Planejamento e Controle de Estoque
Aula 9 – parte 2

Mauro Osaki

TES/ESALQ-USP
Pesquisador do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
Cepea/ESALQ/USP

Fone: 55 19 3429-8841
Fax: 55 19 3429-8829
E-mail: mosaki@usp.br
http://www.cepea.esalq.usp.br

Objetivos desta apresentação

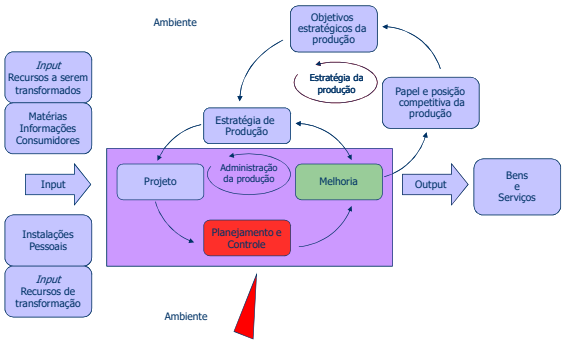
- Custo de estoque
- Política de gestão de estoque
- Plano de pedido
- LEC (Lote Econômico de Compra)
- Ponto de reabastecimento



Referencial teórico

- BALLOU , R.H. **Logística Empresarial**: transporte, administração de materiais e distribuição física. São Paulo Atlas 2003 – Cap 10.
- BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D.J. **Logística empresarial:** o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo Atlas 2001 – Cap 8.
- CHASE, R. B, JACOBS, F.R., AQUILANO, N.J. **Administração da produção para a vantagem competitiva**. 10ed. Porto Alegre: Bookman, 2006
- SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., JOHNSTON, R., **Administração da produção.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002 - CAP12

Modelo geral da administração da produção

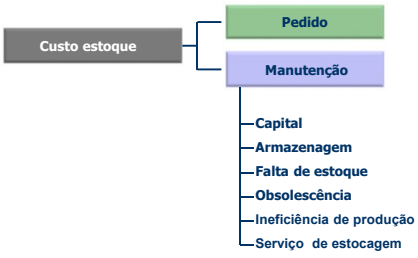


Fonte: Slack et. al (2002)

Decisão de ESTOQUE

- Quanto pedir?
  - O reabastecimento deve ter tamanho (volume).
- Quando pedir?
  - O momento que o pedido de reabastecimento deve ocorrer.
- Como controlar o sistema?
  - Rotina e procedimento deve ser implantado para controlar e ajudar a tomar decisões.
- O que pedir?
  - Prioridade que devem ser atribuídas para diferentes itens de estoque.

Composição de custo de estoque



Custo de pedido

O que é

Cada reabastecimento de pedido é necessário algumas transações que representam custo para a empresa.

Transações:
- Manutenção interna de registro;
  - Custos associados com manutenção do sistema necessário para rastrear os pedidos.
- Custo de transporte da mercadoria;
- Custo de inspecionar mercadoria
  - contagem e conferência de pedido;
- Custo administrativo do pedido (preparo e documentação)

Custo de Capital de giro

O que é

Cada reabastecimento de pedido é necessário um fundo financeiro para manter o estoque no intervalo entre pagar os fornecedores e receber dos consumidores.

Tipo de custo associado:
- Juros de empréstimo do banco;
- Custo oportunidade do capital;

Custo de armazenagem (espaço)

O que é

Custo associado a armazenagem FÍSICA do bens.

Tipo de custo associado:
- Locação
- Taxa cobrada por peso e tempo;
- Climatização (Produtos perecíveis) ou secagem
- Iluminação
- Controle de pragas (cereais)

Custo de falta de estoque

O que é

Custo da falha da empresa no fornecimento de produto para seus consumidores devido ao erro de cometido na quantificação do pedido.

Tipo de custo associado:
- Perda de cliente;
- Gera ineficiência no processo seguinte - tempo ocioso;

Custo de obsolecência

O que é

Refere-se ao produto estocado por longo tempo no qual corre o risco de tornar obsoleto ou fora de moda.

Tipo de custo associado:
- Mudança de moda;
- Mudança de estação e tendência;
- Vencimento da validade do produto;



Custo de ineficiência de produção

O que é

Custo referente ao alto nível de estoque no qual impede a observação de uma completa extensão do problema.

Tipo de custo associado:
- Custo oportunidade de estoque;
- Desperdício;



Custo de serviço de estocagem

O que é

Custo referente à manutenção de estoque por meio do seguro e imposto. O seguro cobre sinistro como incêndio, tempestade e roubo. Os impostos são calculados sobre os níveis dos estoques existentes.



44

Política de gestão de estoque

45

Política de Gestão de estoque

Quanto de estoque para?

MANUTENÇÃO
- Custo de capital de giro
- Custo de transação necessária para gerar pedido
- Lote econômico de compra (LEC)

REPOSIÇÃO
- Depende da INCERTEZA da demanda
- Variabilidade da demanda e do *lead time*[1] de fornecimento
- Tipo de cliente (compra produto caro e pouco tempo)

CONTROLADO
- Classificação ABC
- Princípio de pareto
- Sistema de informação eficiente - TI
  - registro de estoque
  - geração de pedido
  - geração de relatório de *status*
  - previsão de demanda

[1] Tempo decorrido entre a adoção de uma providência e sua concretização

46 Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

Demanda Independente X Demanda Dependente

Independente

Demandas pelos vários itens não são relacionados entre si.
- Produtos acabados
- Peças e materiais de reposição

Dependente

A necessidade para qualquer item é o resultado direto da necessidade para outros itens.
- Matérias primas
- Peças para montagem

47 Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP



Demanda dependente
- 4 rodas
- 4 pneus + estepe
- 2 faróis, etc..

Demanda independente
- Vendas realizadas nas concessionárias

48 Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

Sistema de Estoque de períodos múltiplos

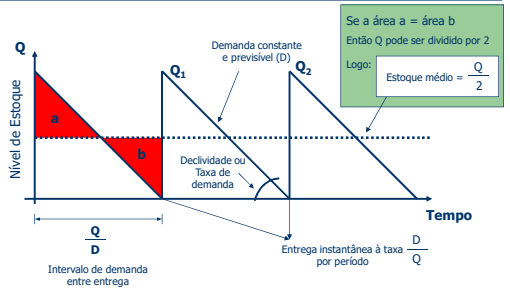
Estoques
- Quantidade fixas
- Tempo Fixo

49 Mauro Osaki - TES/ESALQ-USP

Perfil de Estoque – quantidade fixa

O que é

Representação visual do estoque ao longo do tempo



Determinação de Plano de pedido – Quantidade fixa

Para determinar qualquer plano de pedido

Custo de manutenção = $Ce \times \frac{Q}{2}$

Ce=Custo de manutenção de estoque por unidade
Q = Quantidade a ser pedida
Q/2=estoque médio

Custo de Pedido = $Cp \times \frac{D}{Q}$

Cp=Custo do pedido por unidade
D/Q=número de pedido

Custo total = Custo de manutenção + custo de pedido

$$\text{Custo total} = \frac{Ce\ Q}{2} + \frac{Cp\ D}{Q}$$

Determinação de Plano de pedido - Cont

Dado que:

Custo total = Custo de manutenção + custo de pedido

$$\text{Custo total} = \frac{Ce\ Q}{2} + \frac{Cp\ D}{Q}$$

Derivando por Q, tem-se a taxa de mudança de custos

$$\frac{dCt}{dQ} = \frac{Ce}{2} + \frac{Cp\ D}{Q^2}$$

O ponto de menor custo ocorre $\frac{dCt}{dQ} = 0$

$$0 = \frac{Ce}{2} + \frac{Cp\ D}{Q^2} \Rightarrow Q_0 = LEC = \sqrt{\frac{2\ Cp\ D}{Ce}}$$

LEC - Lote econômico de compra

O que é

Refere-se a quantidade de estoque que deve ser reabastecida

$$Q_0 = LEC = \sqrt{\frac{2\ Cp\ D}{Ce}}$$

Onde

Q_0 = Lote econômico de compra
Cp = Custo totais de colocação de pedido
Ce = Custo de manutenção de estoque por unidade
D= Demanda

Exercício

Demanda (D) = 1000 unidades por ano

Custo de manutenção de estoque (Ce) = R$1,00 por unidade

Custo de colocação de pedido (Cp) = R$20,00 por pedido

Custo de manutenção $= Ce \times \frac{Q}{2}$ Custo de Pedido $= Cp \times \frac{D}{Q}$

t	Qtide de pedido (Q)	C. Manut	C. pedidos	Ct
1	50			
2	100			
3	150			
4	200			
5	250			
6	300			
7	350			
8	400			

a) Determine o custo de manutenção
b) Determine o custo de pedidos
c) Calcule o LEC

$$LEC = \sqrt{\frac{2\ Cp\ D}{Ce}}$$

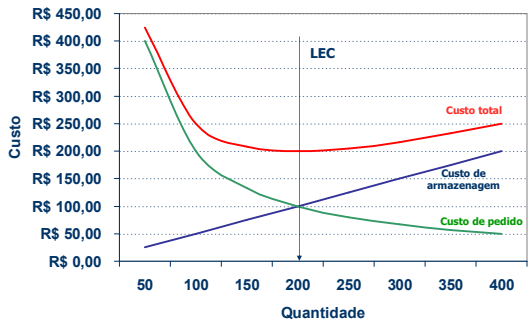
=((2*B2*B1)/B3)^(1/2)

Resultado

Quantidade de pedido (Q)	Ce	Cp	CT
50	R$ 25,00	R$ 400,00	R$ 425,00
100	R$ 50,00	R$ 200,00	R$ 250,00
150	R$ 75,00	R$ 133,33	R$ 208,33
200	R$ 100,00	R$ 100,00	R$ 200,00
250	R$ 125,00	R$ 80,00	R$ 205,00
300	R$ 150,00	R$ 66,67	R$ 216,67
350	R$ 175,00	R$ 57,14	R$ 232,14
400	R$ 200,00	R$ 50,00	R$ 250,00

Lote economico	**200**

Quantidade econômica de pedido



Ponto de reabastecimento

Ponto de reabastecimento (R)

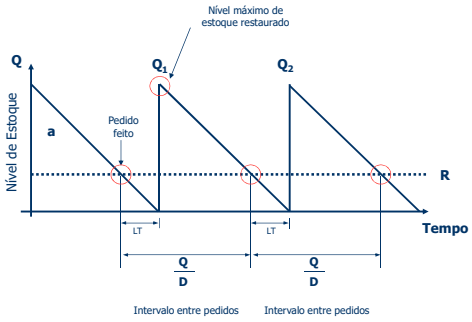
- O modelo assume que a demanda e o Lead time de entrega são constantes, então não é necessário nenhum estoque de segurança.
- O ponto de reabastecimento, R, é simplesmente:

$$R = \bar{d}\,LT$$

Onde

$\bar{d}$ = Demanda média diária
LT = Lead time em dias

Modelo básico de estoque



LT = Lead Time (Prazo médio de entrega)

Modelo básico de estoque: quantidade fixa

- Monitora-se continuamente o nível de estoque e faz o novo pedido quanto o estoque atinge um certo nível, que denomina-se ponto de reabastecimento (R).
- O modelo corre risco de falta de estoque apenas durante *Lead Time* (período entre quando o pedido é feito e quando ele é recebido);
-

Exemplo

Demanda (D) = 1000 unidades por ano

Demanda média diária (d) = 1000 /365

Lead Time (LT) = 5 dias

a) Determine o ponto de reabastecimento

$$R = \bar{d}\,LT$$

Onde

$\bar{d}$ = Demanda média diária
LT = Lead time em dias

$$R = \frac{1000}{365}(5) = \textbf{13,69 unidades}$$

Quando o nível de estoque atingir 14 unidades, faça o pedido de 200 unidades.

Exercício

Encontre a quantidade econômica do pedido

- Demanda anual: 1000 unidades
- Média da demanda diária (*d*) = 1000/365 dias
- Custo de pedido = R$ 5 por pedido
- Custo de manutenção: R$ 1,25 por unidade por ano;
- Lead time (L): 5 dias
- Custo por unidade: R$ 12,50

A) Qual a quantidade econômica (LEC)?
B) Qual o ponto de reabastecimento (R)?

LEP – Lote Econômico de Produção

Lote econômico de produção

O que é

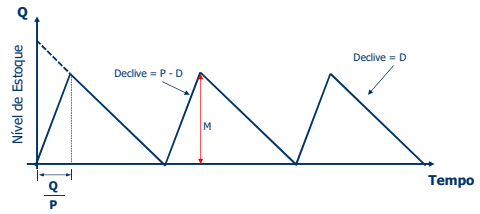
Refere-se a quantidade de pedido com mínimo custo.

$$Q^* = LEP = \sqrt{\frac{2\,Cp\,D}{Ce\,(1-(D/P)}}$$

Onde

Q* = Lote econômico de produção
Cp = Custo totais de colocação de pedido por unidade
Ce = Custo de manutenção de estoque por unidade
D= Demanda por unidade
P = Quantidade produzida por unidade

Lote Econômico de Produção



M = Nível máximo de estoque

Perfil de estoque típico de estoque de ciclos, fornecidos em lotes de itens produzidos dentro da empresa de maneira intermitentemente. Por essa razão, a quantidade de pedido de custo mínimo é chamado de quantidade de Lote Econômico de Produção (LEP).

Exemplo

Uma fábrica engarrafa bebidas e precisa decidir qual o tamanho do lote de cada tipo de refrigerante ela deve processar.

- Demanda constante de 80.000 unid/mês
- Turno de trabalho mensal de 160 horas
- Taxa de engarrafamento de 3000 unid/hora
- Tempo de limpeza e reprogramação: 1 hora
- Custo de cada troca (trabalho e capacidade de produção perdida) é de R$ 100/unid (Cp);
- Custo de manutenção de estoque é de R$ 0,1 por unidade ao mês.

A. Calcule o LEP?
B. Considere uma melhora no processo, que resultou na redução de tempo de troca para 30 minutos.

$$Q^* = LEP = \sqrt{\frac{2\,Cp\,D}{Ce\,(1-(D/P)}}$$

Q* = Lote econômico de produção
Cp = Custo totais de colocação de pedido
Ce = Custo de manutenção de estoque por unidade
D= Demanda por unidade
P= Quantidade produzida por unidade

Resultado

A) Cálculo do LEP

Cp =100/unid
Ce = 0,1/unid
D = 80000/mes
P = 3000 unid/h=480000/mes

$$Q^* = LEP = \sqrt{\frac{2\,Cp\,D}{Ce\,(1-(D/P)}}$$

$$Q^* = LEP = \sqrt{\frac{2\,(100)\,(80000)}{0{,}1\,(1-(80000/480000)}} = 13856$$

B) Cálculo do LEP com ganho de eficiência de 30 minutos

Cp =50/unid
Ce = 0,1/unid
D = 80000/mes
P = 3000 unid/h=480000/mes

Q = 9798

Limitação do uso do Lote Econômico de Produção

- Modelo tem pressuposto simplista
- Não pode ser usado como instrumento prescritivo;
- O tempo e o custo de setup não é um parâmetro, mas sim variável que pode ser reduzida;

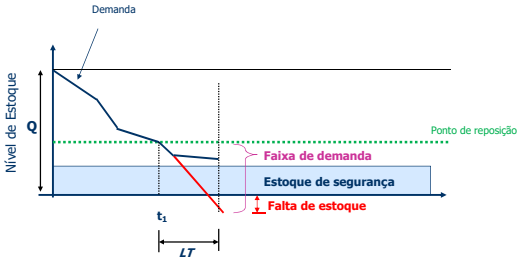
Politica com estoque de segurança

Modelo de quantidade fixa com estoque de segurança

- Os modelos anteriores presumiam a DEMANDA constante e conhecida. Entretanto, na maioria dos casos, as quantidades demandadas não são constantes.
- O estoque de segurança procura prover certo nível de proteção contra falta de estoque.

Estoque de segurança pode ser definido como a quantidade de estoque mantida além da demanda esperada (Chase *et al.*, 2006).

Modelo de quantidade fixa com Estoque de segurança



- **A quantidade de estoque de segurança depende do nível de segurança desejado.**
- **A quantidade a ser perdida, Q, é calculada de maneira comum considerado a demanda, custo da falta, custo do pedido, custo de manutenção e assim por diante.**

Ponto de reabastecimento com estoque de segurança

O ponto de reabastecimento deve ser estabelecido para cobrir a demanda esperada durante o LT e um estoque de segurança.

$$R = \bar{d}\,LT + z\sigma_L$$

Onde

$\bar{d}$ = Demanda média diária
LT = Lead time em dias
z = Número de desvio-padrão para uma probabilidade de serviço especificada
σ_L = Desvio padrão de uso durante o LT.

$z\sigma_L$ = é a quantidade do estoque de segurança. Quanto maior for o estoque de segurança, mais rápido deve ser feito o pedido.

Exemplo

Considere os seguintes dados

- Demanda anual: 1000 unidades
- Quantidade econômica: 200 unidades
- Probabilidade desejada de não ficar sem estoque: P =0,95
- Desvio-padrão da demanda durante o lead time: 25 unidades
- Lead time: 15 dias
- Numero de dias úteis no ano: 250 dias

1. Determine o ponto de reabastecimento

$$R = \bar{d}\,LT + z\sigma_L$$

Onde

$\bar{d}$ = Demanda média diária
LT = Lead time em dias
z = Número de desvio-padrão para uma probabilidade de serviço especificada
σ_L = Desvio padrão de uso durante o LT.

Resultado do exemplo

1) Determinação da demanda diária

$\bar{d} = 1000 / 250 = 4$

2) Calculando z, no excel

Z =INV.NORMP(0,95) = 1,64

3) Calculando R

$R = \bar{d}LT + z\sigma_L$

R = 4 (15) + 1,64 (25) = 101 unidades

Quando o estoque disponível atingir 101 unidades é necessário fazer pedido de 200 unidades.

Curva ABC

Pareto

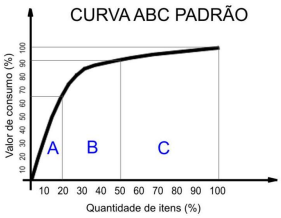


Vilfredo Pareto
(1848 – 1923)

- Introduziu o conceito de ótimo de pareto e ajudou o desenvolvimento da microeconomia com a ideia de curva de indiferença.
- Estudou sobre distribuição de riqueza e descobriu que 20% da população controlavam 80% da riqueza.
- Lei de PARETO: a lógica de poucos tendo maior importância e muitos tendo pouca importância.

Regra 80 por 20, que significa 80% do valor são responsáveis por 20% de todos itens estocados.

Curva padrão ABC



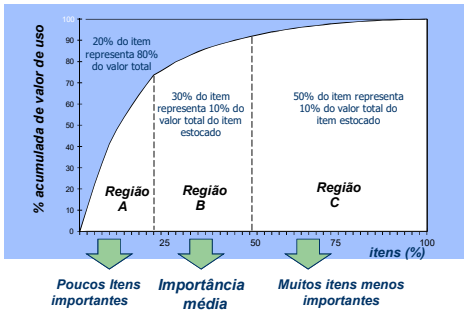
- Grupo A: trata-se de item que forma o grupo de volume financeiro alto;
- Grupo B: refere-se ao item que forma o grupo de volume financeiro moderado;
- Grupo C: é o grupo de item de volume financeiro baixo.

Conceito de Curva ABC

- Utilizado para qualquer estoque que contenha mais de um item em estoque.
- Discriminam diferentes itens de estoque de acordo com sua movimentação.
  - Movimento de valor (R$) alto => controle cuidadoso
  - Movimento de valor baixo => controle menos rigoroso

Conceito de Curva ABC

Curva de Pareto ou curva ABC ou curva 80-20



Exercício

A lista de itens de produtos estocados por valor

Numero de item	Valor monetário (R$)
3	15000
19	80
22	95000
23	425
27	25000
36	1500
41	225
54	7500
68	75000
82	13000

A) Classifique os itens estocados pela curva ABC;
B) Quais são os itens importantes (Grupo A), Moderados (Grupo B) e pouco importante (Grupo C)? Quanto cada grupo representa monetariamente e percentualmente?
C) Faça um gráfico com o eixo da ordenada porcentagem do valor total do estoque e a abscissa a porcentagem do total da lista e itens diferente do estoque.