P_m \times \frac{D_m}{Q + P_m} \quad [1]$$

em que:

Q = tamanho do lote de compra;

s = ponto de pedido;

D_m = demanda média;

c_e = custo unitário de estocagem (aqui considerado como o custo unitário de material multiplicado pela taxa de estocagem);

D_{mL} = demanda média durante o *lead-time*;

CTP = custo total no período;

c_p = custo de pedido;

c_f = custo unitário de falta (aqui considerado como o custo adicional decorrente do atendimento emergencial, ou seja, o custo de pedido emergencial mais a diferença entre o custo de material emergencial e o custo de material normal);

P_m = perda média por ciclo de reposição (a quantidade comprada emergencialmente).

Caso se busque a minimização da função-objetivo apresentada acima, o modelo de reposição proposto seria baseado num processo iterativo para encontrar s e Q (com P_m , a perda média por ciclo de reposição, igualada a zero na primeira iteração).

$$1^\circ \quad Q = \sqrt{\frac{2 \times D_m \times (c_p + c_f \times P_m)}{c_e}} \quad [2]$$

$$2^\circ \quad F(z) = \frac{c_f \times D_m / Q}{c_f \times D_m / Q + c_e}$$

$$3^\circ \quad s = D_{mL} + z(F(z)) \times \sigma_L$$

$$4^\circ \quad P_m = \sigma_L \times I\left(\frac{s - D_{mL}}{\sigma_L}\right) \quad [3]$$

em que:

$F(z)$ = função de distribuição acumulada da normal no ponto z ;

z = abscissa da normal padrão;

σ_L = desvio padrão da demanda no *lead-time*;

$I(z)$ = integral de perda da normal padrão.

ANEXO 2 – USO DO SOLVER DO EXCEL PARA CHEGAR AOS RESULTADOS ÓTIMOS PARA CADA CENÁRIO

CENÁRIO DE MÍNIMO CUSTO TOTAL

A equação [1] de custo total apresentada no modelo matemático (ANEXO 1) tem a forma aproximada de uma pia, como mostra o gráfico ao lado. Na busca pelos valores de Q e s , que levam ao menor custo total (sem restrições de qualquer natureza), a função apresenta um único ponto de mínimo (o centro da região amarela). Por esse motivo, a função de busca do Solver do Excel é satisfatória. Nas células de uma mesma linha da planilha, são colocadas as seguintes equações:

- Tamanho do lote (Q): em branco.
- Ponto de reposição (s): em branco.
- Estoque de segurança: $ES = s - D_m \times LT$.
- Coeficiente de segurança: $z = ES/\sigma_L$.
- Função densidade de probabilidade: $f(z) = \text{DIST.NORM}(z;0;1; \text{FALSO})$.
- Função de probabilidade acumulada: $F(z) = \text{DIST.NORMP}(E26)$.
- Integral de perda da normal padrão: $I(z) = f(z) - z * (1 - F(z))$.
- Perda média por ciclo: $P_m = I(z) \times \sigma_L$.
- Custo de pedido total por dia: $C_{\text{pedido}} = c_p \times \frac{D_m}{Q + P_m}$.
- Custo de estocagem total por dia: (CEstocagem) = $c_e \times \left(\frac{Q}{2} + s - D_{mL} + P_m \right)$.
- Custo de falta total por dia: (CFalta) = $c_f \times P_m \times \frac{D_m}{Q + P_m}$.
- Custo total por dia: $(CT) = C_{\text{pedido}} + C_{\text{Estocagem}} + C_{\text{Falta}}$.
- Proporção de demanda atendida sem faltas: $\text{Propdem} = Q / (Q + P_m)$.
- Ciclo de reposição em dias: $\text{Ciclo} = (Q + P_m) / D_m$.
- Estoque médio: $\text{Estoque médio} = Q/2 + s - D_{mL} + P_m$.
- Giro diário: $\text{Giro} = (D_m - P_m \times D_m / (Q + P_m)) / (\text{Estoque médio})$ ou $\text{Giro} = D_m \times \text{Propdem} / \text{Estoque médio}$.

Abrindo o Solver do Excel

- Célula de destino = célula em que se encontra a equação do custo total (CT).
- Células variáveis (variáveis independentes) = células em que se encontram Q e s .
- Restrições: Q e s maiores ou iguais a zero; Q e s inteiros.

Em “opções” do Solver

- Iterações = 9999; Precisão = 0,0000000001; Tolerância = 0,0005%; Convergência = 0,000001.
- Não se deve marcar “Presumir modelo linear”, pois não se trata de programação linear.

CENÁRIO DE PEDIDO DE 500 UNIDADES

Nesse caso, define-se *a priori* que $Q = 500$ unidades.

Abrindo o Solver do Excel

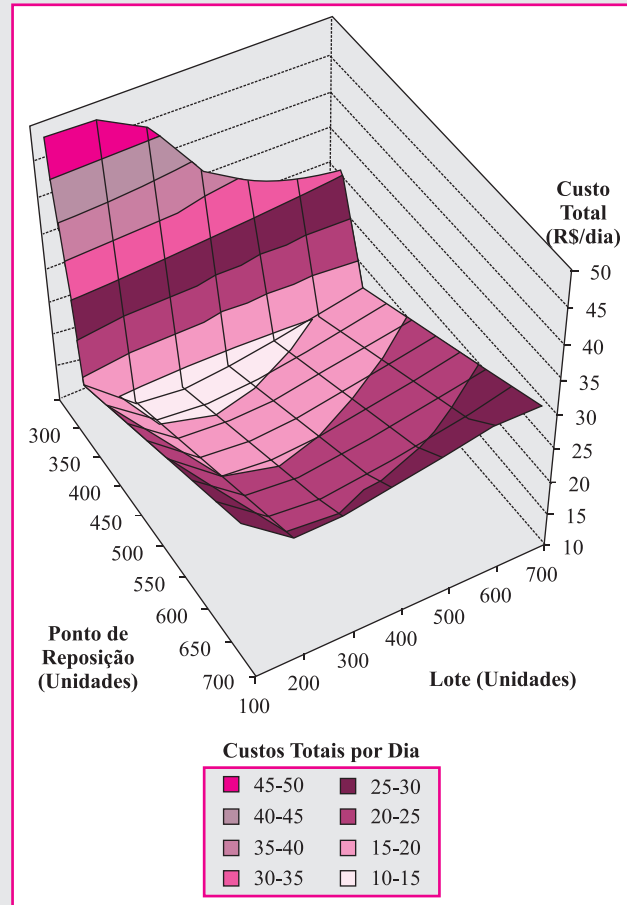
- Célula de destino = célula em que se encontra a equação do custo total (CT).
- Células variáveis (variáveis independentes) = célula em que se encontra s .
- Restrições: s maior ou igual a zero; s inteiro.

CENÁRIO SEM ESTOQUE DE SEGURANÇA

Nesse caso, define-se *a priori* que $s = 300$ unidades.

Abrindo o Solver do Excel

- Célula de destino = célula em que se encontra a equação do custo total (CT).
- Células variáveis (variáveis independentes) = célula em que se encontra Q .
- Restrições: Q maior ou igual a zero; Q inteiro.



Custo Total em Função de Ponto de Reposição e Tamanho de Lote

CENÁRIO DE ATENDIMENTO QUASE INTEGRAL DA DEMANDA (PROPDEM = 99,9999%)

Abrindo o Solver do Excel

- Célula de destino = célula em que se encontra a equação do custo total (CT).
- Células variáveis (variáveis independentes) = células em que se encontram Q e s .
- Restrições: Q e s inteiros; $Q \geq 1$; $s \geq 1$; $\text{Propdem} \geq 99,9999\%$.

Nesse caso, Q e s devem ser maiores do que zero para evitar que o Solver não encontre solução viável.

CENÁRIO DE GIRO PRÓXIMO DE 1

Abrindo o Solver do Excel

- Célula de destino = célula em que se encontra a equação do custo total (CT).
- Células variáveis (variáveis independentes) = células em que se encontram Q e s .
- Restrições: Q e s inteiros; $Q \geq 1$; $s \geq 1$; Giro diário ≥ 1 .

Nesse caso, Q e s devem ser maiores do que zero para evitar que o Solver não encontre solução viável.