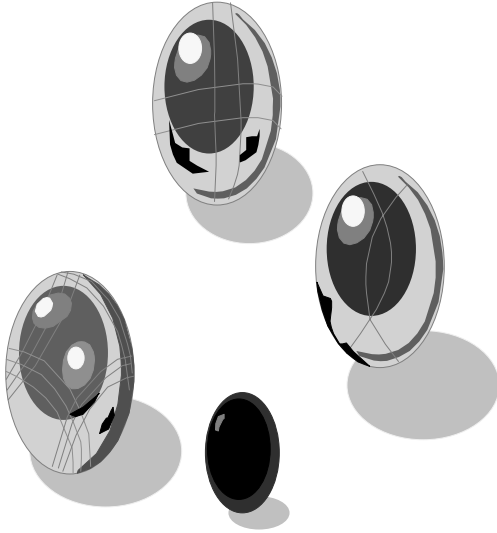


COMO DETERMINAR A QUANTIDADE DE ESTOQUE IDEAL?



- ✓ Quanto custa o estoque?
- ✓ Quando comprar novamente?
- ✓ Que tamanho deve ter o estoque?
- ✓ Com que frequência devemos fazer nossas encomendas e quais as quantidades?
- ✓ Como reduzir custos com estoques?
- ✓ Como determinar o estoque-reserva?
- ✓ Como determinar o estoque em um ambiente de demanda fixa e variável?

Afonso Celso B. Tobias (afonso@fcavalcante.com.br)

- Consultor da Cavalcante Consultores, responsável na área de treinamento e consultoria financeira.
- Administrador de Empresas e Contador pela Universidade Mackenzie.
- Atuou durante 10 anos como consultor financeiro pela Coopers & Lybrand nas áreas de Corporate Finance e Planejamento e Análise de Negócios e 3 anos como gerente de fusões e aquisições pelo Banco Real de Investimento e Banco Alfa de Investimento
- Mestrando pela Universidade Mackenzie em Administração de Empresas com ênfase em Gestão Econômico-financeira.
- Pós-graduado em Economia pela Universidade Mackenzie e Planejamento e Controle Empresarial pela Fundação Armando Álvares Penteado – FAAP.
- Professor de pós-graduação em Planejamento e Controle Empresarial e Administração Contábil e Financeira pela Fundação Armando Álvares Penteado – FAAP.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. QUANTO CUSTA MANTER UM ESTOQUE?	4
3. DETERMINANDO QUANTO E QUANDO ESTOCAR	5
4. QUAL A FUNÇÃO DO ESTOQUE?	6
5. CASO PRÁTICO 1: PAPELARIA COM A DEMANDA FIXA.....	9
6. CASO PRÁTICO 2: PAPELARIA COM DEMANDA VARIÁVEL	13

1. Introdução

Estoque é um suprimento de tudo aquilo que é guardado para uso ou venda posterior.

- O gado numa fazenda de criação, guardando embarque para o abate, é estoque.
- As peças numa loja, aguardando para serem usadas num produto acabado, são estoques.
- Até as lâminas de barbear no seu armário de banheiro são estoques.

Vamos refletir um pouco sobre esse último exemplo:

- Quantas lâminas devem ser compradas de uma só vez?
- Quando comprar novamente?

Para responder a esta pergunta, precisamos, é claro, saber:

- A frequência de uso
- O custo de armazenamento do estoque (não apenas o custo do espaço, mas a perda de juros sobre o capital investido, ou seja, o custo do capital próprio)
- Os descontos concedidos em compras a granel
- A probabilidade do preço das lâminas subir ou baixar durante o intervalo entre os pedidos
- Os custos ligados à compra (ex.: tempo, gasolina, etc.)
- Alguma medida do aborrecimento ao ficar sem lâminas ou ter de usar lâminas cegas

Se o problema de lâminas de barbear no seu armarinho do banheiro parece uma frivolidade é porque o montante em questão não deve fazer nenhuma diferença e, quando a palavra “estoque” é empregada, pensa-se imediatamente em mercadorias colocadas nas prateleiras de uma loja, material de depósito de uma fábrica ou peças que pretendemos utilizar na produção.

Nesses casos, os montantes envolvidos podem ter muitas conseqüências e os problemas serem bem complicados.

2. Quanto custa manter um estoque?

Da mesma forma como o que acontece com uma fila de clientes, **geralmente mantemos um estoque quando custa menos ter mercadorias estocadas do que não ter.**

Melhor dizendo, **o estoque pode significar economia e constituir-se em um investimento com determinada renda que pode ser calculada.**

Nosso objetivo deve ser o de maximizar o retorno sobre esse investimento feito e não necessariamente o de minimizar os custos.

Afinal, num sentido mais restrito, o estoque que custa menos é aquele que não existe.

Mas é raro o sistema ou a organização se abster de um estoque mínimo.

Discutiremos, portanto, neste Up-to-Date sobre três tipos de custo que constituem o que chamaremos de custo “total” de um estoque:

- **Os custos de manter um estoque excedente:** são os de manter mais mercadorias em estoque do que é necessário.
- **Os custos de estoque em falta:** é o preço que se paga (perda de lucros, atrasos na produção, paralisações, etc.) por não ter à mão uma peça ou um produto necessário para venda ou uso.
- **Os custos de preparação (ou de encomenda):** são os custos de organizar a produção, ou da encomenda, de uma certa quantidade do estoque para atender às necessidades previstas.

Existem outros custos também, mas não vamos nos preocupar com eles neste momento.

Por exemplo, pode-se reduzir os custos de estocagem construindo um depósito em vez de alugar espaço em um armazém, ou, então, mudar o depósito de cidade para um subúrbio, ou ainda remanejando a distribuição interna da fábrica ou do escritório.

No entanto, vamos supor que tudo isso já foi levado em conta anteriormente.

Nosso problema é simplesmente o seguinte:

- Dadas as condições prevalecentes (custo de espaço, custo das mercadorias, custo de encomendar, etc.) e especialmente em vista da oferta e da procura, **que tamanho deve ter o nosso estoque?**
- **Com que frequência devemos fazer nossas encomendas e quais as quantidades?**

3. Determinando quanto e quando estocar

Sob sua forma mais simples, o problema de quanto e quando encomendar apresenta três parâmetros (condições dadas, fatores limitativos, etc.):

- A frequência com que o estoque é movimentado (ou uso previsto), é simbolizado pelo r ;
- Os custos de estocagem (C_E)
- Os custos de preparação (C_P)
- Se soubermos esses valores, então poderemos estabelecer o lote econômico de compra (**EOQ**) ou quantidade ótima (Q_o), utilizando uma variação da equação criada por F. W. Harris em 1915 e chamada de fórmula do “tamanho do lote” ou da “raiz quadrada” de grande utilidade até os dias de hoje:

Vejamos a sua fórmula:

$$Q_o = \sqrt{\frac{2rC_p}{C_e}}$$

Isto é, essa equação refere-se a “quantidade ótima (lote econômico) que é igual à raiz quadrada de 2 vezes a taxa de uso (r), multiplicada pelos custos de preparação (C_P) e dividida pelos custos de estocagem (C_E)”

Obs.:

Essa fórmula pressupõe a simplicidade e previsibilidade à situação de estoque, características estas que no geral não existem. Não obstante, serve como um direcionador de um estoque “ideal”.

4. Qual a função do estoque?

Estoque é o suprimento de algo que é armazenado para uso ou venda posterior (o que está certo!).

Mas talvez seja melhor encarar o estoque como um sistema. Sistema esse que possa ser programado e estabelecido por meio de modelos (equações matemáticas).

Esse sistema tem três componentes:

- **“Input”** (o estoque que entra no sistema).
- **Armazenamento** (o estoque que é mantido nele).
- **“Output”** (o estoque que sai do sistema).

Em um lado do sistema temos o suprimento e em outro a demanda. Na realidade, o estoque pode ser definido como sendo algo que fica entre a oferta e a procura e cuja função é diminuir a urgência com que uma depende da outra.

Na prática, cada unidade em estoque representa a compra de uma unidade de “tempo”, ou seja, precisamos de estoque fundamentalmente por causa do fator chamado atraso e o custo superior que ele possa vir a causar.

Melhor dizendo, às vezes, a oferta está atrasada em relação à demanda, mas às vezes é a demanda que se atrasa em relação a oferta.

Se a oferta fosse igual à demanda não haveria necessidade alguma de se manter um estoque, ou seja, se pudéssemos fornecer imediatamente o que fosse pedido (e se não houvesse custos de preparação).

Tais sistemas já existem. Um deles é o fornecimento de eletricidade, que é sempre igual à demanda, ou seja, você só paga o que consome e não há custos de encomenda. Outro é o fornecimento de gás, caso você use gás de rua, você só paga o que consome, desconsiderando o valor mínimo.

Alguma vez você ficou com muita sede, foi até o bebedouro de água mineral e verificou que o galão estava vazio? Ou pior, que não havia outro em estoque e que o fornecedor só entregaria na próxima semana?

Se você se lembra dessa situação, então sabe dar valor ao estoque e todos os problemas correlatos.

Sem estoque de água mineral na empresa ou em casa, toda vez que você precisar de um galão para saciar a sua sede, tem de chamar o entregador de água mineral para fazer uma entrega de emergência.

Dessa forma, você fica totalmente na dependência dele - e ele de você, pois você pode chamá-lo a qualquer hora do dia ou da noite e se ele não o atende imediatamente talvez perca o freguês.

Mas, mantendo um estoque de água mineral, você simplesmente reduz a urgência dessa dependência, pois neste caso não é possível esperar até a próxima entrega programada ou até mesmo que seja efetuada a entrega no final do dia a um custo maior (urgência) com o calor que está fazendo hoje.

Pelo fato de existir esse pequeno estoque a oferta e a procura poderiam estar defasadas.

A reserva de água mineral representa a “compra de tempo” (custo do tempo em horas, dias, , semanas, meses, etc.) antes de você ter de voltar ao fornecedor para satisfazer suas necessidades desse material.

De certo modo, o estoque representa tempo de entrega, tempo de produção, etc. - o tempo que leva para produzir e/ou entregar unidades estocadas a partir do momento em que o pedido é colocado até o momento da entrega e o seu efetivo uso.

Mas o estoque também tem duas outras funções, duas das quais são de grande importância:

- Reduzir os custos de preparação (os custos de encomendar, expedir, organizar a produção, etc.) tornando possíveis maiores pedidos, remessas e turnos de produção.
- Garantir o sistema contra os prejuízos (por vezes colossais) devidos a faltas ou atrasos.

Para saber qual das duas é a mais importante vai depender do estoque em questão.

A maioria dos sistemas de estocagem, como já frisamos, inclui “input”, armazenamento e “output”.

O estoque, num sistema comum, estará no começo, como parte do estoque de entradas (por exemplo, como matérias-primas ou peças) em trânsito através do sistema (como parte do processo de produção) e no fim do sistema, como estoque de saída (como produtos acabados).

Todos esses diferentes estoques existem pelas mesmas razões básicas (ou seja, têm as mesmas funções), mas a importância em cada caso varia um pouco (como, na realidade, varia de empresa para empresa). Exemplificando:

- **A função básica dos estoques de entrada** (matérias-primas, peças, produtos acabados, etc., aguardando utilização) é assegurar-se contra fornecimento e entregas incertas, reduzir custos da colocação de pedidos e tirar proveito das vantagens de preço (por exemplo, desconto por volume).
- **A função básica dos estoques em trânsito** (produtos semi-acabados, peças, etc., ligados ao processo de produção) é assegurar produção uniforme, evitar atrasos, levar em conta o fato de que pode haver oscilações na capacidade de produção de diferentes homens, máquinas, seções, etc.

Muitas vezes os estoques para diversas máquinas ou seções podem ser estabelecidos individualmente e constituir-se em sistemas dentro do sistema geral de estocagem.

- **A função primordial dos estoques de saída** (produtos acabados, peças, etc., aguardando para serem vendidos ou despachados), logicamente, é permitir flutuações da demanda. A grosso modo, pode-se ter uma demanda e, no entanto, achar mais econômico manter uma

produção igual o ano todo, criando estoques de reserva para enfrentar as variações na demanda.

Mas qualquer que seja o problema de estocagem, quaisquer que sejam os custos ou fatores em questão, tudo se resume ao ponto que analisamos (quando e quanto encomendar) e/ou o ponto que vamos analisar (qual o nível ou posição do estoque que devemos manter), isto é, qual é o nível ótimo de acordo com os nossos objetivos (geralmente, custos mínimos)?

Para responder a isso, vamos apresentar dois casos práticos bastante interessantes.

5. Caso Prático 1: Papelaria com a demanda fixa

Para tornar a coisa mais clara, imaginemos uma pequena papelaria que vende um produto que nunca se torna obsoleto (não perde o valor), para o qual sempre há uma demanda de 4.000 unidades por ano.

Se custa ao dono da loja \$0,10 por unidade para estocar o produto numa base anual (custo do espaço, seguro, etc.), e mais \$2,00 para encomendá-lo (formulários, manuseio, correio, etc.) independentemente da quantidade pedida, talvez queira saber com que frequência deve colocar seus pedidos e quanto deve encomendar.

A fórmula da raiz quadrada indica o seguinte:

$$r = 4.000 \text{ unidades}$$

$$C_E = \$0,10$$

$$C_P = \$2,00$$

$$Q_o = \sqrt{\frac{2 \times 4000 \times 2,00}{0,10}} = 400 \text{ unidades}$$

Em outras palavras, o dono da papelaria deve encomendar 400 unidades por vez, pois essa é a quantidade mais econômica a ser adquirida, conhecido como “**lote econômico de compra**”.

Muito bem, mas...

Quando deve fazer o pedido? Já que ele encomenda 400 peças por vez, e a taxa de uso é de 4.000 por ano, isso significa que terá de colocar um pedido 10 vezes ao ano (4.000 dividido por 400 se quiser atender à demanda).

E dividindo por 365 (dias do ano) por 10 teremos 36,5, o que quer dizer que ele deve colocar um novo pedido a cada 36,5 dias, supondo que a demanda seja sempre igual e não ocorram faltas ou escassez.

Certo, mas...

Quando é que ele deve colocar o pedido, ou seja, em que ponto deve ser feito o pedido?

Se a entrega é imediata, não há problema: é só pedir mais 400 unidades quando tiver vendido a última unidade em estoque. Nesse caso, a posição do estoque colocada em gráfico, segue o padrão clássico da fig. 1, em que o estoque é reduzido a uma taxa constante de $Q_0 = 400$ pra $Q = 0$ num período de tempo ($t = 36,5$ dias), devendo que o estoque médio ser Q_0 dividido por 2.

Os custos totais do estoque podem ser estabelecidos pela fórmula:

$$(Q_0 / 2) \times C_E + N \times C_P$$

em que N = número de pedidos.

Nesse caso, os custos totais do estoque são iguais a:

$$(200 \times \$0,10) + (10 \times \$2,00) = \$40 \text{ por ano}$$

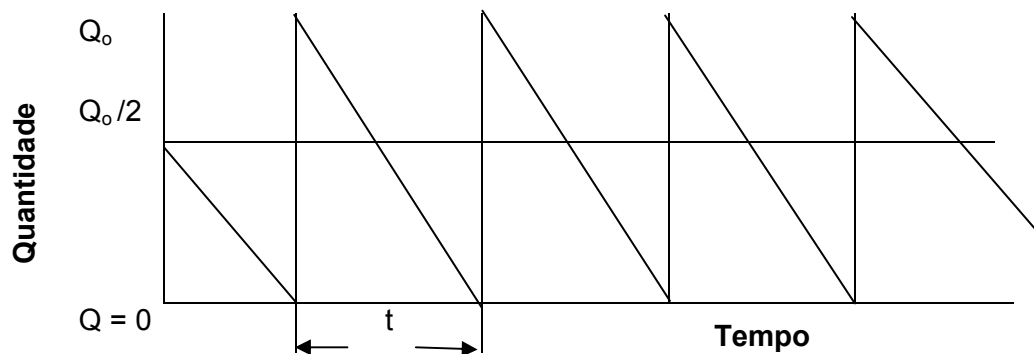


Fig. 1 - Nível de Estoque

É claro que os problemas de estocagem devem ser um pouco mais complexos do que o acima.

Em primeiro lugar, a entrega dificilmente é imediata.

Pode levar horas, dias ou até anos (até meio século ou mais, no caso de um fabricante de papel que espera que as sementes plantadas se transformem em árvores para se tornar papel de verdade) para que a entrega seja efetuada.

Se essa defasagem na entrega for conhecida com precisão, não há problema. Basta planejar retroativamente a partir da data que o estoque (Q) atinge o zero para estipular a data de colocar novo pedido.

Se a entrega leva uma semana, por exemplo, então pode-se fazer a encomenda uma semana antes da data em que $Q = 0$.

O importante é lembrar que o ponto de fazer novo pedido (supondo que a taxa de uso é constante) deve basear-se no tempo, e não na quantidade ou no nível do estoque, o que é contrário ao hábito consagrado de muitas empresas.

Se o estoque baixa num ritmo constante (como na fig. 1), pode-se traçar uma linha perpendicular da escala de tempo para determinar a posição do estoque em que um pedido deve ser colocado.

Mas se a taxa de uso for variável (problema que vamos abordar logo mais), então a probabilidade de demanda durante o período em que se aguarda a entrega deve ser determinada e utilizada para seguir retroativamente ao longo da linha de nível-de-estoque para achar o valor específico de Q ao qual um novo pedido dever ser colocado com o fornecedor.

O problema com este tipo de cálculo é que a entrega quase sempre nunca é 100% certa.

A incerteza do fornecimento, a possibilidade de uma interrupção no transporte, etc., torna possível que o prazo de entrega seja ultrapassado.

O que, então, deve fazer o executivo que se preocupa com o estoque?

Ele resolve o problema mantendo o que se chama de **estoque-reserva**, ou de segurança. Nosso estoque clássico agora começa a se parecer com o que mostra a fig. 2.

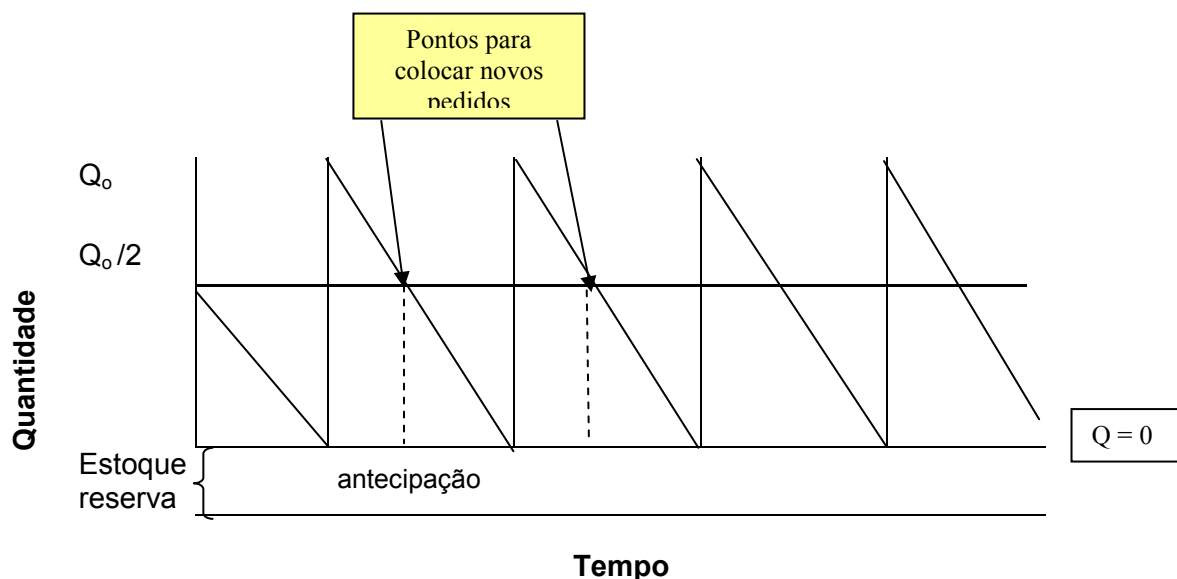


Fig. 2 - Nível de Estoque com Estoque-Reserva

Como estabelecer o tamanho do estoque-reserva?

Um método muito comum, se os custos causados pela falta de materiais forem considerados intoleráveis, é o de simplesmente calcular a maior demora que possa ocorrer e manter um estoque de reserva equivalente à demanda que deverá ocorrer durante o provável prazo de entrega.

Porém, se os custos causados pela escassez ou falta forem suportáveis, e a probabilidade de demora na entrega for muito pequena, então talvez seja melhor manter apenas um pequeno ou nenhum estoque-reserva.

A quantidade exata de estoque a se manter na maioria dos casos fica entre esses dois pontos, e é determinada comparando-se os custos da falta com os custos do excesso à luz da probabilidade de uma demora no prazo em questão e os prejuízos que possam vir a causar junto ao cliente.

6. Caso Prático 2: Papelaria com demanda variável

A questão de se saber quanto encomendar e quando, fica ainda mais complicada quando a demanda varia entre um e outro período de encomenda.

No caso do dono da papelaria, por exemplo, suponhamos que 400 unidades sejam somente a procura média durante um período de colocação de pedido de 36,5 dias.

Teoricamente, a demanda do mercado pode variar de zero ao infinito, embora até gora a demanda tenha ficado em média nas 400 unidades, com mais ou menos 100 unidades de variação, a cada prazo de entrega.

A tentação em muitos desses casos é dizer:

“Pro diabo com todos esses cálculos! Se eu estiver, na hora do pedido, com excesso de estoque, ou com falta de mercadoria, simplesmente aumento ou diminuo de acordo com o próximo pedido que fizer, ora essa!”

O erro deste tipo de raciocínio está, é claro, em que ele significa basear a quantidade pedida na demanda ocorrida no último período em vez de na mais realista probabilidade da demanda no próximo período.

É mais ou menos como andar para trás, ou então dirigir um carro exagerando nas curvas e no desviar dos buracos na estrada esterçando à direita e à esquerda, até que estabilize de novo o veículo.

O estoque, nesse caso, também oscilaria violentamente (da maneira anti-econômica).

Vamos entender melhor com este caso prático 2:

Suponhamos que o dono da papelaria tenha um excesso de estoque de 100 unidades ao fim de um período. Segundo o raciocínio acima, ele coloca um pedido de 300 unidades, para reposicionar o estoque na marca dos 400.

Mas no período seguinte a procura sobe a 500 unidades.

O comerciante, portanto, perde o lucro que teria sobre 100 unidades.

E, porque lhe faltaram 100 unidade, ele resolve pedir 500. Mas, quando a demanda no período que se segue cai para 300, ele fica com um encalhe de 200 unidades, certo?

Assim sendo, ele encomenda mais 200 unidades, etc., etc., e tal.

E dessa forma o dono da loja perde dinheiro a torto e a direita através dos custos de excedentes, de falta e de preparação.

Encomendar automaticamente uma quantidade pré-estabelecida quando o estoque atinge um certo nível pode ser a melhor atitude (e em muitos casos pode proporcionar uma “boa” solução).

Especialmente quando o movimento em dinheiro é pequeno, um estoque um pouco acima pode constituir-se numa garantia de baixo custo.

Por exemplo, o sistema de “escaninho” ou “caixa” pode ser muito prático em manter um pequeno estoque de parafusos e porcas para uso dentro de uma seção.

A idéia é manter dois escaninhos para cada tipo de peça e quando um deles estiver vazio automaticamente pedir novo suprimento, supondo-se que haja o suficiente na outra caixa para atender às necessidades durante o prazo de entrega.

Na maioria dos casos a situação é um pouco mais complicada, e os custos envolvidos podem ser enormes ou até infinitos (podem levar a firma até mesmo à falência se não for muito bem planejado e controlado).

Para definir o nível ótimo de estoque que, por definição, é aquele que deverá lhe custar o mínimo para manter num sentido amplo e em termos dos objetivos gerais da empresa, é bom retornar aos conceitos sobre qual a função dos estoques para cada caso, estimando um estoque-reserva.