

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

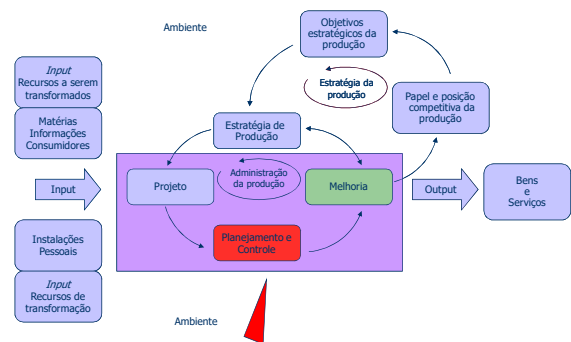
- Custo de estoque
- Política de gestão de estoque
- Plano de pedido
- LEC (Lote Econômico de Compra)
- Ponto de reabastecimento



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

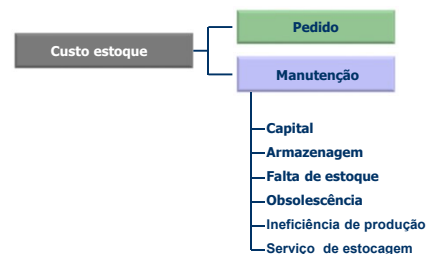


Fonte: Slack et. al (2002)

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 obsolescência

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.



Política de gestão de estoque

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 <i>lead time</i> ¹ de fornecimento
Tipo de cliente (compra produto caro e pouco tempo) |
| CONTROLADO | { | Classificação ABC
Princípio de pareto
Sistema de informação eficiente - TI <ul style="list-style-type: none">registro de estoquegeração de pedidogeração de relatório de statusprevisão de demanda |

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

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



Demanda dependente

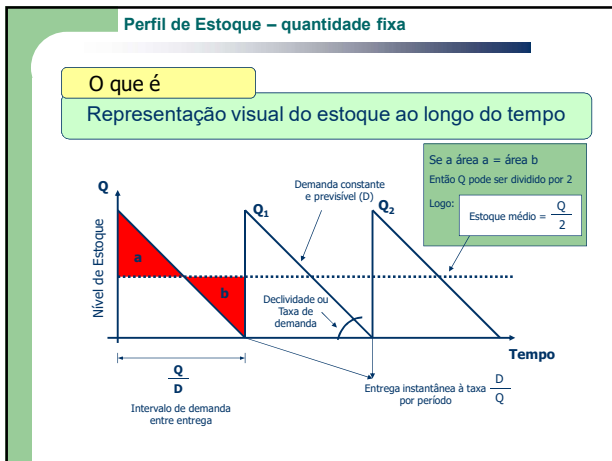
- 4 rodas
- 4 pneus + estepe
- 2 faróis, etc..

Demanda independente

- Vendas realizadas nas concessionárias

Sistema de Estoque de períodos múltiplos





Determinação de Plano de pedido – Quantidade fixa

Para determinar qualquer plano de pedido

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

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

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

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

Custo total = Custo de manutenção + custo de pedido

Custo total = $\frac{C_e Q}{2} + \frac{C_p D}{Q}$

Determinação de Plano de pedido - Cont

Dado que:
Custo total = Custo de manutenção + custo de pedido

Custo total = $\frac{C_e Q}{2} + \frac{C_p D}{Q}$

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

$\frac{dC_t}{dQ} = \frac{C_e}{2} - \frac{C_p D}{Q^2}$

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

$$0 = \frac{C_e}{2} - \frac{C_p D}{Q^2} \Rightarrow Q_0 = LEC = \sqrt{\frac{2 C_p D}{C_e}}$$

LEC - Lote econômico de compra

O que é
Refere-se a quantidade de estoque que deve ser reabastecida

$Q_0 = LEC = \sqrt{\frac{2 C_p D}{C_e}}$

Onde
 Q_0 = Lote econômico de compra
 C_p = Custos totais de colocação de pedido
 C_e = 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 = $C_e \times \frac{Q}{2}$ Custo de Pedido = $C_p \times \frac{D}{Q}$

t	Qtde 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

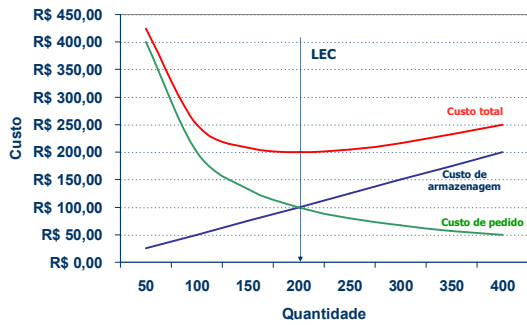
$$LEC = \sqrt{\frac{2 C_p D}{C_e}} = \sqrt{\frac{(2 \cdot 20 \cdot 1000)}{1}} = 200$$

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)

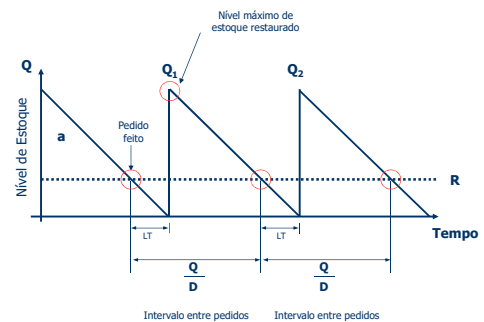
- O modelo assume que a demanda e o Lead time de entrega são constantes, então não é necessário nenhum estoque de segurança.
- O ponto de reabastecimento, R, é simplesmente:

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

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 quando o estoque atinge um certo nível, que denomina-se ponto de reabastecimento (R).
- O modelo corre risco de falta de estoque apenas durante o *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

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

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

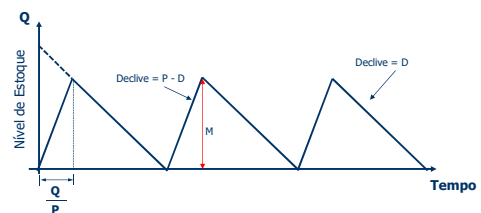
Refere-se a quantidade de pedido com mínimo custo.

$$Q^* = \text{LEP} = \sqrt{\frac{2 C_p D}{C_e (1-(D/P))}}$$

Onde

Q^* = Lote econômico de produção
 C_p = Custo total de colocação de pedido por unidade
 C_e = 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 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 (C_p);
- 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.

$$Q^* = \text{LEP} = \sqrt{\frac{2 C_p D}{C_e (1-(D/P))}}$$

Q^* = Lote econômico de produção
 C_p = Custo total de colocação de pedido
 C_e = Custo de manutenção de estoque por unidade
 D = Demanda por unidade
 P = Quantidade produzida por unidade

Resultado

A) Cálculo do LEP

$C_p = 100/\text{unid}$
 $C_e = 0,1/\text{unid}$
 $D = 80000/\text{mes}$
 $P = 3000 \text{ unid/h} = 480000/\text{mes}$

$$Q^* = \text{LEP} = \sqrt{\frac{2 C_p D}{C_e (1-(D/P))}}$$

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

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

$C_p = 50/\text{unid}$
 $C_e = 0,1/\text{unid}$
 $D = 80000/\text{mes}$
 $P = 3000 \text{ unid/h} = 480000/\text{mes}$

$Q = 9798$

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;

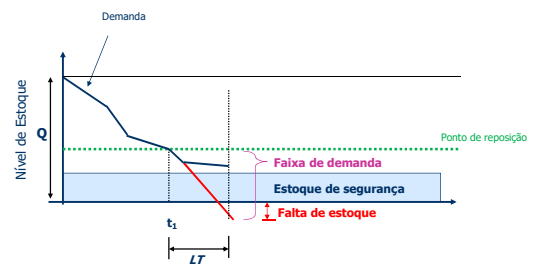
Politica com estoque de segurança

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 considerando 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
- Número 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

$$Z = \text{INV.NORMP}(0,95) = 1,64$$

3) Calculando R

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

$$R = 4 (15) + 1,64 (25) = 101 \text{ unidades}$$

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

Curva ABC

Pareto

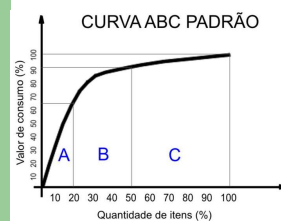


Vilfredo Pareto
(1848 – 1923)

- 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.

Passos para a aplicação da curva ABC

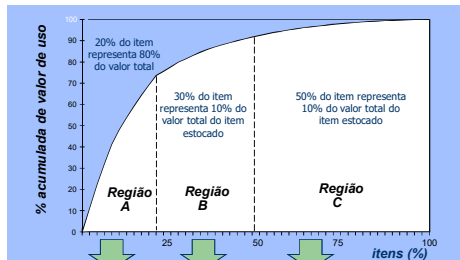
1. Determinar a quantidade total utilizada
2. Determinar o custo médio de cada item
3. Determinar o custo total de cada item (item 1 x 2)
4. Ordenar os valores estabelecidos no item 3 de maneira DECRESCENTE
5. Calcular o valor acumulado para toda a lista do item 4
6. Calcular os valores acumulados no item 5 em termos percentuais;
7. Plotar os valores percentuais em um gráfico
8. Definir as três regiões conforme a inclinação da curva resultante:
 - Região A: Grande inclinação
 - Região B: Média inclinação
 - Região C: Pequena inclinação.

Conceito de Curva ABC

- Utilizado para qualquer estoque que contenha mais de um item em estoque.
- Discriminam diferentes itens de estoque de acordo com a 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



Poucos itens importantes Importância média Muitos itens menos importantes

Exercício

A lista de itens de produtos estocados por valor

Quantidade 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

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