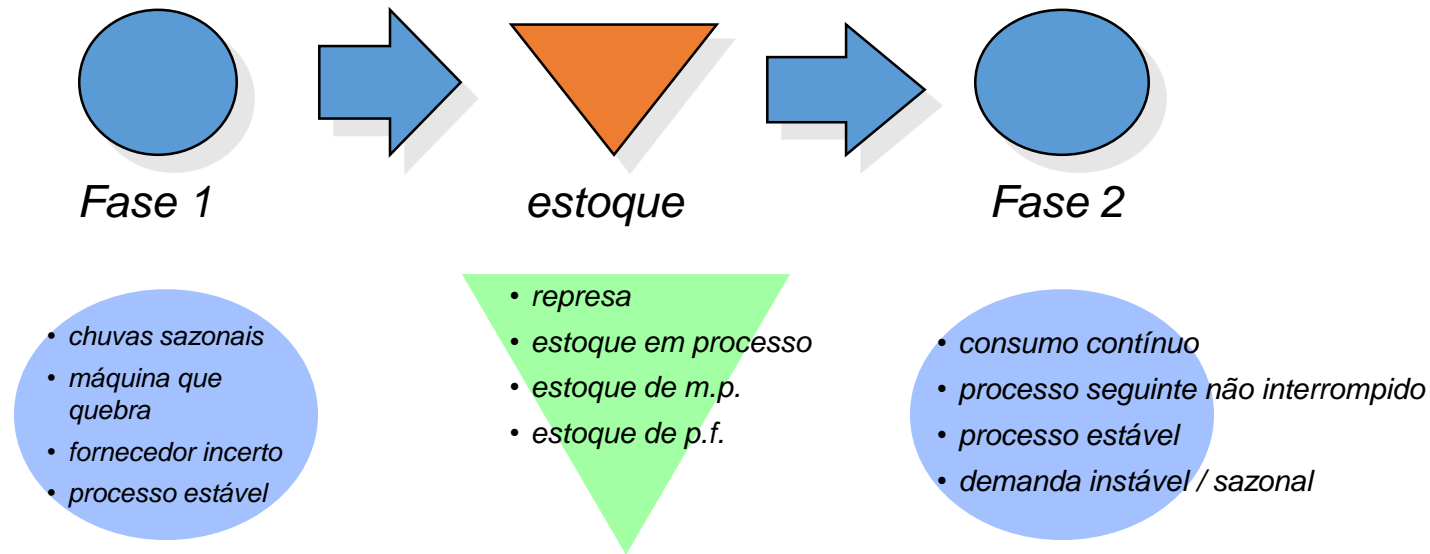


Sistemas de Gestão de Estoques

Capítulo 8 - Bowersox

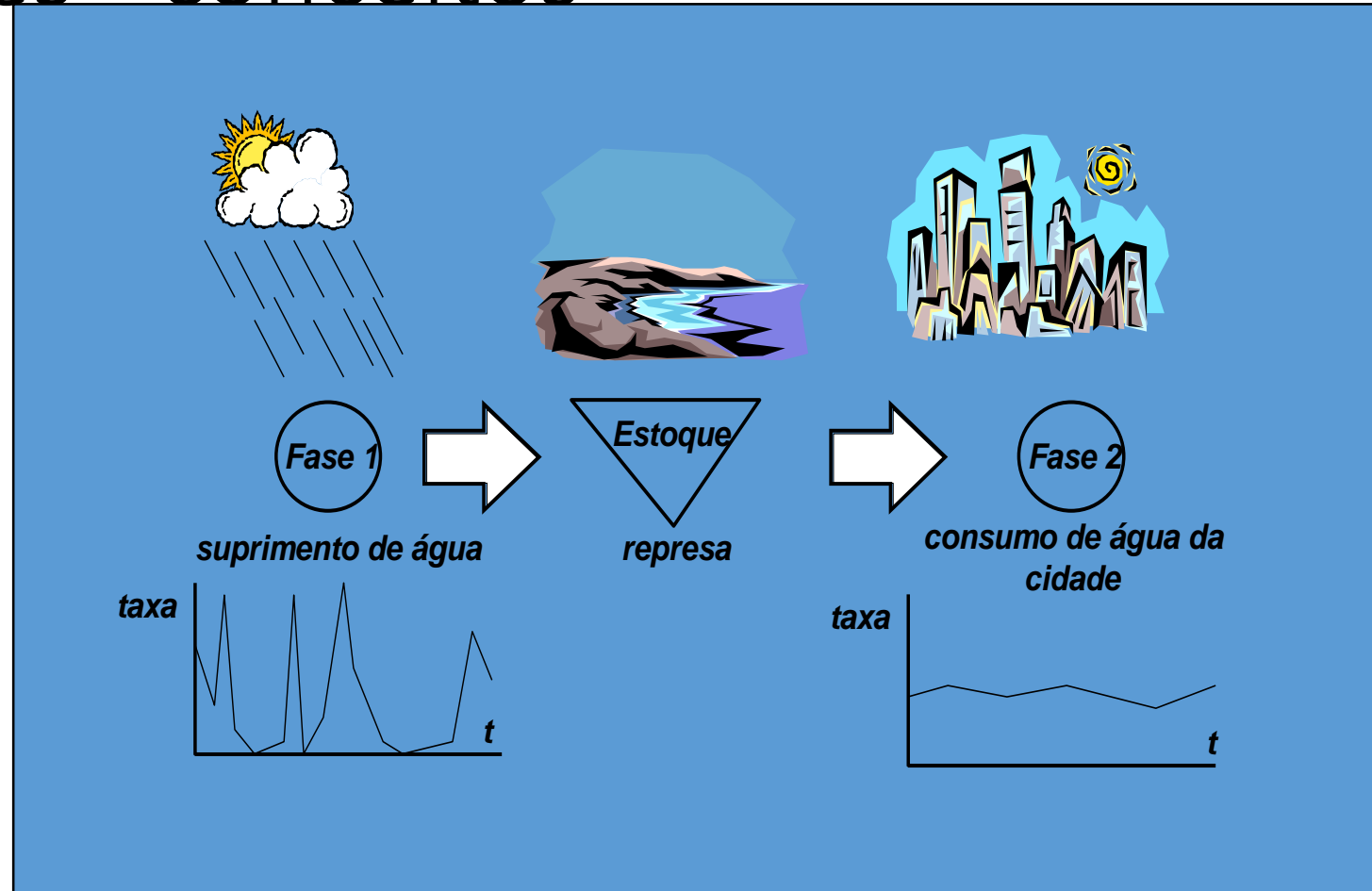
Conceitos básicos de estoque

Estoques: acúmulo de recursos materiais em um sistema de transformação



O grau de *independência* entre as fases de um processo é *proporcional à quantidade de estoque* entre elas

Estoques - conceitos



Definições de Termos

- **Estoque médio**
 - Quantidade de materiais, componentes, estoque em processo e produtos acabados normalmente mantida em estoque
 - Estoque básico, de segurança e de trânsito
- **Estoque Básico**
 - É a porção do estoque médio que se recompõe pelo processo de ressuprimento
- **Estoque de Segurança**
 - Destinado as incertezas
 - Variações de demanda
 - Variações no tempo de ressuprimento

Nível de Serviços ao Cliente

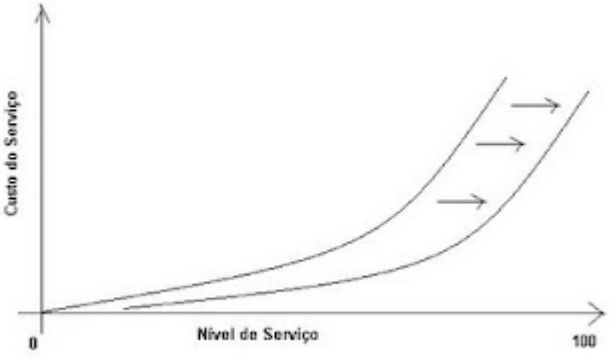
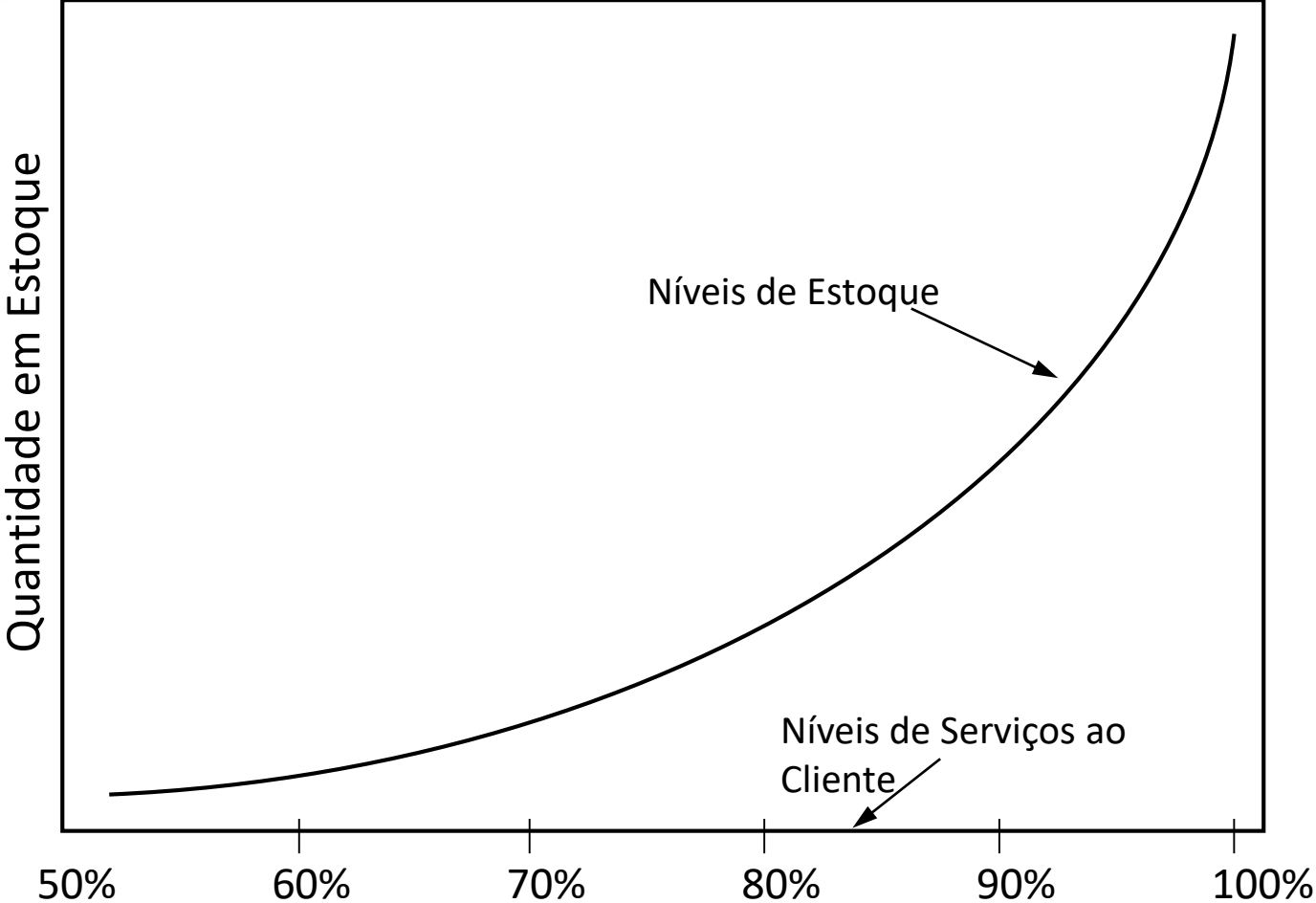
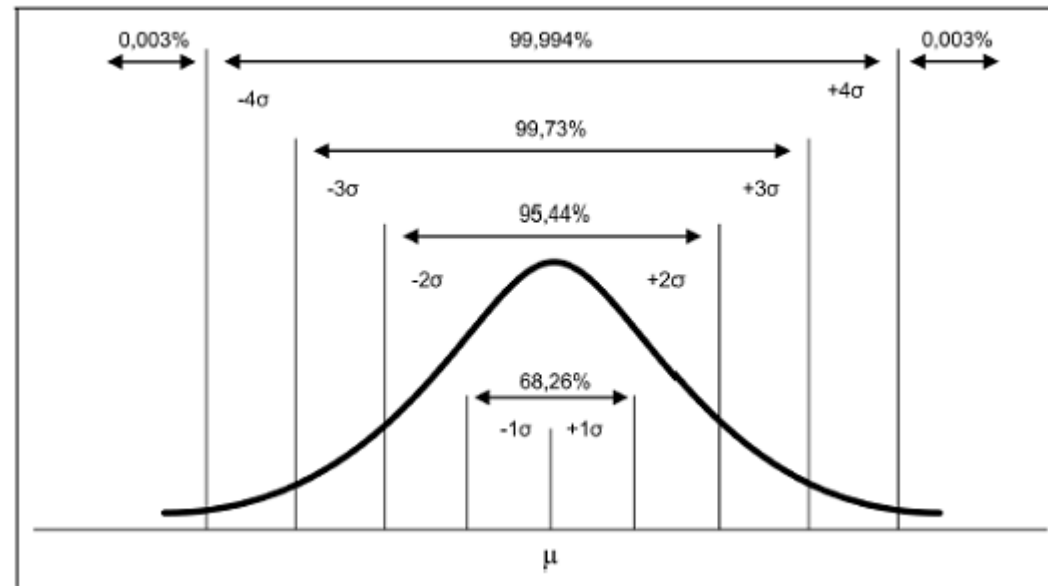


Figura 2.9 Alterando os custos do serviço



Nível de serviço ao cliente e curva normal



Fonte: <http://www.portaaction.com.br/probabilidades/62-distribuicao-normal>

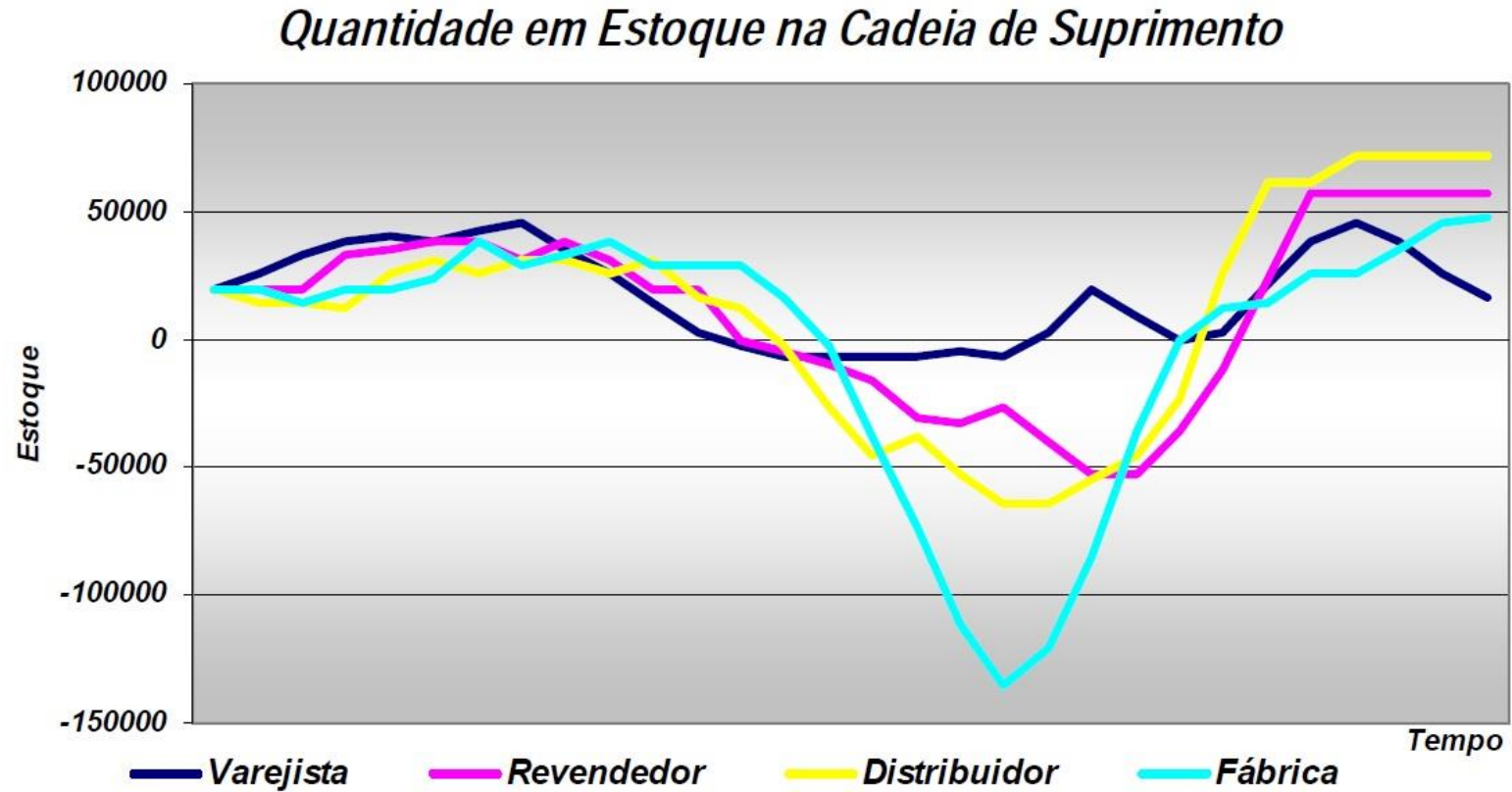
Determinação de níveis de serviço

Em reação à Curva ABC

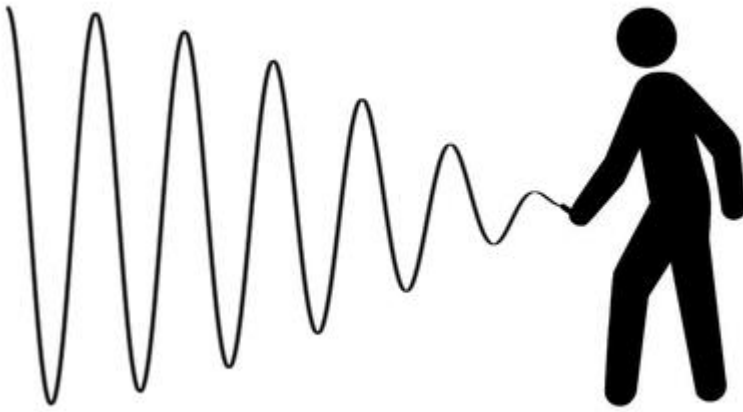
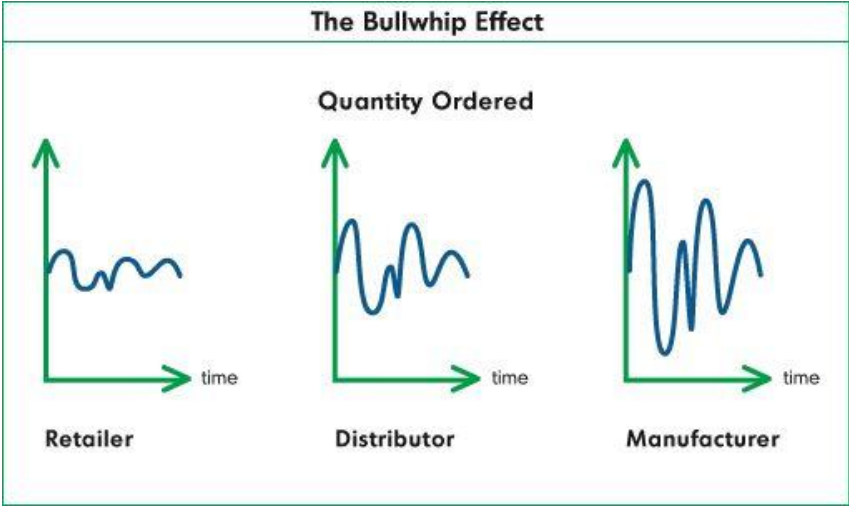
Níveis de serviço	A	B	C
X			Muito altos
Y			
Z	Baixos		

The diagram illustrates the determination of service levels based on the ABC curve. The table shows three service levels (X, Y, Z) across three categories (A, B, C). Service level X is associated with 'Muito altos' (Very high) and service level Z is associated with 'Baixos' (Low). Arrows indicate the mapping from the service levels to the categories.

Efeito Chicote



Efeito Chicote



Definições de Termos

- Política de estoque
 - Normas sobre comprar ou produzir
 - Quando pedir
 - Quanto pedir
 - Estratégia de centralização/descentralização
- Nível de serviço ao cliente
 - 1- (Número de unidades faltantes/Demanda total)
 - Objetivos de desempenho que o estoque tem que cumprir
 - Tempo entre o recebimento do pedido e a entrega do produto
 - Porcentagem dos itens do pedido atendido
 - Erros na entrega do pedido

Curva de Estoque

- Curva dente de serra
 - Mostra a evolução da quantidade em estoque de um item ao longo do tempo
 - A ordenada é a quantidade em estoque em um dado momento e na abscissa a evolução do tempo
 - Pressupostos
 - Ciclo de ressuprimento constante
 - Demanda média diária constante
 - Quantidade média de pedidos constantes
 - Gráfico

Gráfico Dente de Serra

- Mostra a evolução da quantidade em estoque de um item ao longo do tempo
- A ordenada é a quantidade (saldo) em estoque em um dado momento e na abscissa a evolução do tempo
- Construído com base na movimentação de estoques

Gráfico Dente de Serra

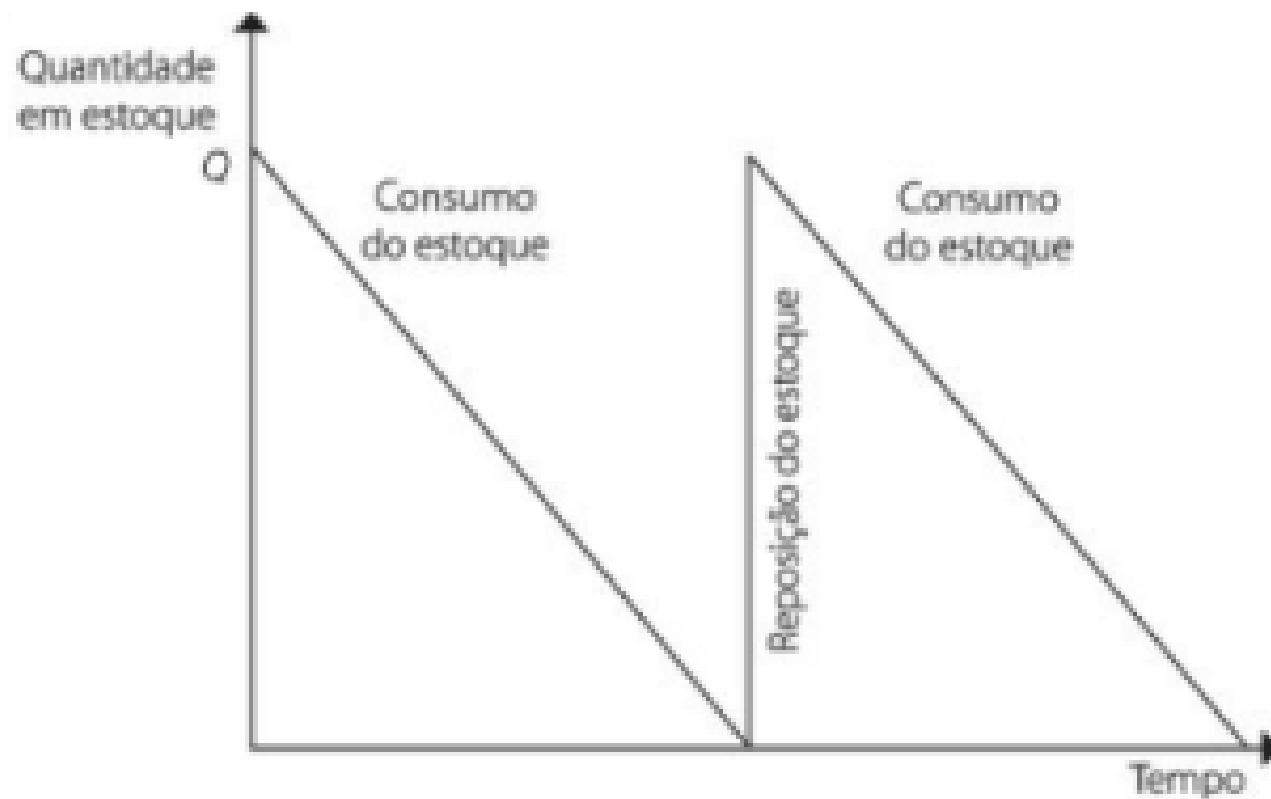
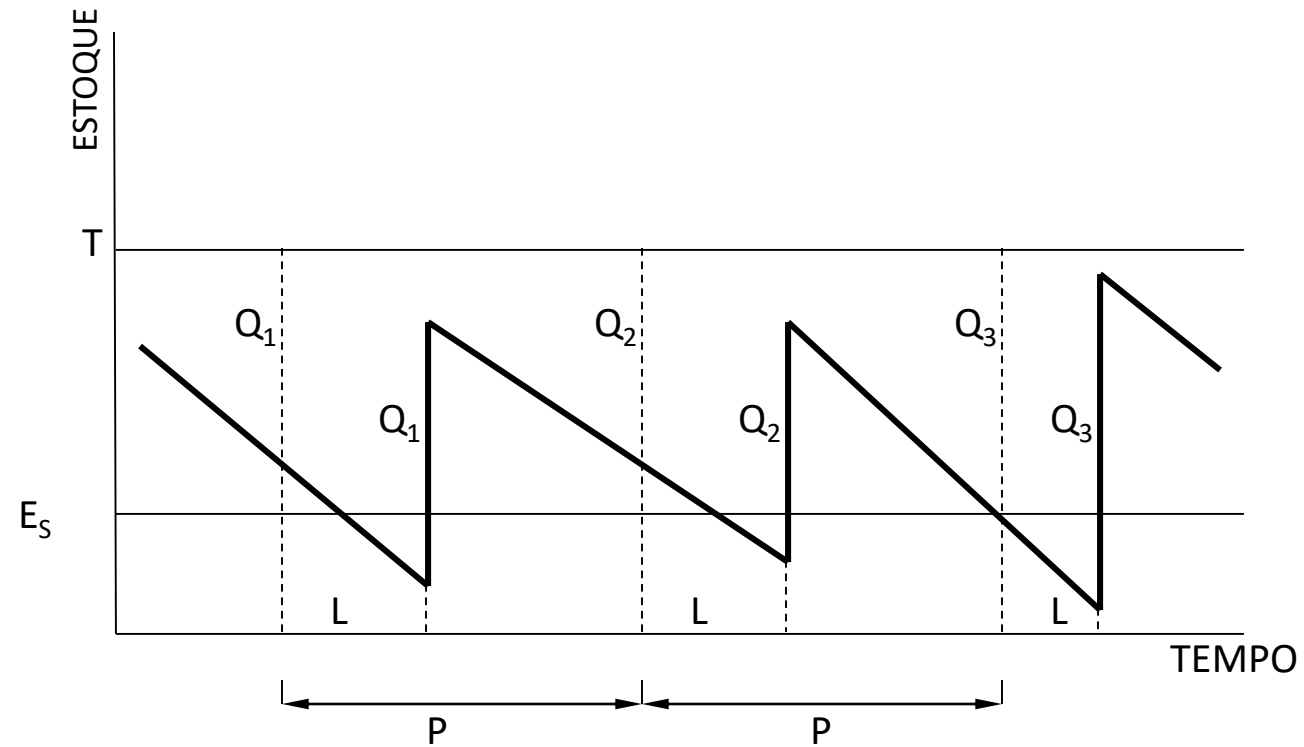
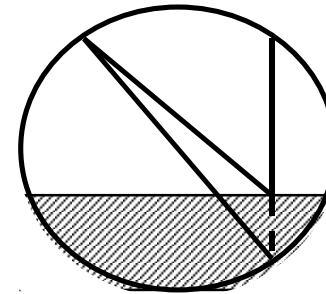
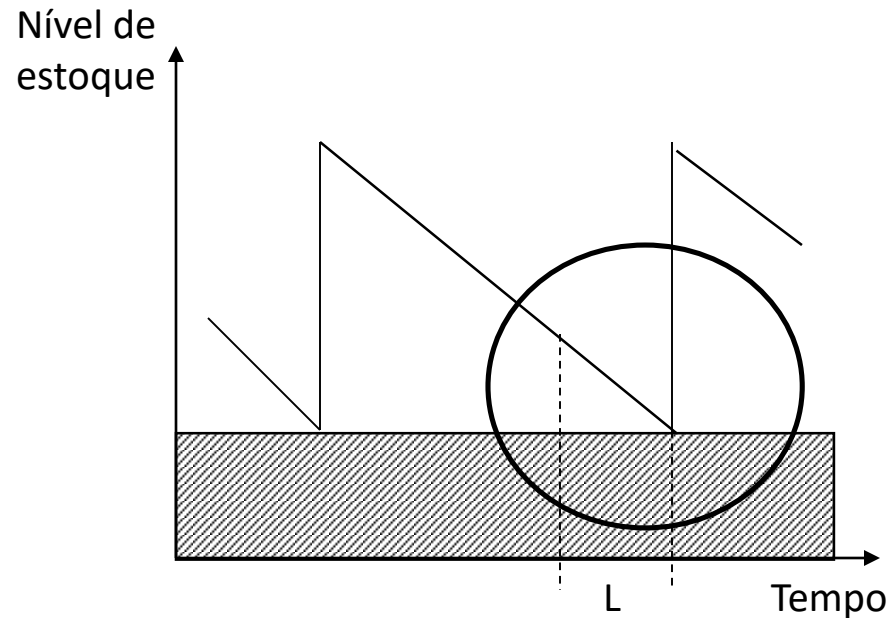


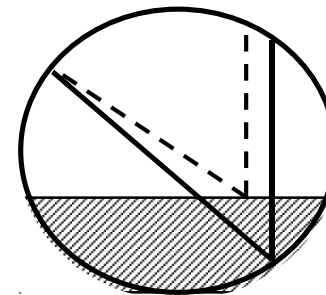
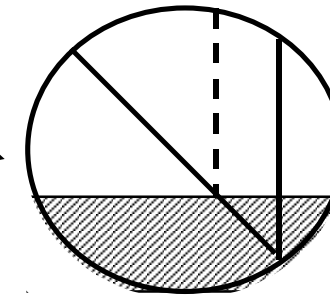
Gráfico Dente de Serra



Variação da Demanda no Gráfico Dente de Serra

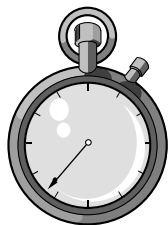
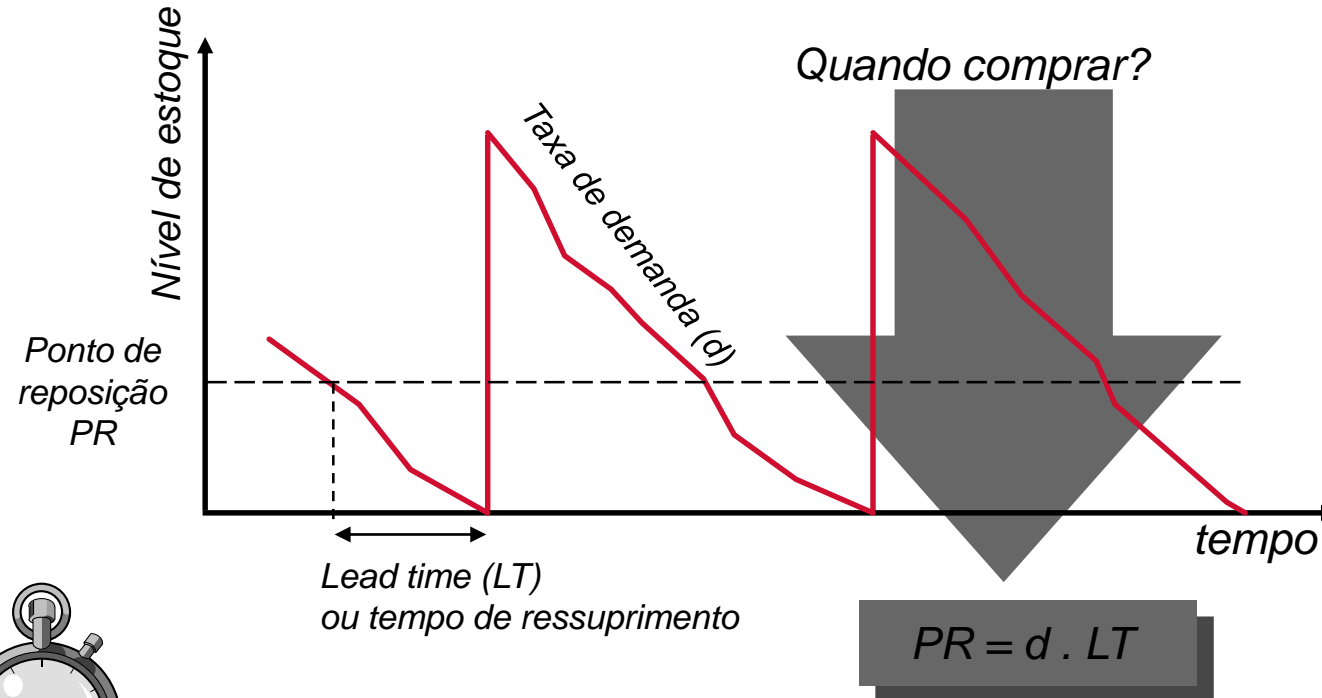


Tempo de reposição maior do que o médio esperado



Modelo do ponto de reposição

Como desenhar um sistema de gestão de estoques? ou seja...



Conceito de Lead time: tempo decorrido desde a colocação de um pedido de ressurgimento até que o material esteja disponível para utilização.

Gráfico Dente de Serra

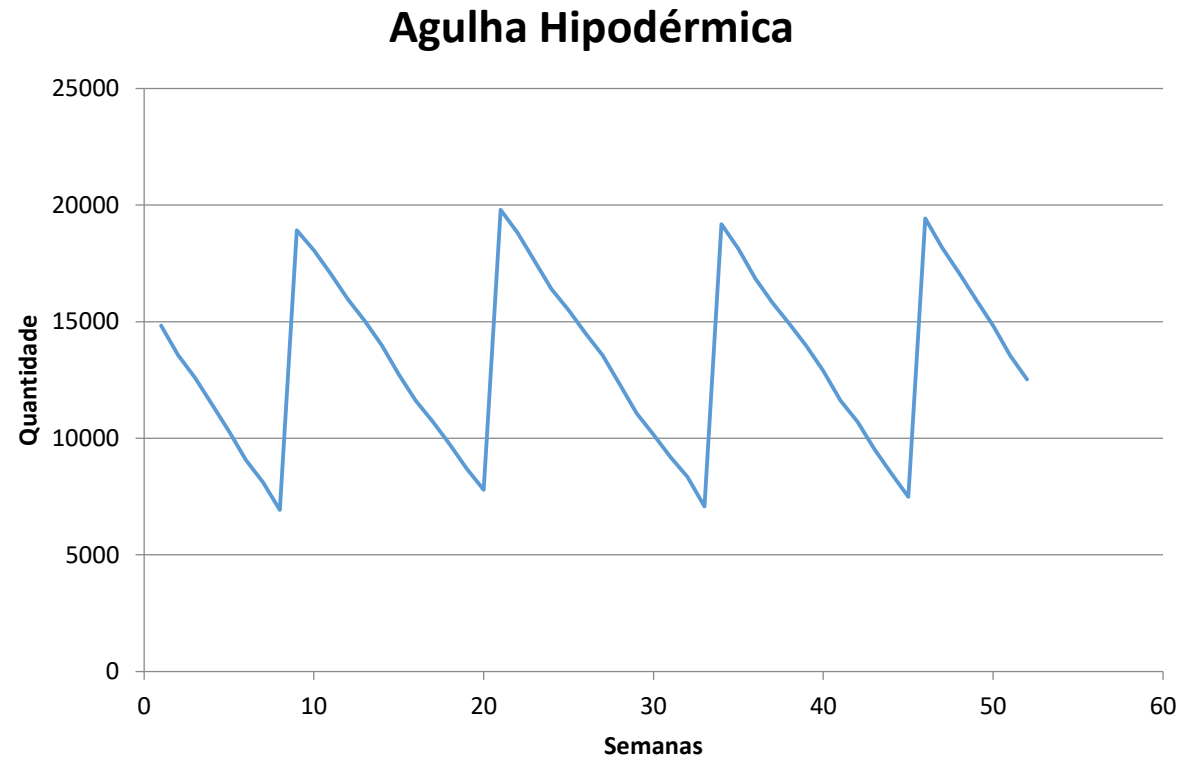
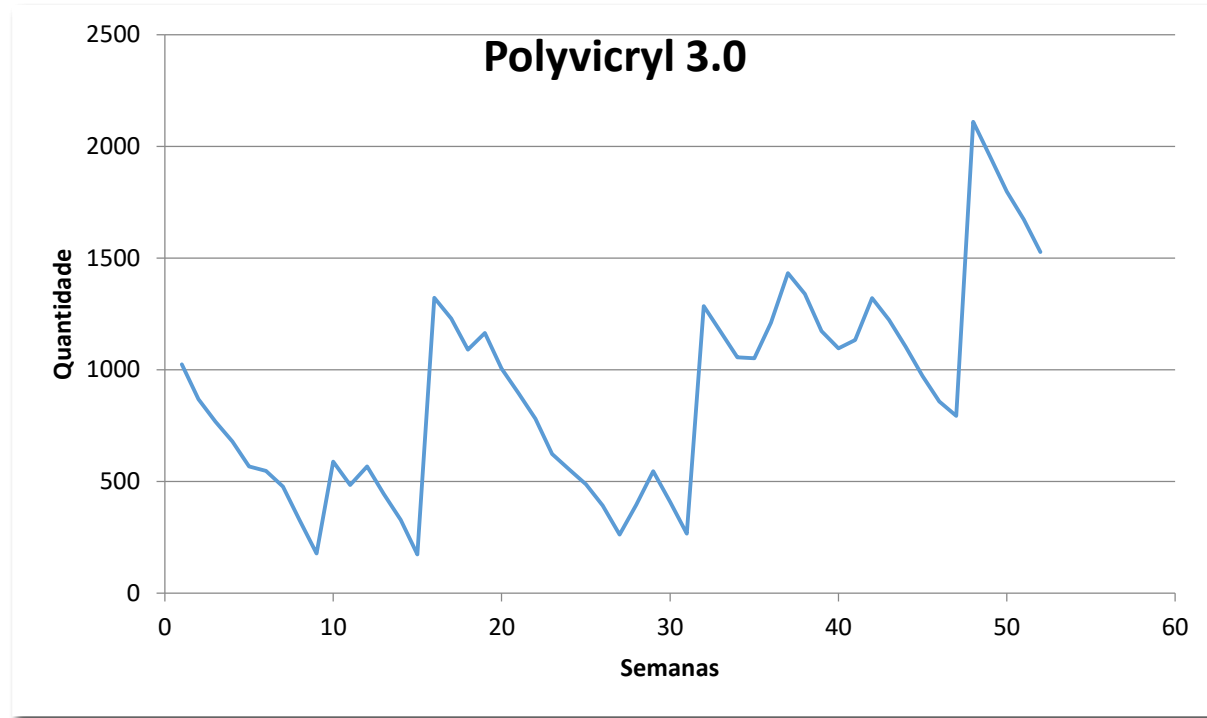


Gráfico Dente de Serra



Gestão de Estoques

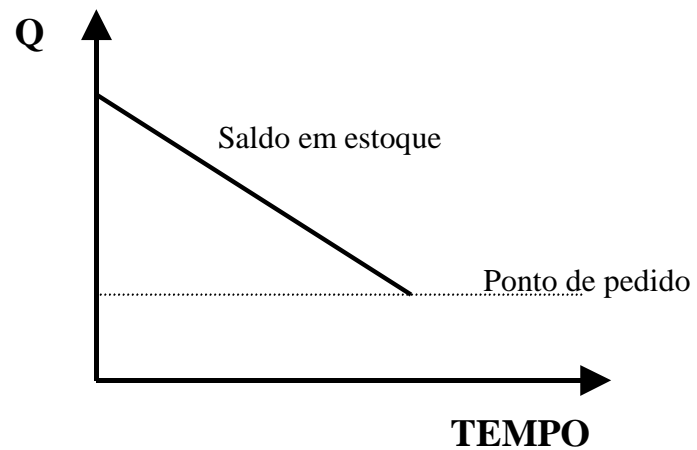
- Sistemas de Gestão de Estoques
 - Determinar o nível de estoque
 - Determinar como manter o estoque
- Variáveis de Controle
 - Quanto deve ser encomendado
 - Quando deve ser repostado

Parâmetros de Controle

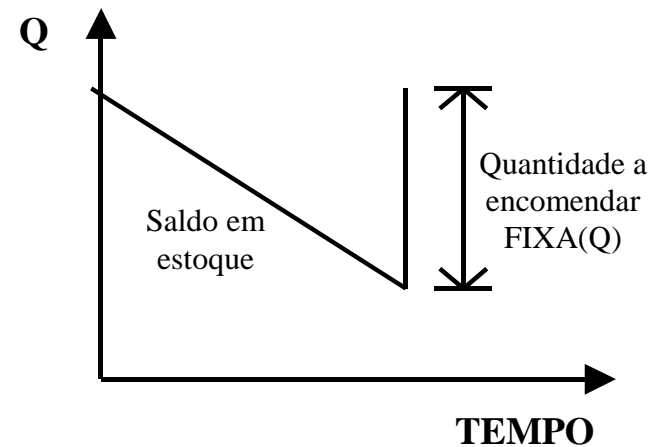
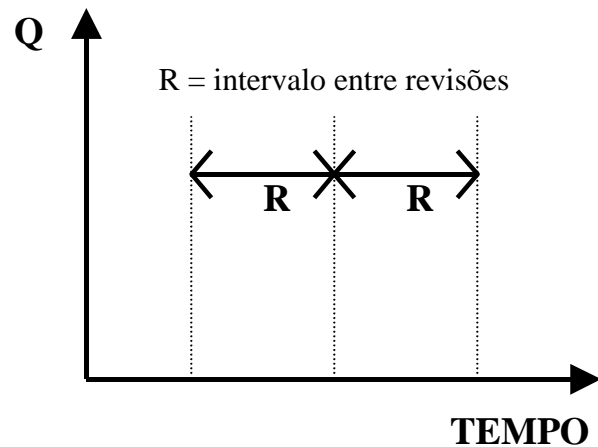
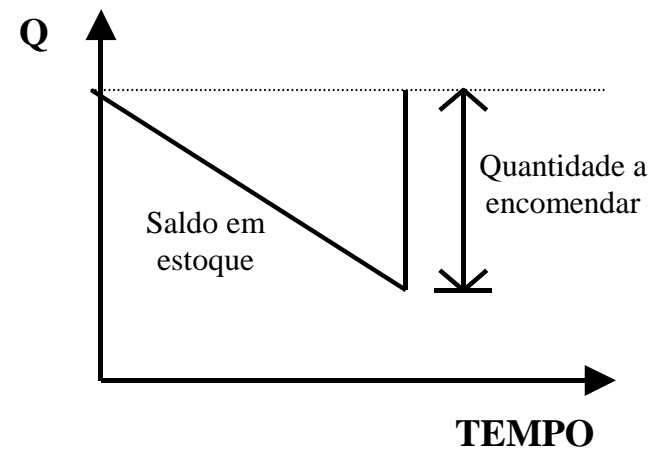
- Quanto?
 - Estoque Base (S)
 - Lote Fixo (Q)
- Quando
 - Ponto de Ressuprimento (Pr)
 - Intervalo entre Revisões (R)
- Sistemas de Gestão de Estoques
 - Sistema de Revisão Contínua
 - Ponto de Ressuprimento; Lote Fixo (Pr; Q)
 - Sistema de Revisão Periódica
 - Revisão Periódica; Estoque Base (S; R)

Parâmetros de Controle de Estoque

QUANDO COMPRAR?



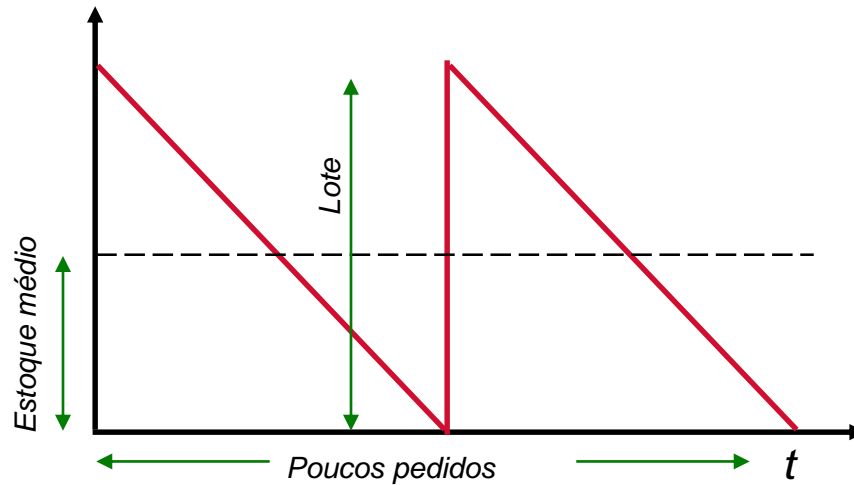
QUANTO COMPRAR?



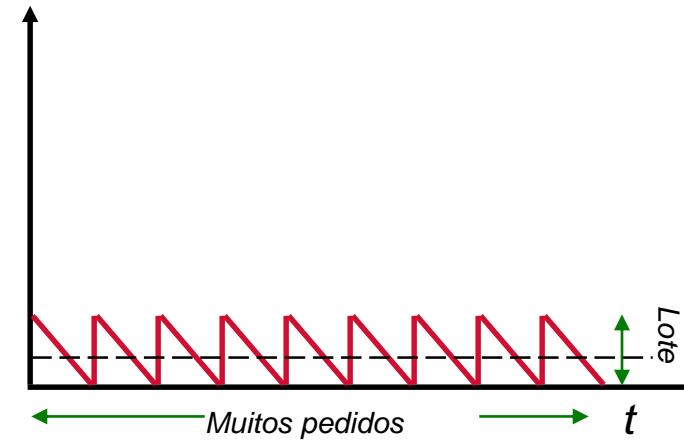
Sistema de Reposição Contínua

Quanto comprar? Tamanho de lote L ?

Pedir lotes altos pode ter alto custo de armazenagem...



Mas pedir lotes muito baixos pode ter alto custo (pedidos, fretes, etc.)



Como determinar o tamanho de lote? Variáveis:

Custo de armazenagem C_a

Custo de fazer pedidos C_p

Número de pedidos feitos N

Demanda D

Sistema Reposição Contínua

Emissão e Análise do Pedido de Compra

Material: 06022303 Nome do Material: POLYVICRYL 3-0, COLORIDO J-160H (ETHICON) N° Pedido Compra: []

Siafísico: 690732-FIO DE SUTURA SINTETICA ABSORVIVEL, COMPOSTO DE ACIDO GLICOLICO E OUTRAS ASSOCIACOES.N.3 Elemento: 3.3.90.30.23

Recebimentos | Marcas | Ocorrências | Usuários | Fornecedores | Compras em Andamento | SM's/Sugestões Compras | **Pedido de Compra**

Dados para Análise

Estoque Receptor: CFA00012 - DIVISAO DE ASSISTENCIA FARMACEUTICA Consumo Mensal Qtde. Sugerida Prog. Anual: 271 813 3509 Cons. mês atual: 235 Situação material: PIR/RV

Centro Custo Fornecedor	Estoque	Est.Mín.	Qtd.Prov.	Qtd.Empr.	Últ. Cotação	Vlr.Cotação	Últ. Compra	Vlr.Compra	Últ.Movto.
FARMACIA DO CENTRO CIRURGICO - CENTRI	83	0	0	0	09/01/2004	8,270000	22/03/2004	8,270000	25/03/2004
DIVISAO DE MATERIAL	873	542	0	0	09/01/2004	8,270000	22/03/2004	8,270000	25/03/2004

Consumo dos últimos 12 meses

	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV
Consumo	374,00	233,00	372,00	296,00	316,00	388,00	331,00	206,00	387,00	272,00	240,00	191,00
Estoque	579,00	325,00	599,00	328,00	139,00	82,00	219,00	440,00	382,00	928,00	729,00	471,00

Montagem do Pedido de Compra

Nro. PC Ano: [] 2004 Tipo do Pedido de Compra: COMPRA NORMAL Encaminhar PC para: [] PC p/entrega Imprimir PC SRP N° 14774/2003

Tipo de Aquisição: NACIONAL Prioridade: NORMAL Qtd. Meses: 3 Qtd. a Comprar: [] Vlr. Compra: R\$ [] Unidade: ENVELOPE Vlr. Unitário: R\$ 8,270000

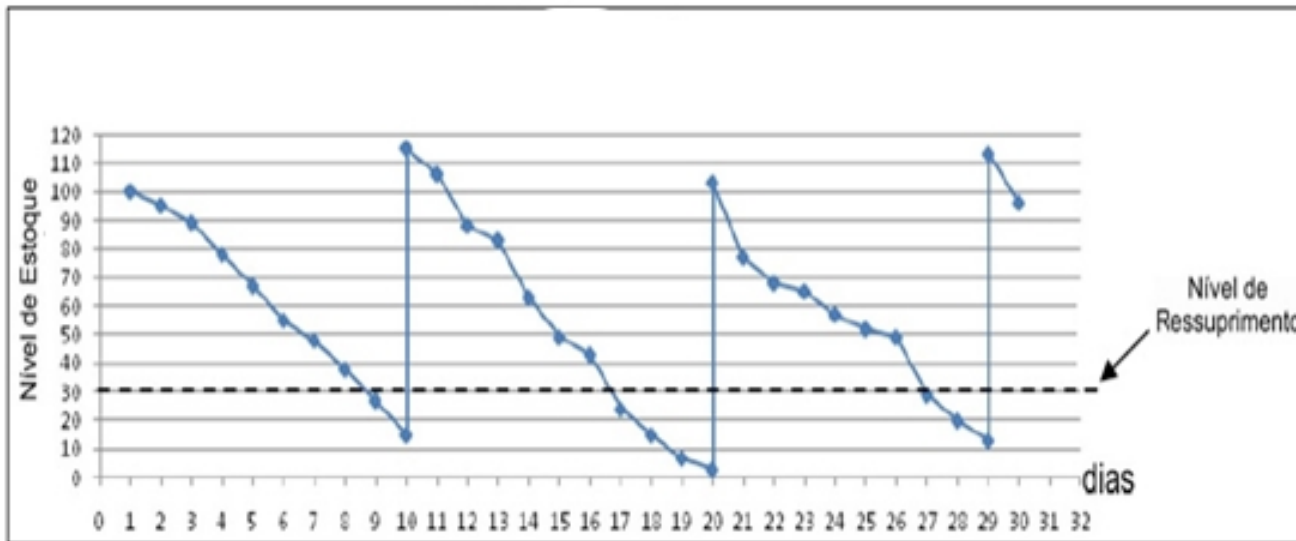
Observação - Emissão do Pedido de Compra

Devolver | Aprovar | Gravar | Cancelar | Limpar | Pesquisar | Sair

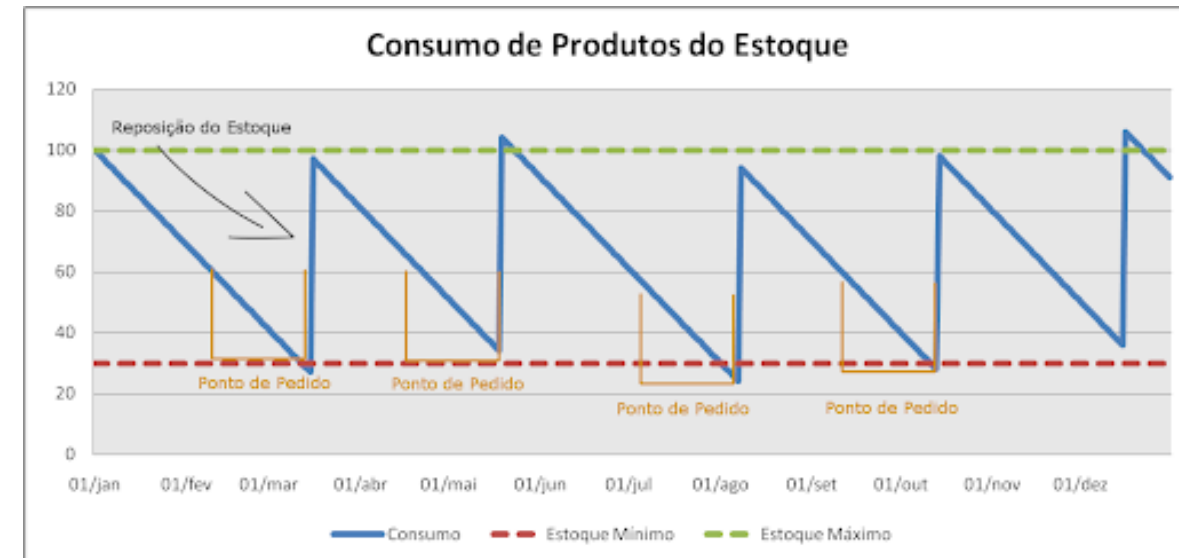
Sistema de Revisão Contínua

- Ponto de Ressuprimento (Pr) - Lote Fixo (Q)
 - $Q = \text{Lote Econômico}$
 - $Qe = \sqrt{\frac{2 * Co * D}{i * p}}$
 - Ponto de Ressuprimento
 - $Pr = d * T + Es$
 - $d = \text{demanda média}$
 - $Pr = \text{ponto de ressuprimento}$
 - $T = \text{Tempo de Ressuprimento (Lead Time - muitos livros aparece como L)}$
 - $Es = \text{Estoque de segurança}$

Sistema de Reposição Contínua

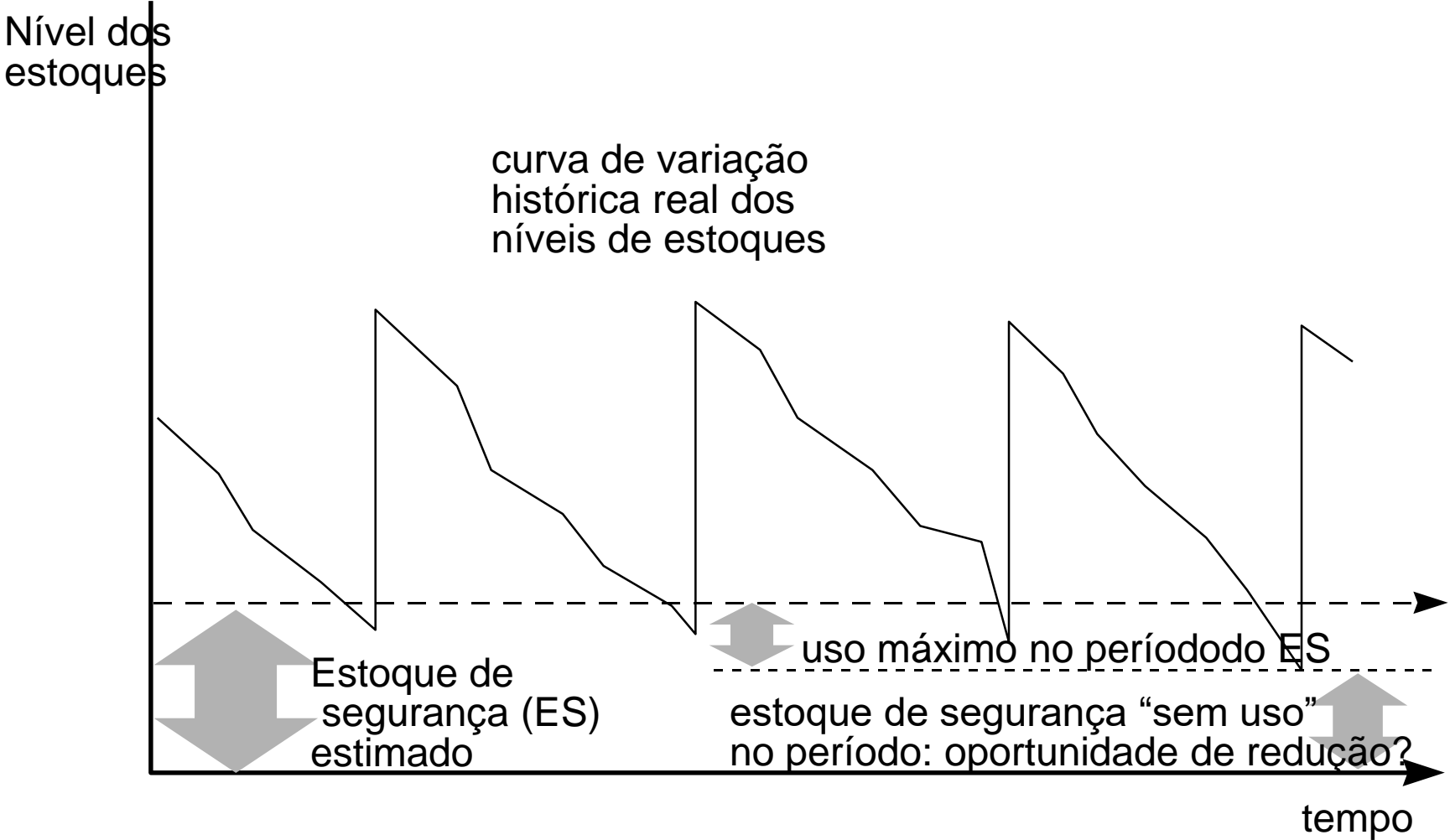


Sem Estoque de Segurança

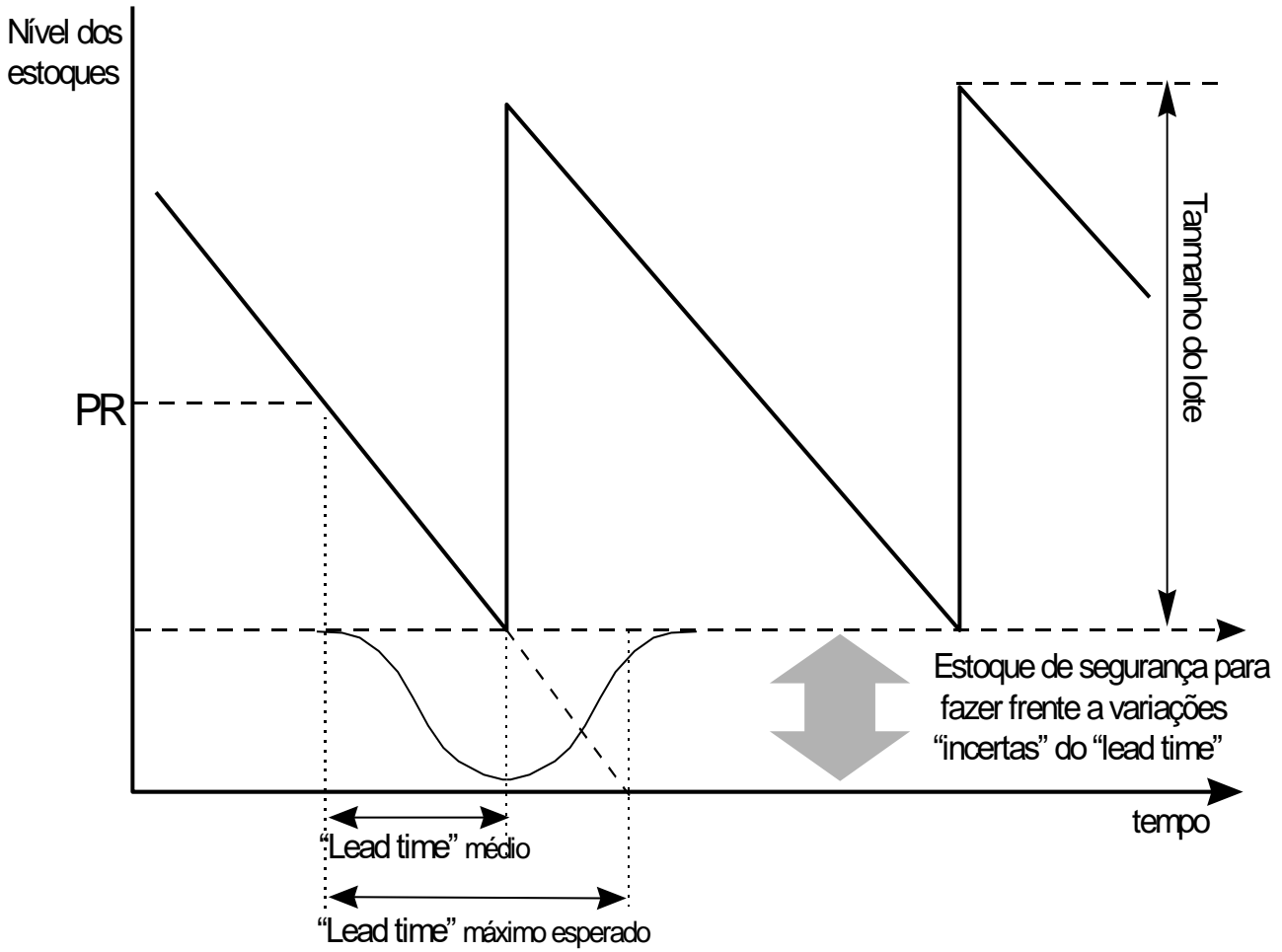


Com estoque de segurança

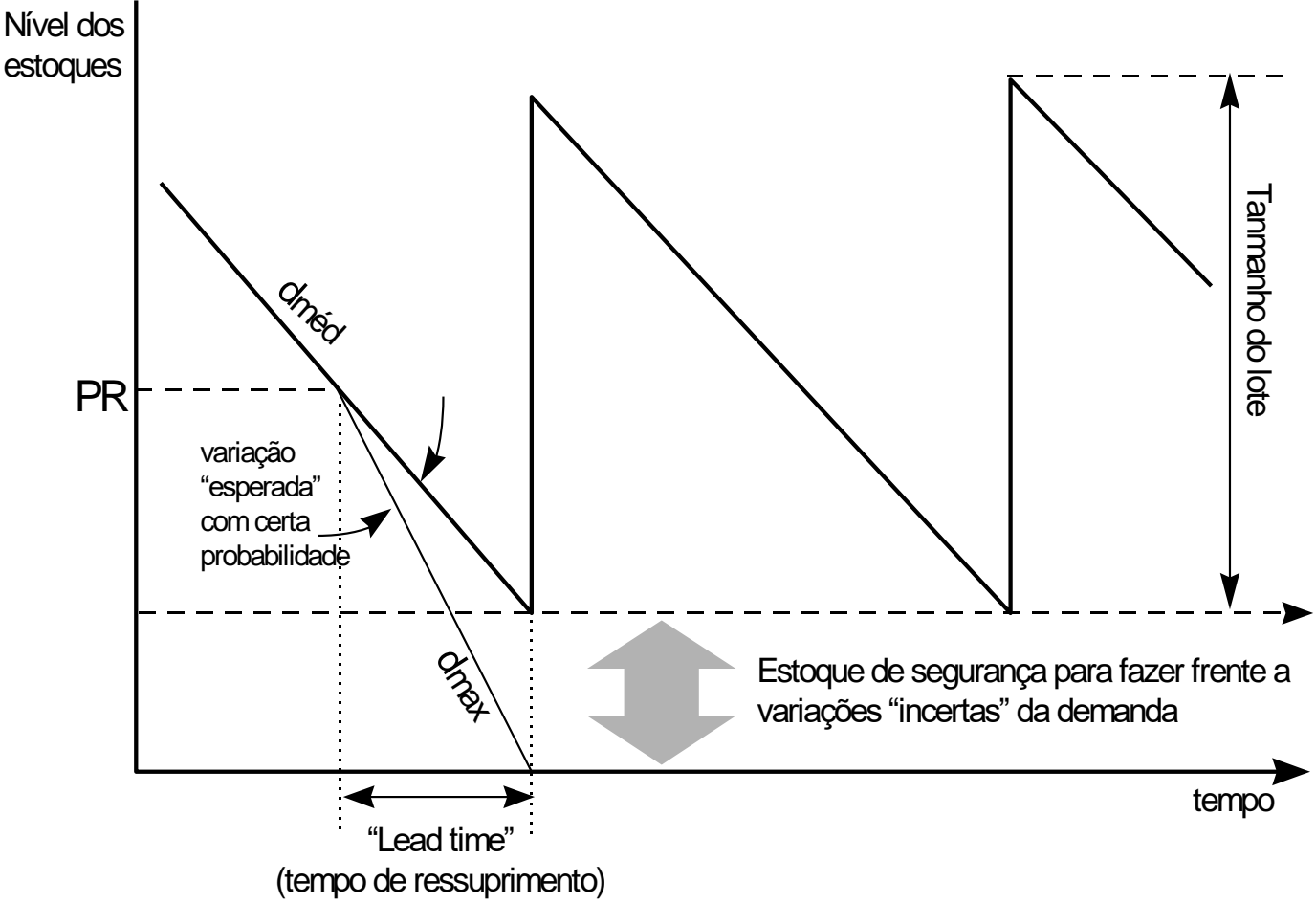
Enfoque evolutivo para definição de estoques de segurança



Efeito das distribuições estatísticas dos tempos de fornecimento sobre os estoques de segurança



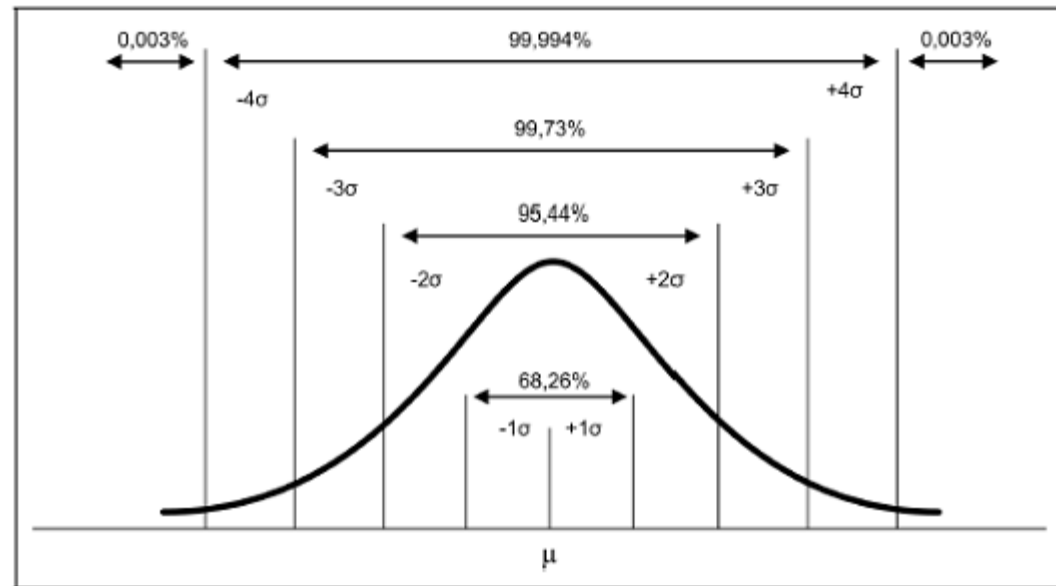
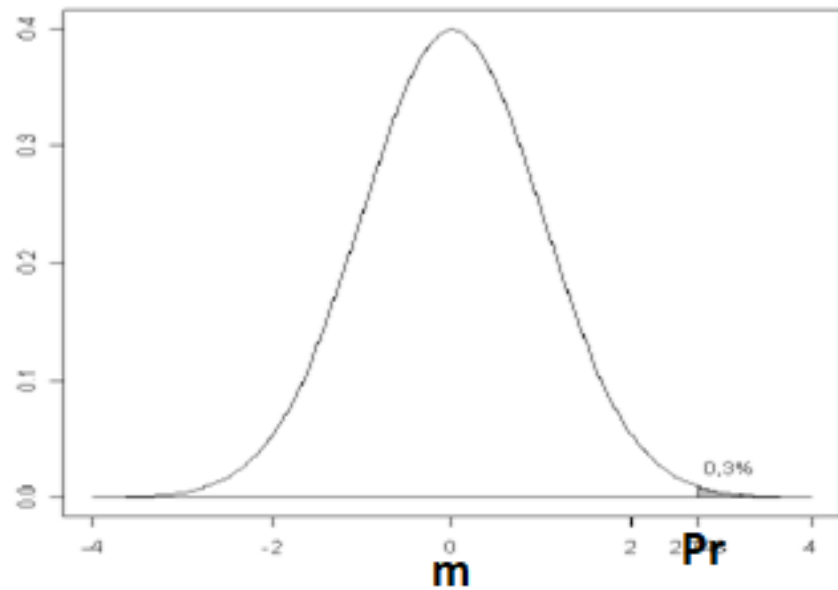
Relação entre incertezas de demanda e níveis de estoque de segurança



Estoque de Segurança (Es)

- Métodos Empíricos
 - Principalmente ligados ao tempo de reposição
 - Es = atraso do fornecedor
 - Es = atraso de compra
 - Quando os tempos de reposição são longos (setor público)
 - De acordo com curva ABC (itens mais baratos, ES maiores)
- Método Estatístico
 - Considerar inicialmente T constante
 - $d \cdot T$ varia como uma distribuição normal

$m = d * T$ - Distribuição Normal

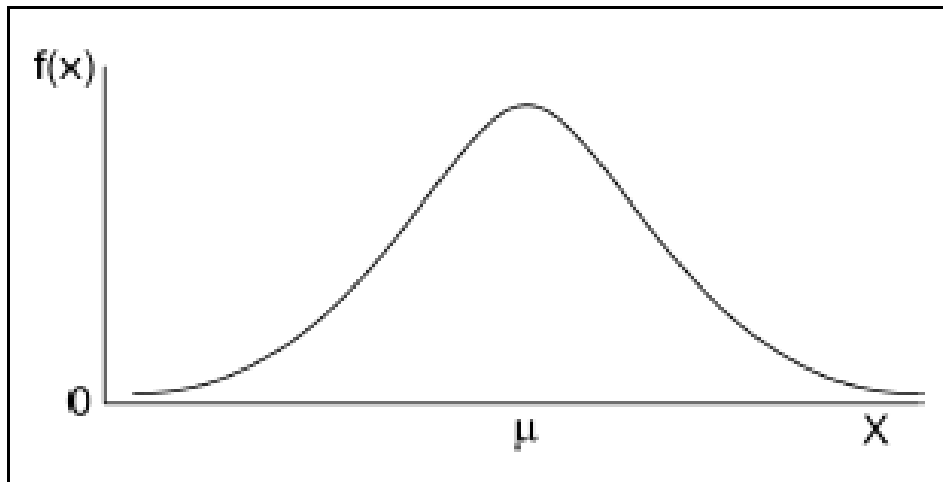


Estoque de Segurança

- Se o ponto de Ressuprimento for igual a demanda média durante o tempo de reposição ($Pr = d \cdot T = m$) haverá 50% de chance de faltar estoque até o produto chegar ao estoque.
- Neste caso não há estoque de segurança.
- No caso de $Pr =$ demanda máxima durante o tempo de reposição ($Pr = d \cdot T + Es$) vai garantir um nível de serviço pelo estoque de segurança.
- Estoque de Segurança é aquilo que na curva normal excede a média da demanda durante o tempo de reposição (m)

Distribuição Normal

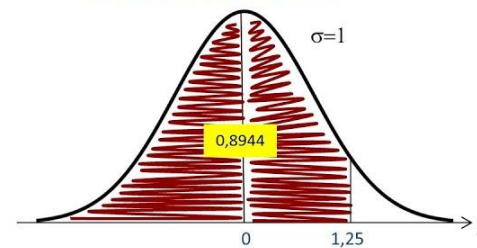
$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$



Reduzida

Mais comuns:

Normal
acumulada



Normal
a partir da média

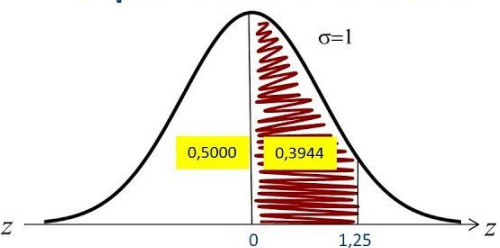


Tabela normal reduzida a partir da Média
no e-disciplinas

Estoque de Segurança

- $Pr = d * T + Es$
- $Pr = m + Es$
- $Pr = d * T + z\sigma_t$
- $\sigma_t =$ Desvio padrão da Demanda Durante o tempo de reposição
- $Z =$ valor padrão da distribuição normal reduzida
- $Z = \frac{x-m}{\sigma_t}$
- $T * \sigma_d^2 = \sigma_T^2$ Transformação do desvio padrão da demanda diária para o desvio padrão da demanda durante o tempo de reposição

Sistema Reposição Contínua

- Ponto de Ressuprimento:

$$P_R = m + E_s$$

$$P_R = d T + z \sigma_D$$

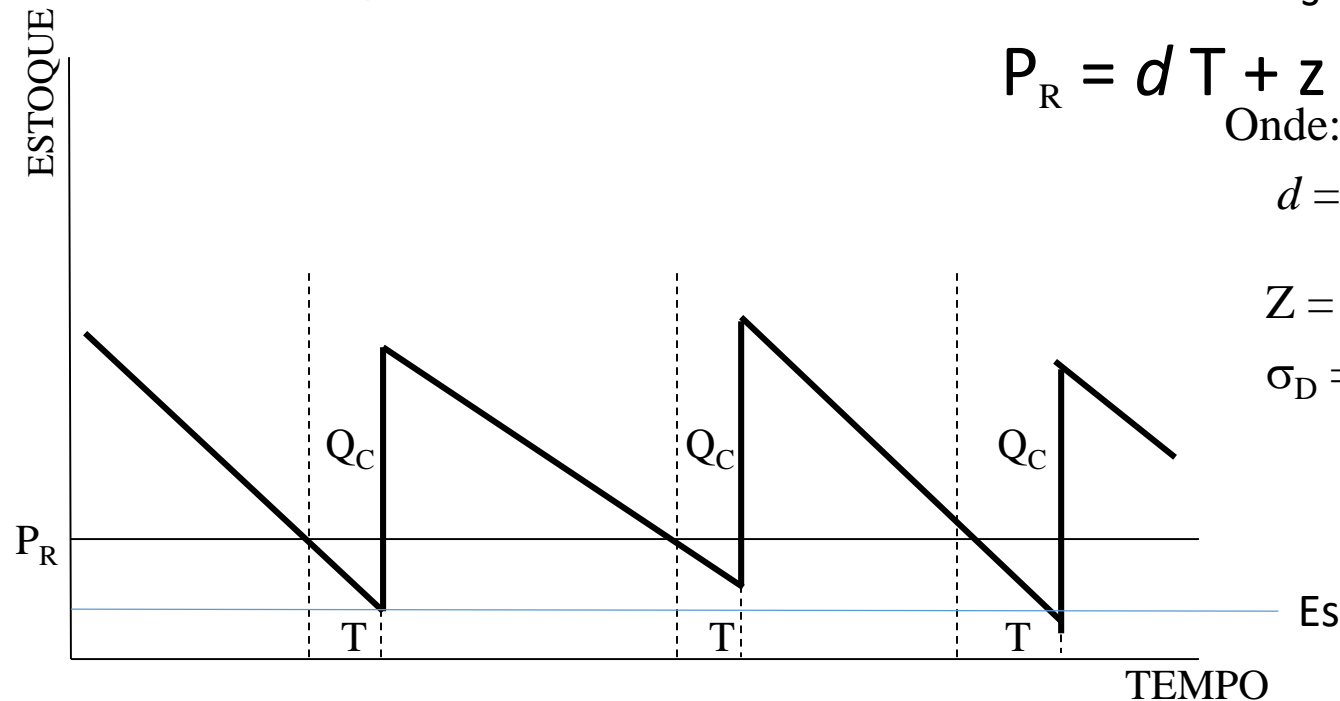
Onde:

d = consumo médio diário no tempo de reposição

Z = valor na tabela normal

σ_D = desvio-padrão demanda

$$m = d \times T$$



T = *lead time* de compra

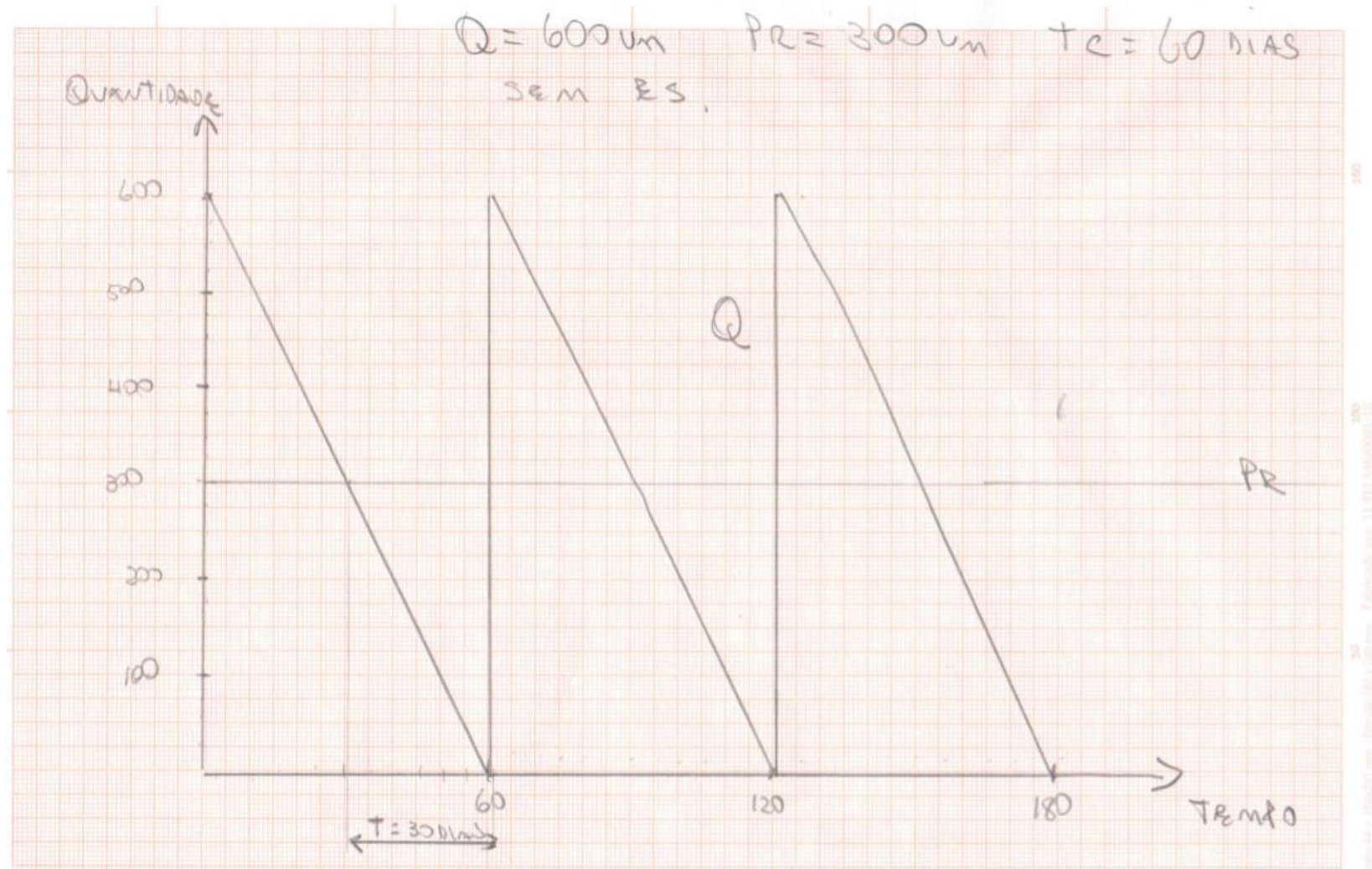
P_R = ponto de ressuprimento

Q_C = quantidade de compra

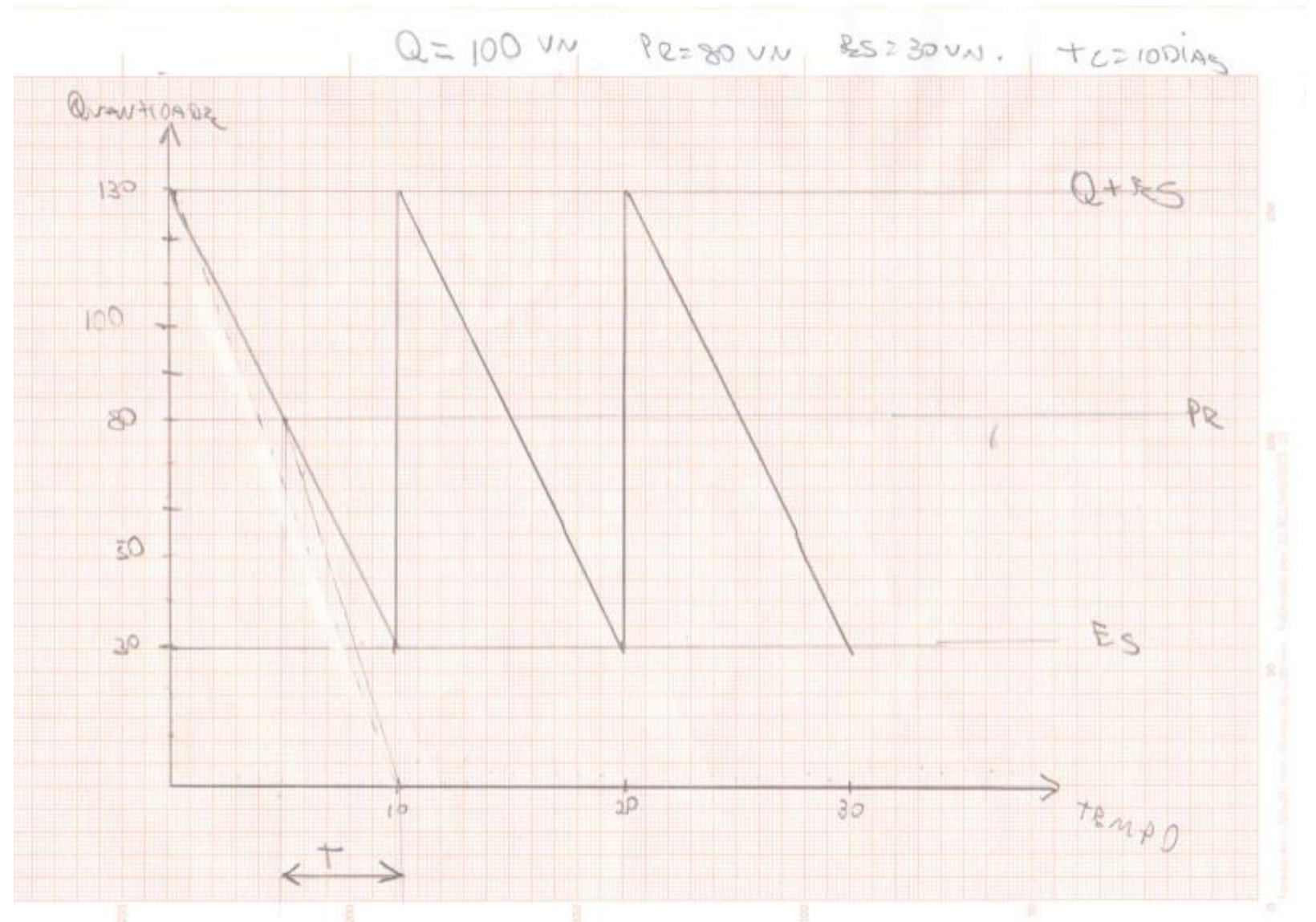
Exemplo

1. Gráfico $Q = 600$ unidades, $PR = 300$ unidades, tempo do ciclo = 60 dias, demanda média = 10 un/dia
 1. PR = ponto de reposição
 2. Q = lote de reposição
 3. Sem estoque de segurança
2. Gráfico $Q = 100$ unidades, $PR = 80$, Tempo do ciclo = 10 dias, Demanda média = 10 un/dia
 1. Estoque de Segurança = 30 unidades
 2. Gráfico mostrando T
 3. Gráfico mostrando possível variação da demanda
 4. Gráfico mostrando estoque de segurança

Exemplo 1



Exemplo 2



Exemplo = Revisão Contínua

- <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=2830735>

$$d = 300 \text{ UNIDADES / DIA}$$

$$D = 90.000 \text{ UNIDADES / ANO}$$

$$\sigma_d = 200 \text{ UNIDADES / DIA.}$$

$$C_0 = \$400,00$$

$$C_m = \$20,00 \text{ i.p.}$$

$$T = 5 \text{ DIAS.}$$

Lote e Ponto de Ressuprimento

$$a) Q_e = \sqrt{\frac{2 \cdot C_o \cdot D}{i \cdot p}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 400 \cdot 90.000}{20}}$$

$$Q_e = 1897 \text{ unidades.}$$

b) Ponto de Pedido. (P_r)

$$P_r = d \cdot T + E_s$$

$$P_r = d \cdot T + 2 \cdot \sqrt{T}$$

Ponto de Ressuprimento

P/ Probabilidade de não faltar = nível serviço
Nível serviço = 99,7%. $Z = 2,95$

TRANSFORMANDO σ_d (DIÁRIO) em σ_T (DURANTE TEMPO DEPOS.)

$$T \cdot \sigma_d^2 = \sigma_T^2 \Rightarrow 5 \cdot (200)^2 = \sigma_T^2$$

$$\sigma_T = \sqrt{200.000} = 447 \text{ UNIDADES}$$

Ponto de Ressuprimento e Estoque de Segurança

Logo

$$PR = 300.5 + 2,75 * 447$$

$$PR = 1500 + 1230$$

$$PR = 2730 \text{ UNIDADES}$$

c) $ES = 1230 \text{ UNIDADES.}$

Gráfico

d) FAZER GRÁFICO EM CASA.

ESTOQUE MÁXIMO PROJETADO

ESTOQUE DE SEGURANÇA + LOTE (Q)

$$EM = 1230 + 1897 = 3127 \text{ UNIDADES}$$

TEMPO REPOSIÇÃO = $T = 5$ DIAS

TEMPO CICLO = $t_c = 6,32$ DIAS

$$TC = \frac{Q}{d} = \frac{1897}{300} = 6,32$$

Sistema de reposição periódica (R;S)

- Reposição em intervalos fixos R
- Compra-se uma quantidade para atingir o nível S
- $Q_i = S - (\text{Posição do Estoque})$
- R – período entre encomendas
 - $n = n^{\circ}$ encomendas anuais
 - $n = \frac{D}{Q}$
 - $R = \frac{1}{n}$
 - Substituindo $R = \frac{Q}{D}$

Sistema de reposição periódica (R;S)

- $Q_e = \sqrt{\frac{2*Co*D}{i*p}}$

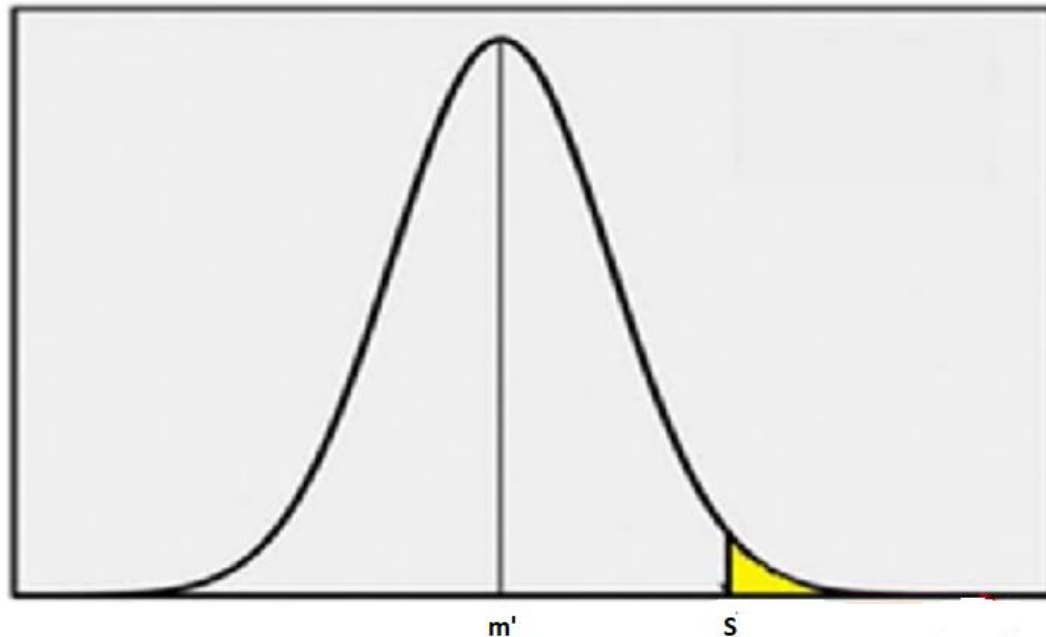
- Substituindo Q_e em $R = \frac{Q}{D}$

- $R = \frac{\sqrt{\frac{2*Co*D}{i*p}}}{D}$

- $R = \sqrt{\frac{2*Co}{i*p*D}}$

Sistema de reposição periódica (R;S)

- Nível de Referência (S) (livro do Bowersox MNR)
- Por analogia ao sistema de reposição contínua
- $S = (R + T) * d + Es$
- $m' = (R + T)$ Quantidade média durante o intervalo de revisões

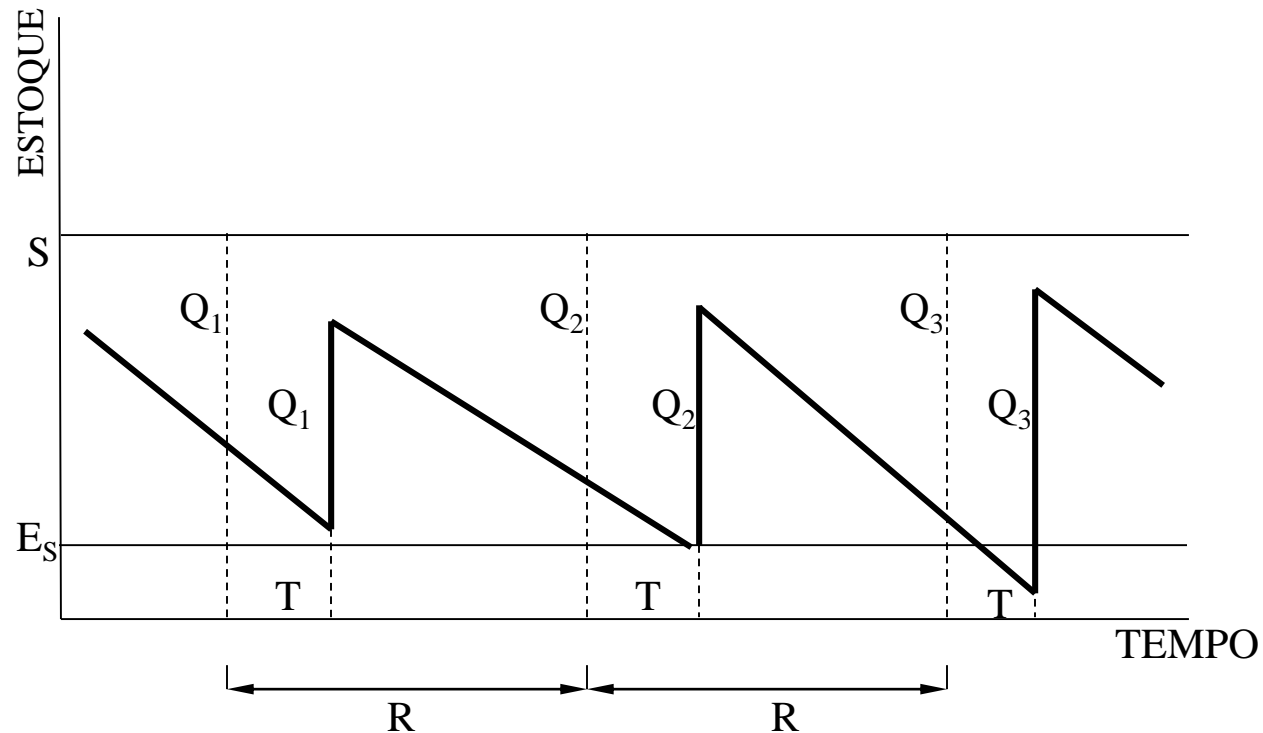


Sistema de reposição periódica (R;S)

- $S = m' + Z * \sigma_{R+T}$
- $S = (R + T) * d + Z * \sigma_{R+T}$
- Onde σ_{R+T} = desvio padrão da demanda durante o intervalo de reposição
- A tendência deste sistema é manter um estoque de segurança maior
- O desvio padrão da demanda durante o intervalo de revisões é maior que o desvio padrão durante o tempo de reposição (usado no sistema de revisão periódica)

Sistema de Reposição Periódica

- Quantidade de Referência (T)



T = *lead time* de compra
 R = período entre pedidos
 E_s = estoque de segurança

Q_i = quantidade de compra para pedido i
 S = quantidade de referência

$$T = d(R + T) + E_s$$

$m' = d(R+T)$ = consumo
no tempo $R + T$

$$R = \sqrt{\frac{2 * C_0}{i * p * D}}$$

C_0 = custo unitário do pedido

C_m = custo de manter = $i * p$

D = demanda

Exemplo Revisão Periódica

$$\begin{aligned}d &= 300 & D &= 90.000 & C_0 &= 300 \\ \tilde{d} &= 200 & t &= 5 & i.C &= cm = R\$ 20,00 \\ R &= 30 \text{ DIAS.}\end{aligned}$$

$$S = (R+t) \cdot d + R_s = (30+5) \cdot 300 + R_s.$$

$$S = 10.500 + R_s.$$

Estoque de Segurança

Estoque de Segurança ζ_A .

$$\sqrt{R+T} = (R+T) \sqrt{d}^2$$

$$\sqrt{R+T} = (30+5) \cdot 200^2$$

$$\sqrt{R+T} = 1183 \text{ Unidades.}$$

a) $R = 30$ DIAS

b) $S = 10.500 + z \cdot 1183$

P/ Probabilidade de 99,7% $\Rightarrow z = 2,75$

$$S = 10.500 + 2,75 \cdot 1183$$

$$S = 13.753 \text{ Unidades.}$$

Revisão Periódica

$$c) ES = 2 \cdot \sqrt{RT} =$$

$$ES = 2,75 \cdot 1183$$

$$ES = 3253 \text{ unidades.}$$

d) Gráfico $(Q \times T)$

FAZER EM CASA.

$$S = 13.735$$

$$R = 30 \text{ DIAS}$$

$$T = 5 \text{ DIAS}$$

$$ES = 3253$$