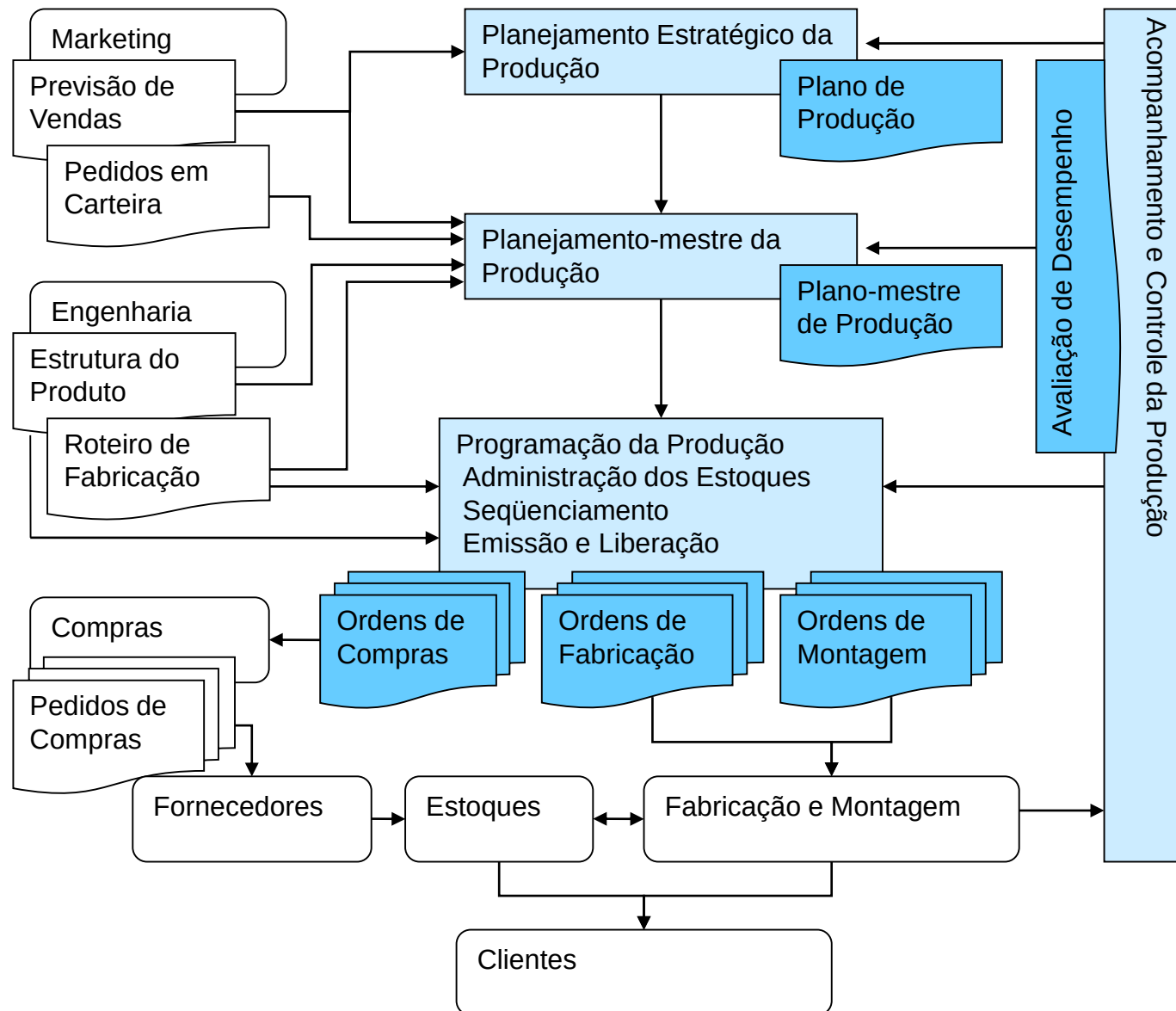


GESTÃO DA PRODUÇÃO

Estoque

UFES

Prof. Dr. Joao Ferreira Netto



Os estoques são uma forma da organização proteger-se da imprevisibilidade dos processos com os quais lida ou está envolvida, a falta de qualidade de seus processos internos bem como dos externos dos quais depende pressionam no sentido de elevar o volume de estoques. Conclui-se que níveis elevados de estoques tendem a gerar conformidade com o erro e as causas dos problemas não são atacadas.



▶ Funções dos Estoques

- ▶ Garantir a independência entre etapas produtivas
 - ▶ Permitir uma produção constante
 - ▶ Possibilitar o uso de lotes econômicos
 - ▶ Reduzir os lead times produtivos
 - ▶ Colocar segurança no sistema produtivo
 - ▶ Obter vantagens de preço
-

O que é estoque?

Estoque é uma quantidade de material mantida em um determinado local durante uma certa quantidade de tempo.

Estoques são mantidos em várias formas:

- ✓ Materia prima
- ✓ Produtos / peças compradas ou manufaturadas
- ✓ Produtos semiacabados
- ✓ Produtos acabados

Uma vez que os estoques compõem uma parte considerável dos custos logísticos, devemos entender quais são suas funções, composição dos seus custos e como calcular uma política de estoque adequada.

- ▶ Estoques são criados quando o recebimento de
 - ▶ materiais (insumos),
 - ▶ partes em processo, ou
 - ▶ produtos acabadosexcede o seu consumo.

▶ internas:

- ▶ quebras de equipamentos,
- ▶ não cumprimento de prazos e condições de fornecimentos pelos fornecedores,
- ▶ fragilidade dos processos gerenciais – especialmente planejamento;

▶ Externas:

- ▶ variação da demanda,
 - ▶ condições climáticas,
 - ▶ sócio-econômicas, entre outros, são eventos externos à organização e que podem demandar estoques de proteção para regular o processo de produção e entrega de produtos.
-

- ▶ Os estoques são criados para absorver diferentes problemas do sistema de produção alguns deles, como a sazonalidade, são insolúveis, outros como o atraso na entrega de matérias-primas ou a produção de itens defeituosos podem ser resolvidos
 - ▶ como os estoques não agregam valor aos produtos, quanto menor o nível de estoques com que um sistema produtivo conseguir trabalhar, mais eficiente e enxuto esse sistema será
 - ▶ Os estoques estão relacionados (ou são a causa ou a consequência) a todas as sete perdas que devem ser combatidas para se chegar à manufatura enxuta
 - ▶ superprodução, espera, transporte, processamento, estoque, movimentos desnecessários e produtos defeituosos
 - ▶ um dos melhores indicadores de desempenho da eficiência dos sistemas produtivos é a análise e acompanhamento do giro de estoques
-

► Decisões Tomadas

1. tamanho dos lotes de reposição
 - relacionado aos custos envolvidos com a reposição e manutenção dos estoques no sistema produtivo
 2. tamanho dos estoques de segurança
 - relacionado com os erros de previsão e com o nível de serviço previsto
 3. modelo de controle de estoque
 - relacionado à importância relativa do item e a seu sistema de produção
-

Por que os estoques existem?

1. Permitir flexibilidade no planejamento da produção
 2. Obter vantagem econômica na compra de lotes maiores (economia de escala)
 3. Mitigar os efeitos de incerteza na demanda
 4. Estar resguardado quando houver atrasos na entrega de insumos
 5. Manter independência nas operações da cadeia de suprimentos (atrasou insumo, mas a produção continua)
 6. Diversas outras: até um possível aumento de preço de um produto pode levar consumidores a comprá-lo e estocá-lo!
-

Pontos importantes!

1- Economia de escala - Frequência dos pedidos [1]

A adoção de economia de escala é um artifício para se obter vantagem econômica através da diluição de custos fixos.

Como exemplo, imagine uma padaria que produz 600 pães por dia. O forno possui um tempo de **set-up** de 30 minutos (um tempo de pré-aquecimento antes de começar a assar os pães).

Esse tempo de set-up ocasiona um custo extra de energia de R\$7.50 toda vez o forno é ligado. Depois de aquecido, os pães são assados durante 2 horas, a um custo de R\$30.00.

Padaria

Produção de pães	Forno	Custo por hora do forno (energia)		Custos	
Tempo de pré- aquecimento do forno (set up)	30 min	R\$	15.00	R\$	7.50
Preparação dos pães - 1 fornada (produção)	2 horas	R\$	15.00	R\$	30.00

Pontos importantes!

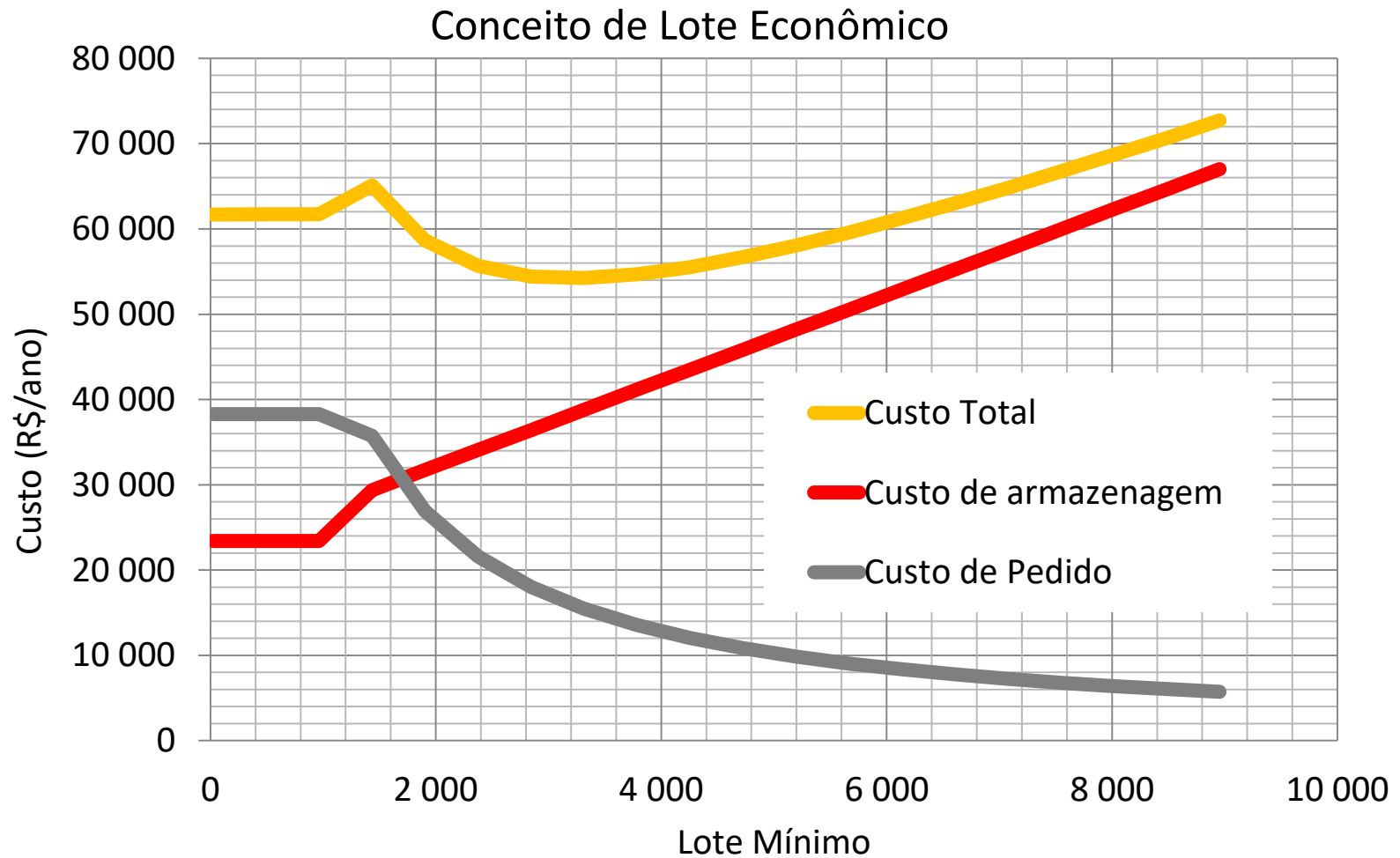
1- Economia de escala - Frequência dos pedidos [2]

Pergunta! Qual política de produção a padaria deve seguir?

- ✓ Política 1: Assar 200 pães de cada vez (manhã, a tarde e a noite) e ter que reaquecer o forno todas as vezes.
- ✓ Política 2: Ligar o forno pela manhã e assar 3 bandejas de 200 pães em seguida (totalizando os 600 pães). Dessa forma, só haveria um tempo gasto com aquecimento (set-up).

Políticas de produção	Custo unitário	Lote	Pedidos	Estoque de pães pela manhã	Vantagem	Desvantagem
Política 1: 200 pães de manhã / 200 pães a tarde / 200 a noite (3 pré-aquec. + 3 fornadas: 1 pré-aquec. antes de cada fornada)	R\$ 0.19	200	3 pedidos por dia	200	Pães mais fresquinhos, menor estoque, menor tempo em estoque	Maior custo de set-up
Política 2: 600 pães de manhã (1 aquecimento + 3 fornadas)	R\$ 0.16	600	1 pedido por dia	600	Custo menor, melhor utilização dos recursos	Maior estoque, produtos menos frescos (produto fica mais tempo em
Redução de custo	13%					

Pontos importantes!



Pontos importantes

2– Incerteza sobre o *Lead time* [1]

Primeiramente, vamos definir o que é *lead time*:

Lead time é o intervalo de tempo entre o pedido de um produto e a sua entrega.

Quando você pede uma pizza por telefone (ou seja, o instante do **pedido**), a atendente informa que a **entrega** será feita em 1 hora. Ou seja, o *lead time* é de uma hora! (diferença de tempo entre o pedido e a entrega)

Muitas vezes a entrega chega com **adiantamento** ou **atraso**. Os adiantamentos e atrasos fazem parte da incerteza do instante de chegada dos produtos.

Pontos importantes

2- Incerteza sobre o *Lead time* [2]

Em uma empresa, é comum a existência de estoque para amenizar os efeitos da incerteza da entrega.

Imagine que você é o Gerente Logístico de uma grande empresa de alimentos enlatados:

- O fornecedor de latas entrega o produto toda segunda-feira;
- Frequentemente, o fornecedor não consegue entregar as latas na segunda-feira, entregando-as com atrasos de 1 a 7 dias!
- Esses atrasos fazem a linha de produção parar, ocasionando enormes perdas;
- Você, como Gerente Logístico e especialista em Gestão de Estoques, deverá:

Regular o **estoque de segurança** de latas. Assim, quando o fornecedor atrasar, você continuará produzindo com as latas estocadas no armazém.

Pontos importantes

3 – Incerteza na demanda [1]

A incerteza na demanda é outro grande motivo de se possuir estoque.

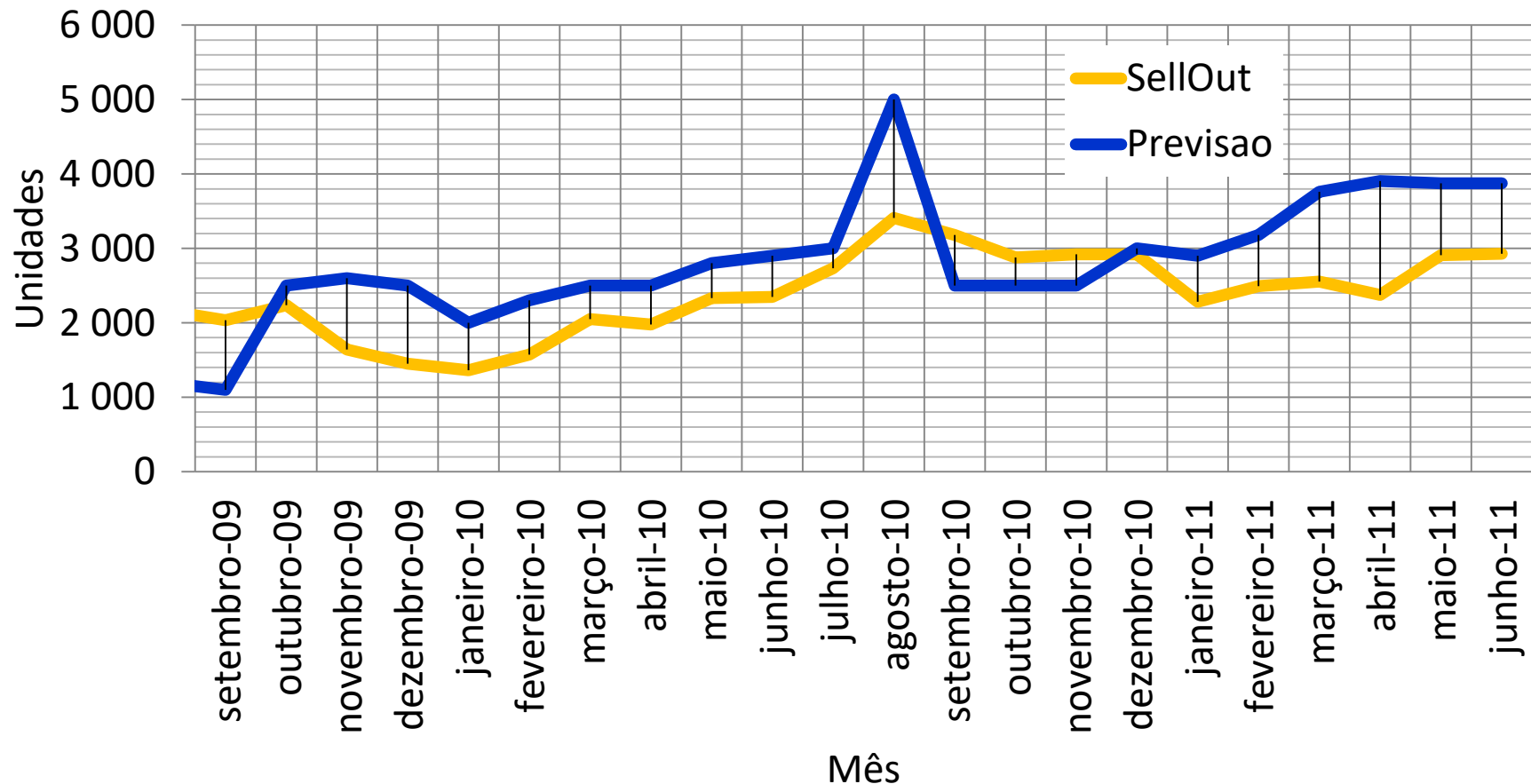
Imagine que você faça um churrasco e chame 50 amigos, mas só 30 confirmaram presença. Qual a quantidade de comida e bebida que você deverá comprar?

Se você comprar comida para exatamente 30 amigos, mas aparecerem mais 10 amigos que não confirmaram presença (totalizando 40 amigos), haverá falta de carne e bebida.

É por essa **incerteza na demanda** de comida que as pessoas costumam comprar sempre “um pouco a mais”. Esse “um pouco a mais” pode ser entendido como o **estoque de segurança**!

3 – Incerteza na demanda [2]

Protetor solar



Conceitos importantes!

1. **Lead time:** é o intervalo de tempo entre o pedido de um produto e sua entrega.
 2. **Lote mínimo:** é a mínima quantidade de produto produzida na fábrica após um pedido.
 3. **Economia de escala:** é um termo utilizado para representar a redução de custo unitário de um produto devido ao aumento da quantidade produzida (exemplo: padaria!).
 4. **Incerteza na demanda:** é composta pelos fatores aleatórios na previsão da demanda. Por exemplo, como saber a demanda por protetor solar no verão? Isso depende do número de dias que fará sol, número de pessoas que irão a praia, etc.
-



Tipos de estoque

Diversos autores e especialistas classificam os tipos de estoque de diferentes maneiras. Não há um “certo” ou “errado”, mas é importante entender ao menos uma classificação!

Robinson et. al (1994) classificam o estoque de acordo com o motivo. Já vimos os principais motivos de se possuir estoques, mas é possível destrinchar motivos adicionais, como ilustrado na tabela a seguir:

Tipo de estoque	Motivo do estoque
Estoque de segurança	Incertezas
Estoque de ciclo	Produção/Transporte em lotes
Estoque em trânsito	Tempo de transporte
Estoque em processo	Tempo de processamento
Estoques sazonais	Sazonalidade
Estoque de antecipação	Variação na taxa de atividades
Estoques especulativos	Especulação

Estoque de segurança

- é um nível extra de estoque que é mantido para mitigar o risco de faltas devido à incerteza da demanda e à incerteza do fornecimento.

Estoque de ciclo

- é o estoque gerado durante um ciclo produtivo e de transporte (estoque gerado em função dos lotes)

Estoque em trânsito

- é a quantidade de produto que está em trânsito entre o fornecedor e o cliente.

Estoque em processo

- em inglês é chamado de *work in process* (WIP) e é o estoque formado durante o processo produtivo (inclui o estoque de produtos semi-acabados)

Estoque sazonal

- É útil em picos periódicos de demanda (sazonalidade).

Estoque de antecipação

- é oriundo da variação de capacidade de produção (férias coletivas, manutenção preventiva, etc)

Estoque especulativo

- ocorre quando há compra e posterior estocagem de um produto devido a informação de que haverá alta no seu preço.

Por que manter estoques **baixos**?

- ▶ **Principal razão:** estoque = investimento em bens sobre os quais se paga (e não se recebe) juros.
 - ▶ **Custo de guarda** força **redução** de estoques; seus componentes são:
 - ▶ custo de oportunidade,
 - ▶ custo de estocagem e manuseio,
 - ▶ custo de impostos, seguros, roubos, obsolescência e deterioração.
-

Por que manter estoques baixos?

Custos de guarda

- ▶ Custo variável, que é função do tempo.
- ▶ Igual a um % do valor do item; normalm^{te}, custo de guarda anual varia entre 20 e 40% do valor do item.
 - ▶ Suponha empresa c/ custo médio de guarda de 30%, e valor médio do estoque igual a 20% das vendas.
 - ▶ Custo anual de guarda do estoque é igual a 6% ($0,3 \times 0,2$) das vendas.
 - ▶ C/ margens normalm^{te} $< 10\%$, **valor é considerável!!**

Por que manter estoques baixos?

Componentes do Custo de guarda

▶ **Oportunidade**

- ▶ P/ adquirir estoques, empresas necessitam empréstimos a juros altos.
 - ▶ \$ aplicado em estoque poderia estar investido no mercado financeiro.
 - ▶ Este é normalm^{te} o maior componente dos custos de guarda ($\pm 15\%$).
-

Por que manter estoques baixos?

Componentes do Custo de guarda

▶ **Estocagem e manuseio**

- ▶ Estoques ocupam espaço e demandam movimentação.
 - ▶ Custos incidem qdo empresas alugam espaços, contratam 3^{os} p/ gerenciar movimento de materiais ou entregam estoques a operadores logísticos.
 - ▶ Custos de oportunidade também incidem sobre custos de estocagem e manuseio.
-

Por que manter estoques baixos?

Componentes do Custo de guarda

- **Impostos, seguros, roubos, obsolescência e deterioração**
 - Impostos e seguros proporcional ao volume de estoques no final do exercício.
 - *Obsolescência*: alta em setores como vestuário e informática.
 - *Deterioração*: alta em setores como alimentação e farmacêuticos.

Por que manter estoques altos?

- **Principal razão:** garantir nível de serviço (cliente não costuma esperar mais de uma vez pelo produto desejado).
- Quantidade de estoque mantido na economia americana **excede US\$ 1,3 trilhões:**
 - Existem pressões para manter estoques altos;
 - Investigaremos algumas delas na sequência.

Nível de Serviço (*Service level, SL*)

- ▶ **Probabilidade** desejada de não ocorrência de **escassez** durante um **ciclo de pedido**.
 - ▶ Definição **probabilística** = uma das definições de SL; outras serão vistas mais adiante.
 - ▶ **Escassez** = ocorre qdo item demandado não encontra-se disponível, implicando em venda perdida.
 - ▶ **Ciclo de pedido** = período de tempo entre colocação do pedido e sua chegada no estoque.

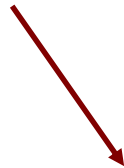
Por que manter estoques altos?

- ▶ Alguns custos são beneficiados c/ **aumento** de estoques:
 - ▶ custo de colocação de pedidos,
 - ▶ custo de *setup* de produção,
 - ▶ custo de transporte.
-

Por que manter estoques altos?

Custo de colocação de pedidos

- Pode ser interno ou externo.
- É independente da quantidade encomendada.
- **Comércio eletrônico** pode ser utilizado na redução deste custo.



Exemplo: Campbell Soup investiu US\$30 milhões em sistema baseado em EDI (*electronic data interchange*).

Objetivo: reduzir em 80% transações comerciais que demandam *paperwork*.

Ganho estimado: US\$18 milhões/ano + redução de erros em pedidos.

Por que manter estoques altos?

Custo de setup

- Custo de preparação de máquinas ou sistemas produtivos p/ produzir um **item diferente**.
- É independente do tamanho do pedido.
- Inclui mão-de-obra, tempo ocioso de produção, limpeza, demanda por novas ferramentas, etc.
- **Refugo e retrabalho** costumam ser muito maiores qdo processos dão a partida.

Por que manter estoques altos?

Utilização de equipam^{tos} e mão-de-obra

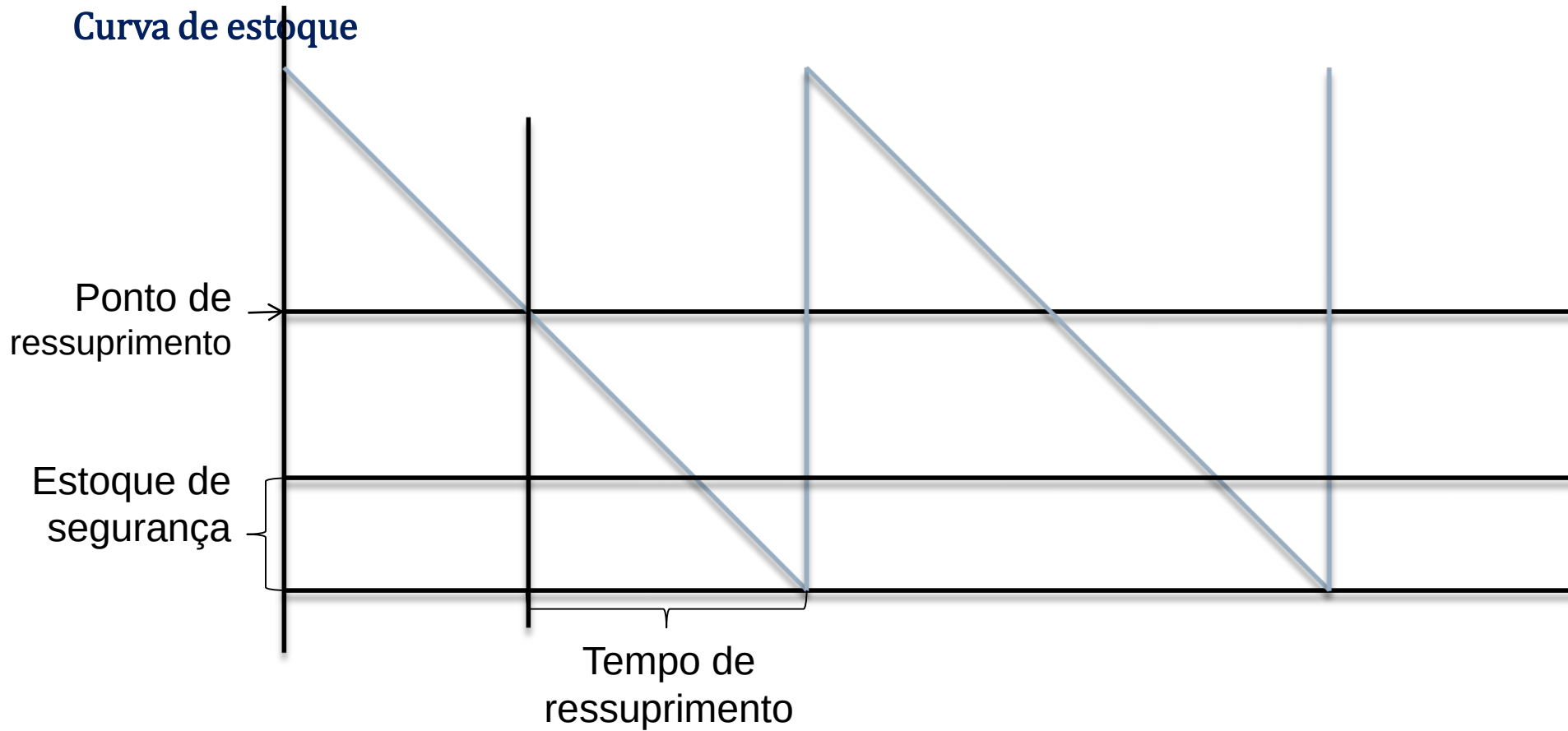
- ↑ **Estoque** = aumento na produtividade da força-de-trabalho e utilização da estrutura fixa de **três maneiras**:
 - ❶ Ordens maiores de produção reduzem *setups*.
 - ❷ Redução na necessidade de replanejar a produção p/ produzir itens faltantes.
 - ❸ Taxa de demanda é estabilizada em produtos c/ demanda sazonal, aumentando utilização da estrutura fixa.

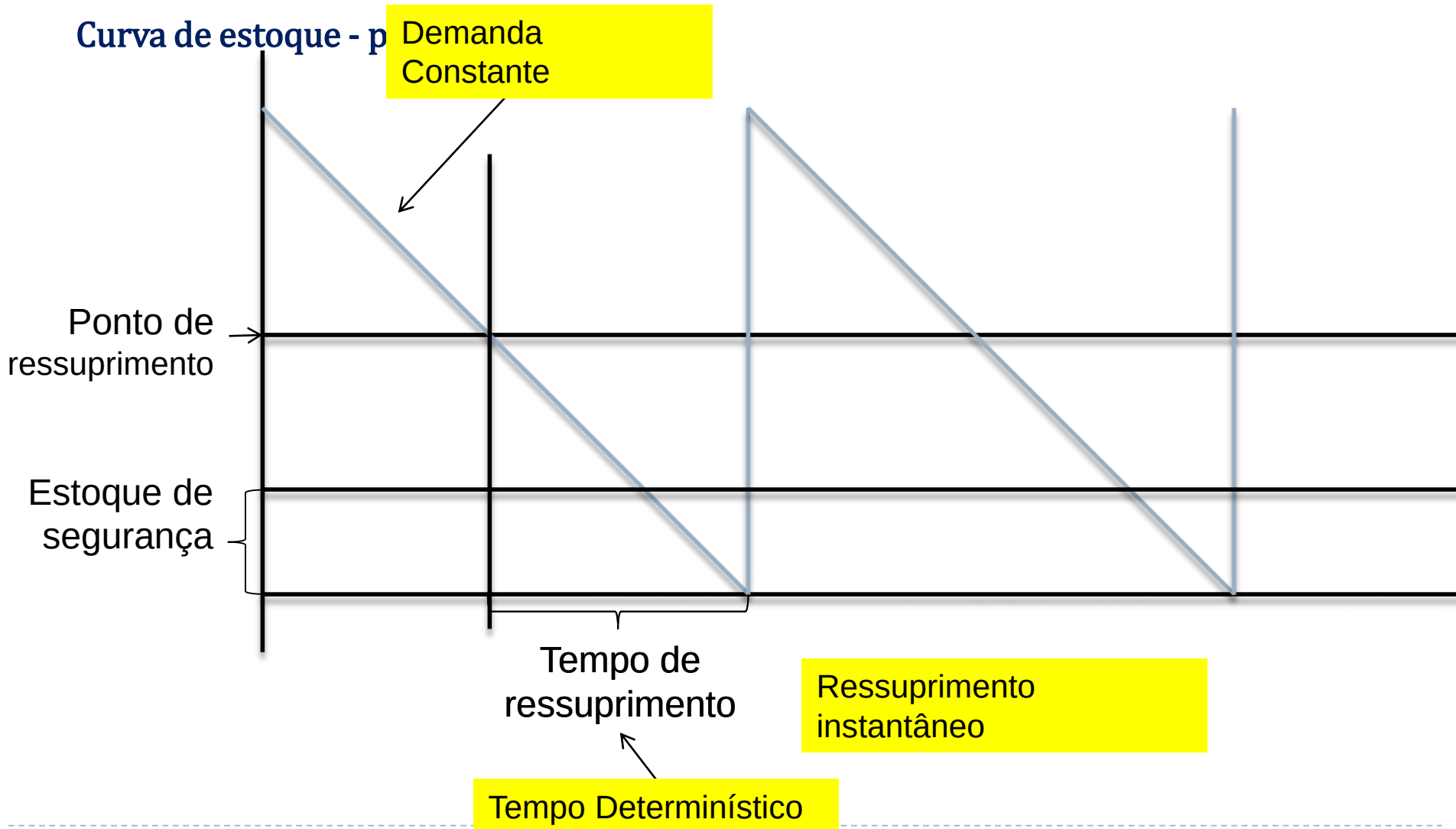
Por que manter estoques altos?

Custo de transporte

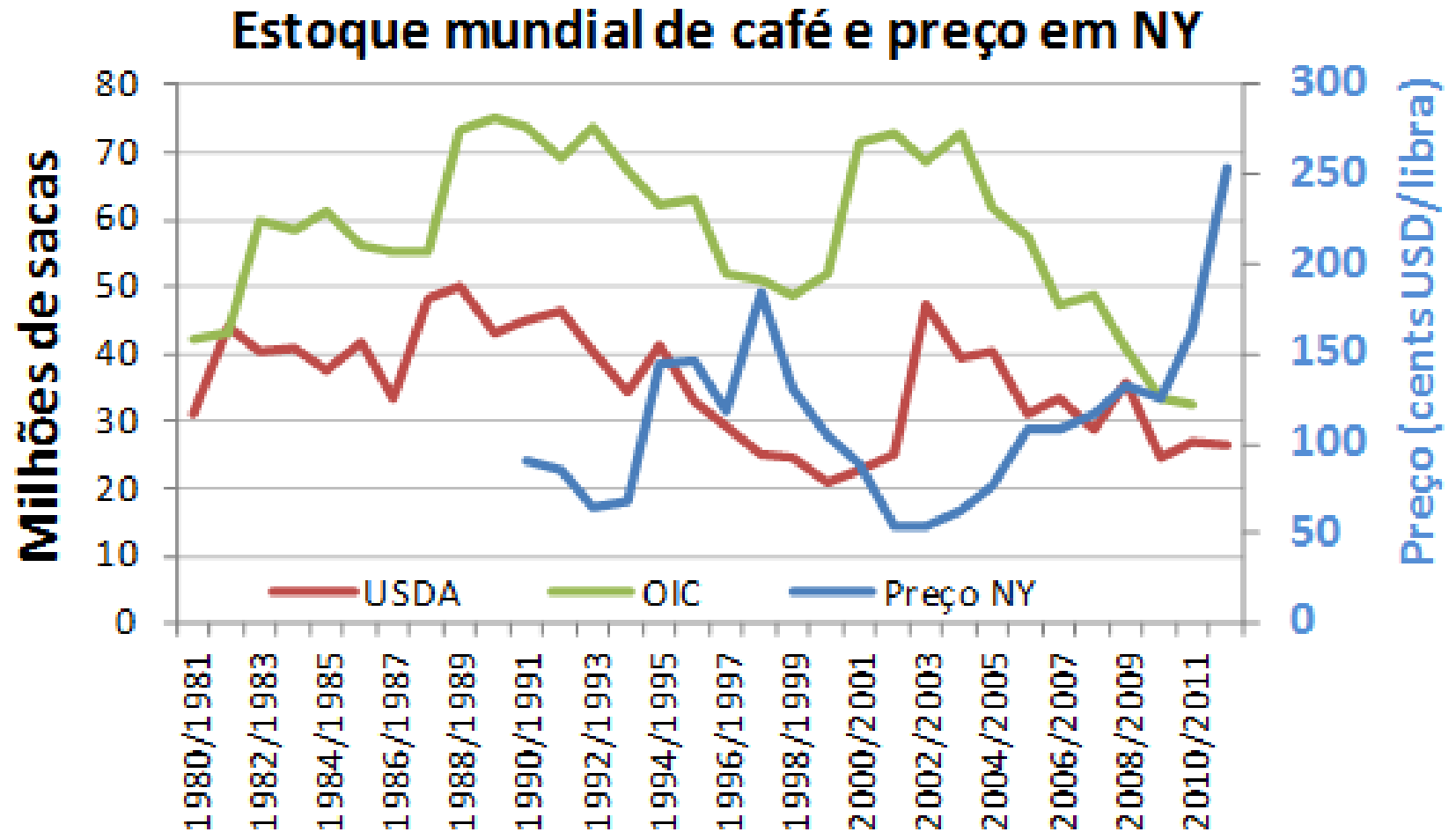
- Produtos em estoque permitem **melhor composição de cargas** e evitam gastos em transporte especial p/ pedidos atrasados.
- Itens comprados **de um mesmo fornecedor** podem ser agrupados:
 - preço de compra pode resultar menor (descontos);
 - transporte é barateado pelo rateio da carga.

Curva de estoque





Curva de estoque – Vida real



► Custo Direto (CD)

- É aquele incorrido diretamente com a compra ou fabricação do item. É proporcional a demanda para o período e aos custos unitários do item (de fabricação ou de compra)

$$CD = D \times C$$

CD = Custo direto do período

D = Demanda do item para o período

C = Custo unitário de compra ou fabricação do item

► Custo de Preparação (CP)

- São todos aqueles custos referentes ao processo de reposição do item pela compra ou fabricação do lote de itens
 - mão-de-obra para emissão e processamento das ordens de compra ou de fabricação, materiais e equipamentos utilizados para a confecção das ordens, custos indiretos dos departamentos de Compras ou do PCP para a confecção das ordens, como luz, telefone, aluguéis, etc., e, quando for o caso de fabricação dos itens, os custos de preparação dos equipamentos produtivos

$$CP = N \times A = D/Q \times A$$

CP = Custo de preparação do período

N = Número de pedidos de compra ou fabricação durante o período

Q = Tamanho do lote de reposição

A = Custo unitário de preparação

► Custo de Manutenção de Estoques (CM)

- Decorrentes do fato do sistema produtivo necessitar manter itens em estoques para o seu funcionamento
 - mão-de-obra para armazenagem e movimentação dos itens, aluguel, luz, seguro, telefone, sistemas computacionais e equipamentos do almoxarifado, custos de deterioração e obsolescência dos estoques, e, principalmente, o custo do capital investido relacionado com a taxa de mínima atratividade (TMA) da empresa

$$CM = Q_m \times C \times I$$

CM = Custo de manutenção de estoques do período

Q_m = Estoque médio durante o período

C = Custo unitário de compra ou fabricação do item

I = Taxa de encargos financeiros sobre os estoques

- Um comerciante trabalha com máquinas fotográficas compradas em Manaus a um custo de \$ 50 cada e vendidas aqui. Em cada viagem a Manaus se gasta \$ 1.300, independente da quantidade trazida. A demanda anual pelas máquinas é de 600 unidades, e sobre o capital empatado se paga uma taxa de 78% ao ano. Quantas viagens ele deve fazer por ano, ou qual o tamanho do lote a ser comprado em cada viagem?
 - $C = \$ 50$
 - $D = 600$
 - $A = \$ 1.300$
 - $I = 0,78$
 - $Q_m = Q/2$

Tamanho dos Lotes

Viagens	Lotes	CD	CP	CM	CT
1	600	30.000			
2	300	30.000			
3	200	30.000			
4	150	30.000			
5	120	30.000			
6	100	30.000			
7	86	30.000			
8	75	30.000			
9	67	30.000			
10	60	30.000			



$$CD = D \times C$$

$$C = \$ 50$$

$$D = 600$$

$$A = \$ 1.300$$

$$I = 0,78$$

$$Q_m = Q/2$$

Tamanho dos Lotes

Viagens	Lotes	CD	CP	CM	CT
1	600		1.300		
2	300		2.600		
3	200		3.900		
4	150		5.200		
5	120		6.500		
6	100		7.800		
7	86		9.100		
8	75		10.400		
9	67		11.700		
10	60		13.000		



$$CP = N \times A$$

$$C = \$ 50$$

$$D = 600$$

$$A = \$ 1.300$$

$$I = 0,78$$

$$Q_m = Q/2$$

Tamanho dos Lotes

Viagens	Lotes	CD	CP	CM	CT
1	600			11.700	
2	300			5.850	
3	200			3.900	
4	150			2.925	
5	120			2.340	
6	100			1.950	
7	86			1.671	
8	75			1.463	
9	67			1.300	
10	60			1.170	



$$CM = Q_m \times C \times I$$

$$C = \$ 50$$

$$D = 600$$

$$A = \$ 1.300$$

$$I = 0,78$$

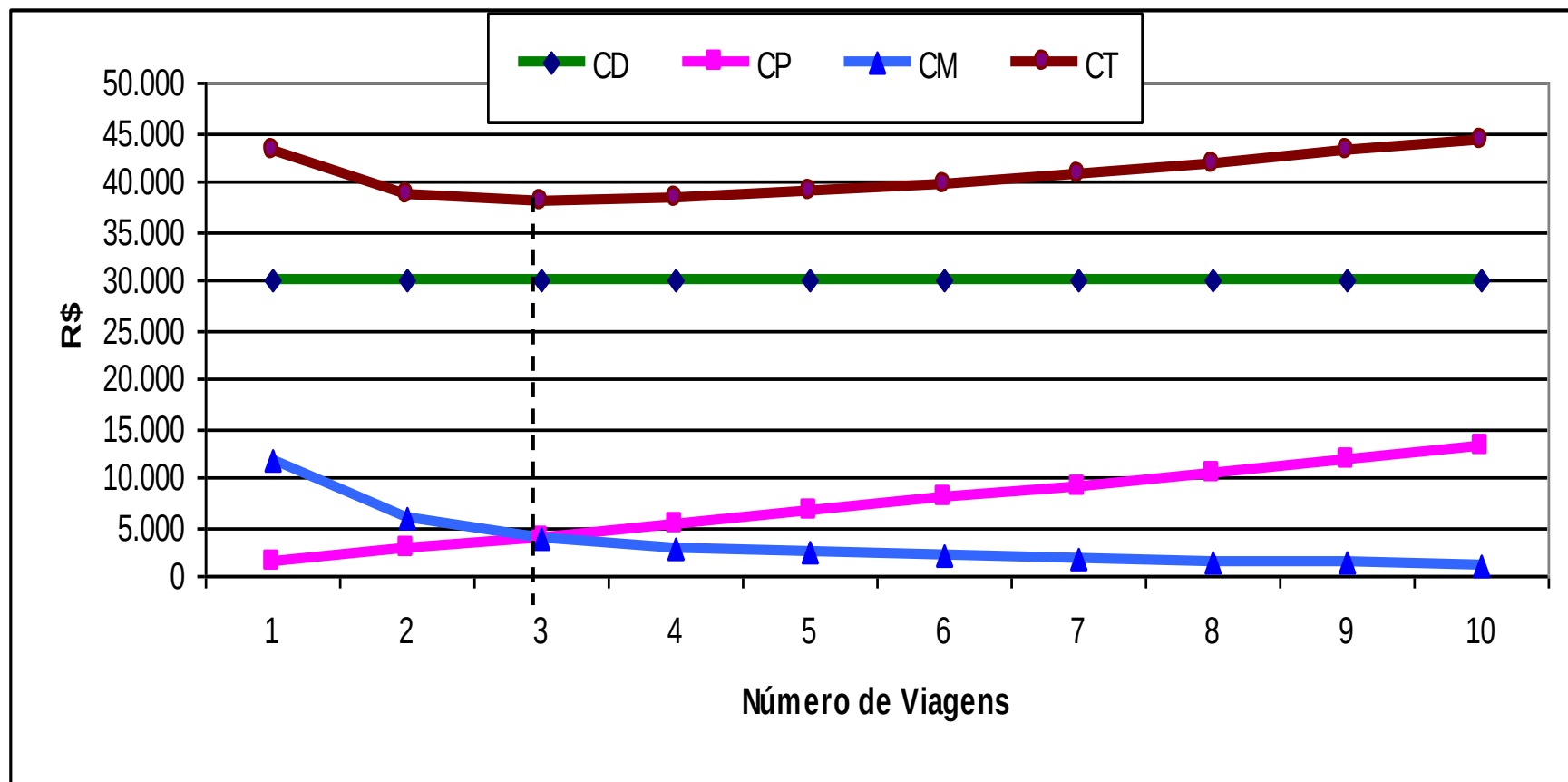
$$Q_m = Q/2$$

Tamanho dos Lotes

Viagens	Lotes	CD	CP	CM	CT
1	600	30.000	1.300	11.700	43.000
2	300	30.000	2.600	5.850	38.450
3	200	30.000	3.900	3.900	37.800
4	150	30.000	5.200	2.925	38.125
5	120	30.000	6.500	2.340	38.840
6	100	30.000	7.800	1.950	39.750
7	86	30.000	9.100	1.671	40.771
8	75	30.000	10.400	1.463	41.863
9	67	30.000	11.700	1.300	43.000
10	60	30.000	13.000	1.170	44.170

↓
Lote Econômico
↑

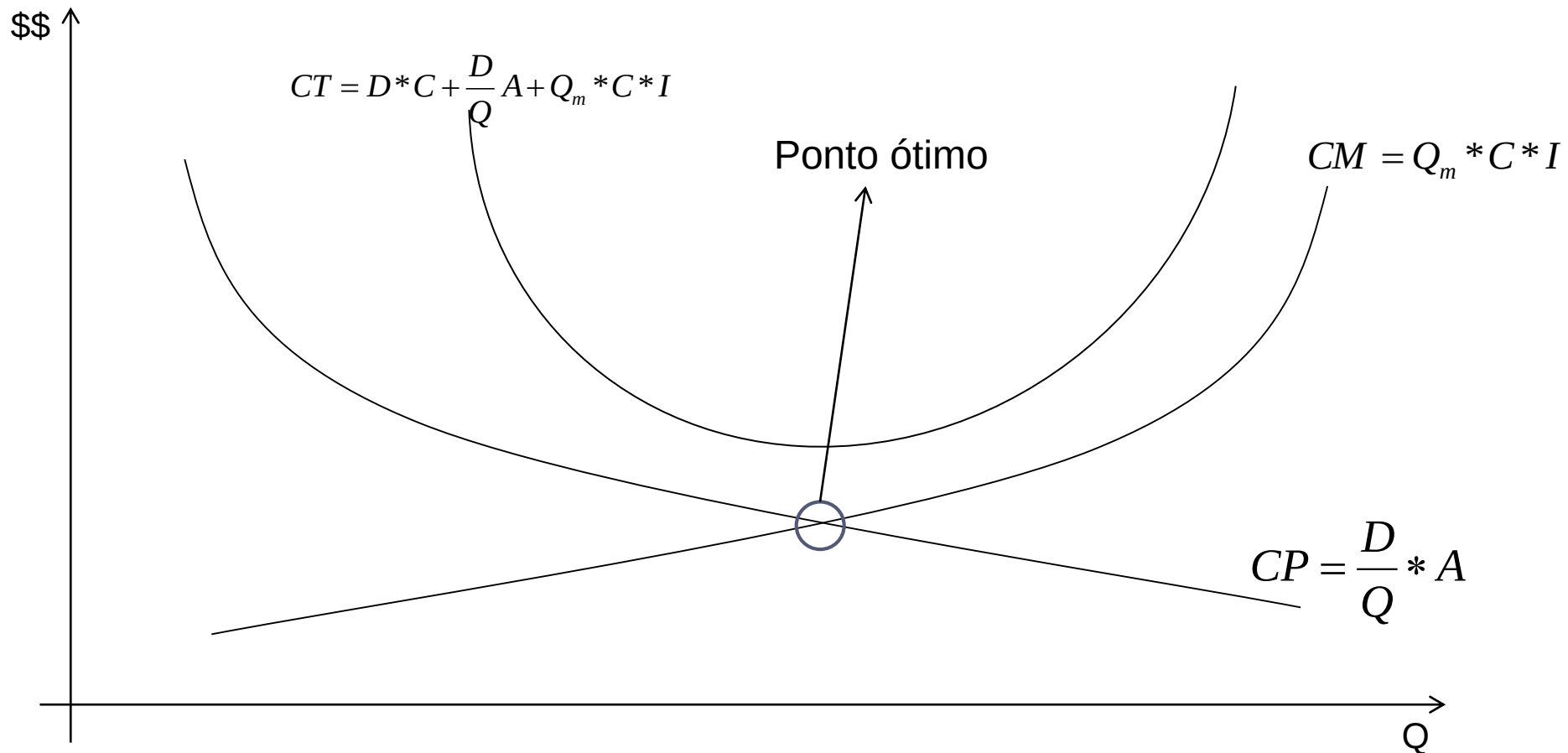
Tamanho dos Lotes



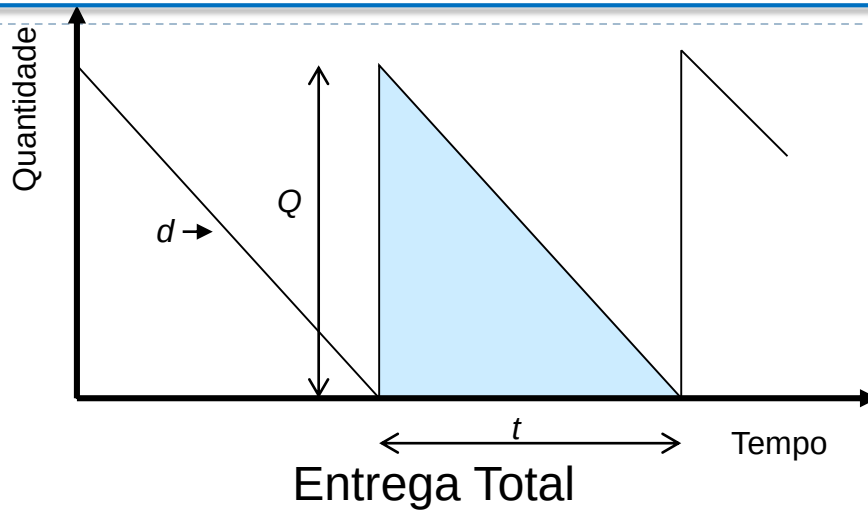
Modelo do lote econômico

Economic Order Quantity (EOQ)

- Dentre os n possíveis lotes, existe um valor ótimo



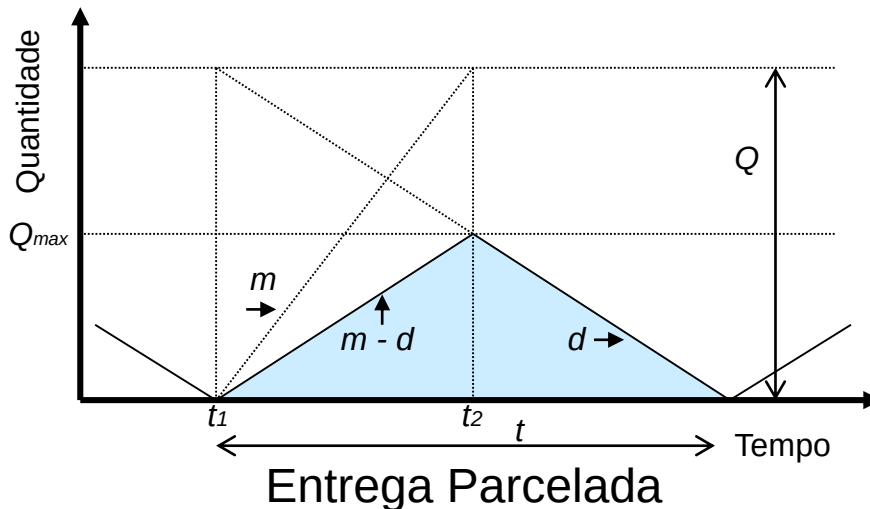
Estoque Médio



$Q_m = \text{área do triângulo} / \text{tempo}$

$$Q_m = \frac{t \cdot Q}{2} \cdot \frac{1}{t} = \frac{Q}{2}$$

$$Q_m = \frac{t \cdot Q_{\max}}{2} \cdot \frac{1}{t} = \frac{Q_{\max}}{2} = \left(1 - \frac{d}{m}\right) \cdot \frac{Q}{2}$$



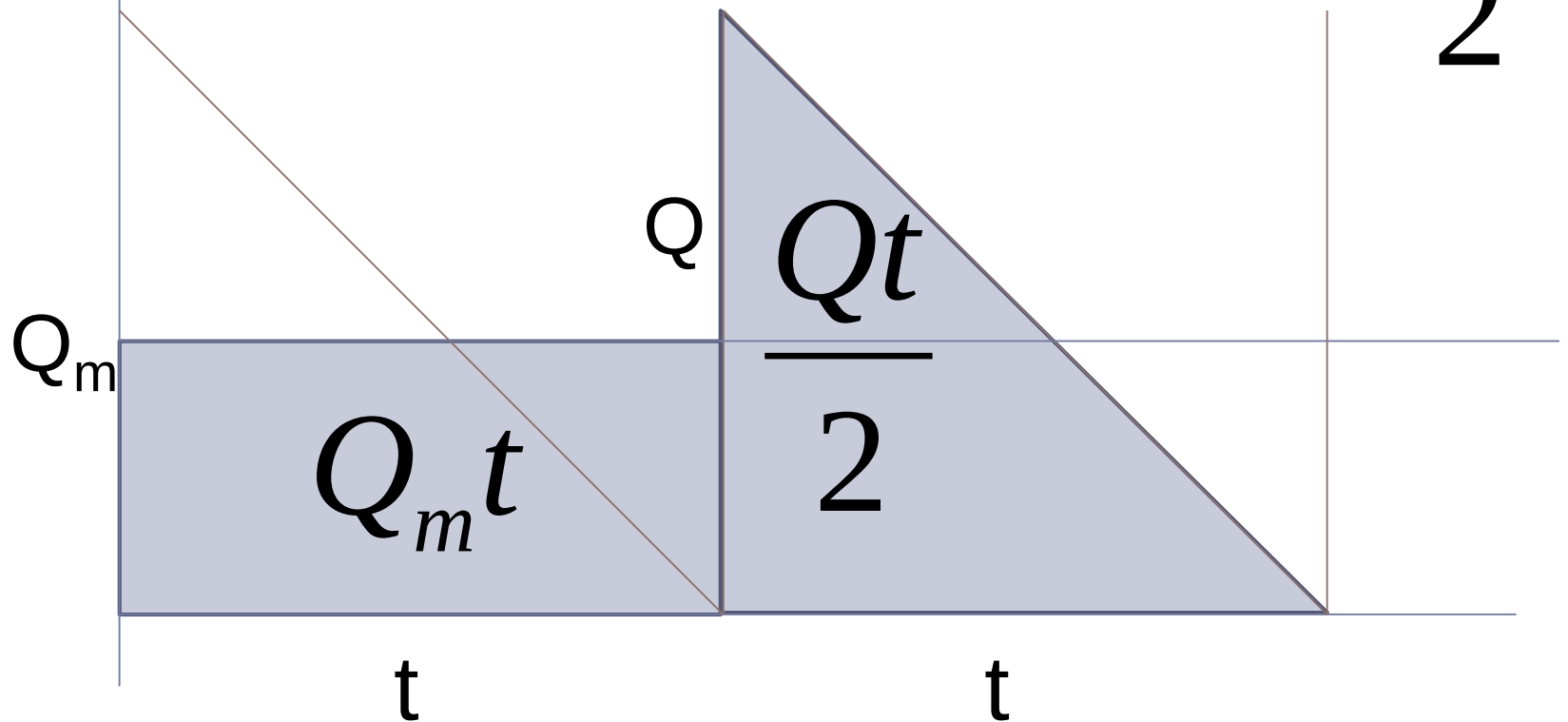
$$\frac{Q_{\max}}{(t_2 - t_1)} = \frac{m - d}{1} \quad Q_{\max} = (m - d) \cdot (t_2 - t_1)$$

$$\frac{(t_2 - t_1)}{Q} = \frac{1}{m} \quad (t_2 - t_1) = \frac{Q}{m}$$

$$Q_{\max} = (m - d) \cdot \frac{Q}{m} = \left(1 - \frac{d}{m}\right) \cdot Q$$

Modelo do lote econômico
Economic Order Quantity (EOQ)

$$CT = D * C + \frac{D}{Q} A + Q_m * C * I \quad \longrightarrow \quad Q_m = \frac{Q}{2}$$



Modelo do lote econômico

Economic Order Quantity (EOQ)

$$CT = D * C + \frac{D}{Q} A + Q_m * C * I$$

$$\frac{\partial(CT)}{\partial Q} = \frac{\partial(D * C)}{\partial Q} + \frac{\partial\left(\frac{D}{Q} A\right)}{\partial Q} + \frac{\partial\left(\frac{Q}{2} * C * I\right)}{\partial Q}$$

$$0 = 0 - \frac{DA}{Q^2} + \frac{C * I}{2} \therefore Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{CI}}$$

$$N^* = \frac{D}{Q^*} = \frac{D}{\sqrt{\frac{2DA}{CI}}} = \sqrt{\frac{DCI}{2A}}$$

Modelo de Estoque na ausência de incerteza (demanda é conhecida)

- **Suposições:**
 - Taxa de demanda **constante**;
 - Taxa de produção, P , **finita** (ou seja, unidades produzidas acrescentadas ao estoque uma por vez);
- **Objetivos da análise:**
 - Determinar **tamanho ótimo do pedido** (Q^*) e **estoque negativo ótimo** permitido (S_{max}^*) que minimize custo total anual dos estoques.

Exemplo

- ▶ Um comerciante trabalha com máquinas fotográficas a um custo de \$ 50,00 cada. Para realizar o pedido, ele gasta \$ 1.300,00 (independente da quantidade).
 - ▶ A demanda anual pelas máquinas é de 600 unidades, e sobre o capital paga uma taxa de 78% ao ano. Quantas viagens ele deve fazer por ano, e qual o tamanho do lote a ser comprado em cada viagem?
-

► Lote Ótimo:

$$CT = CD + CP + CM$$

$$D = 600$$

$$C = \$50,00$$

$$Q = ?$$

$$A = \$1.300$$

$$I = 0,78$$

$$CT = D * C + \frac{D}{Q} A + Q_m * C * I$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{CI}} = \sqrt{\frac{2 * 600 * 1.300}{50 * 0,78}} = 200$$

$$N^* = \sqrt{\frac{DCI}{2A}} = \sqrt{\frac{600 * 50 * 0,78}{2 * 1.300}} = 3$$

$$CT = D * C + \frac{D}{Q^*} A + Q^* * C * I$$

$$CT = 600 * 50 + \frac{600}{200} 1.300 + 200 * 50 * 0,78$$

$$CT = 37.800$$

Exemplo 2

- Sua loja vende 18 unidds semanais de um secador de cabelos p/ viagem.
- O fabricante cobra \$60/unidd e o custo de colocação do pedido é \$45.
- Manter o secador em estoque durante um ano custa 25% do valor do produto e sua loja opera 52 semanas por ano.
- Você vem colocando pedidos de 390 unidades, para reduzir o número de pedidos.
- **Qual o custo da política de estoques que você vem adotando?**

Exemplo 2

Custo total do modelo EOQ

$$CT(Q^*) = \frac{AD}{Q} + CD + iC\bar{I}$$

$$CT(390) = \frac{45(18 \times 52)}{390} + 60(18 \times 52) + (0,25 \times 60 \times \frac{390}{2})$$

$$CT(390) = \$59193$$

Exemplo 2 (Continuação)

- Calcule o lote econômico de compra dos secadores e o custo total da política econômica de compras.
- Com qual frequência os pedidos são colocados quando o EOQ é utilizado?

Exemplo 2 (Cont.)
Cálculo do lote econômico de compra, EOQ

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{iC}} = \sqrt{\frac{2(45 \times 18 \times 52)}{0,25 \times 60}} = 75 \text{ unidd}$$

$$CT(75) = \frac{45(18 \times 52)}{75} + 60(18 \times 52) + (0,25 \times 60 \times \frac{75}{2}) = \$57284,1$$

$$F_{EOQ} = \frac{EOQ}{D} (52 \frac{\text{sem}}{\text{ano}}) = \frac{75}{936} \times 52 = 4,17 \text{ sem}$$

MODELO DO LOTE ECONÔMICO

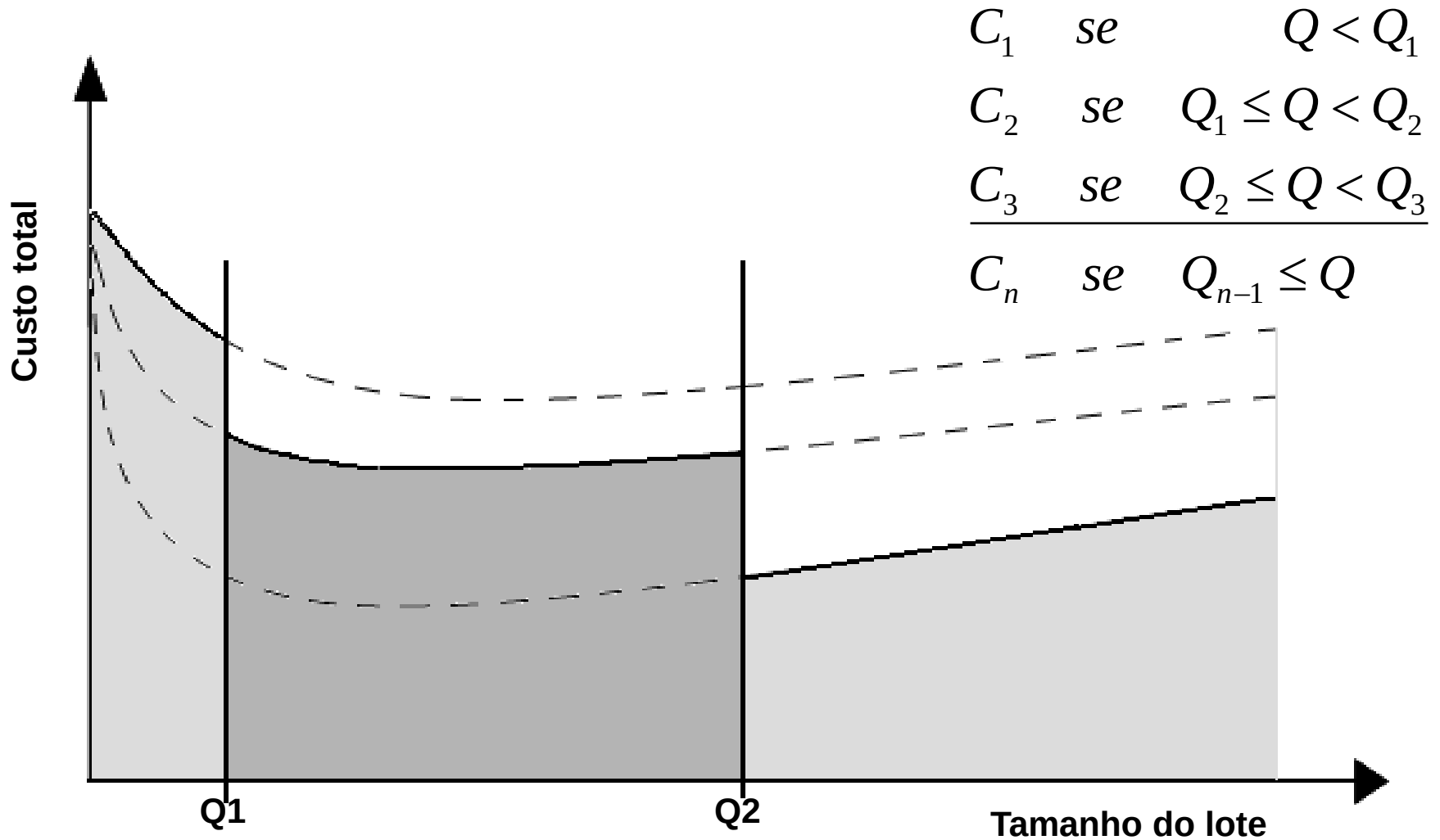
(Ford Harris, 1913)

- ▶ Um único item.
 - ▶ Demanda estacionária e determinística – a demanda é de valor determinado e constante pelo horizonte que se deseja.
 - ▶ Custos lineares – o custo de Armazenagem varia proporcionalmente com a quantidade de itens estocados e o custo de pedido é uma função linear da quantidade de pedidos feitos.
 - ▶ Capacidade de suprimento ilimitada– qualquer quantidade pode ser suprida para reposição do nível de estoque.
 - ▶ Tempo de Espera (*lead time*) é zero – o suprimento é feito instantaneamente, no ato da decisão de reposição.
-

Outro modelos

- LOTE ECONÔMICO DE COMPRA COM DESCONTOS POR QUANTIDADE
 - TRATAR O CASO COMO n PROBLEMAS DE LOTE ECONÔMICO SEM DESCONTO E SELECIONAR O TRECHO DE MENOR CUSTO DAS CURVAS RESULTANTES
-

Outro modelos: Lote econômico com descontos



Outro modelos: Lote econômico com descontos

- Admitindo que a demanda anual prevista é de 5.000 unidades, custo de colocação de uma ordem é \$ 30,00 e que a taxa de encargos é 150% ao ano. Qual o tamanho ideal do lote?

LOTES	Custo unitário
$Q < 50$	\$ 5,00
$50 < Q < 199$	\$ 4,00
$200 < Q < 399$	\$ 3,00
$400 < Q < 999$	\$ 2,50
$Q > 1.000$	\$ 2,40

Outro modelos: Lote econômico com descontos

LOTES	Custo unitário
$Q < 50$	\$ 5,00
$50 < Q < 199$	\$ 4,00
$200 < Q < 399$	\$ 3,00
$400 < Q < 999$	\$ 2,50
$Q > 1.000$	\$ 2,40

$C = \$5,00$

$Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{CI}} = \sqrt{\frac{2 * 5.000 * 30}{5 * 1,5}} = 200 > 50$

$C = \$4,00$

$Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{CI}} = \sqrt{\frac{2 * 5.000 * 30}{4 * 1,5}} = 223 > 200$

$C = \$3,00$

$Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{CI}} = \sqrt{\frac{2 * 5.000 * 30}{3 * 1,5}} = 258$  Menor lote factível

$D = 5.000$
 $A = \$30,00$
 $I = 1,5 a.a$
 $C = Tabela$

Outro modelos: Lote econômico com descontos

$$CT = D * C + \frac{D}{Q} A + \frac{Q}{2} * C * I$$

Para $Q = 258$

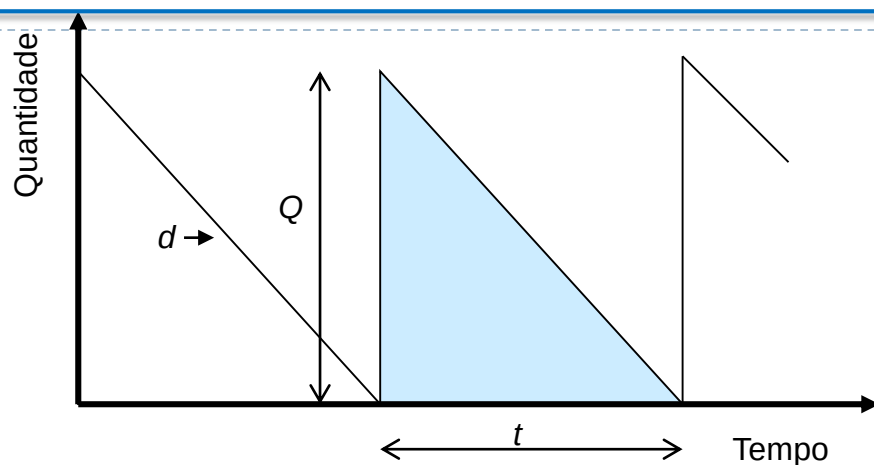
$$CT = 5.000 * 3 + \frac{5.000}{258} 30 + \frac{258}{2} * 3 * 1,5 = \$16.162,00$$

Para $Q = 400$

$$CT = 5.000 * 2,5 + \frac{5.000}{400} 30 + \frac{400}{2} * 2,5 * 1,5 = \$13.362,00$$

Para $Q = 1.000$

$$CT = 5.000 * 2,4 + \frac{5.000}{1.000} 30 + \frac{1.000}{2} * 2,4 * 1,5 = \$13.950,00$$



$$Q_m = \frac{Q}{2}$$

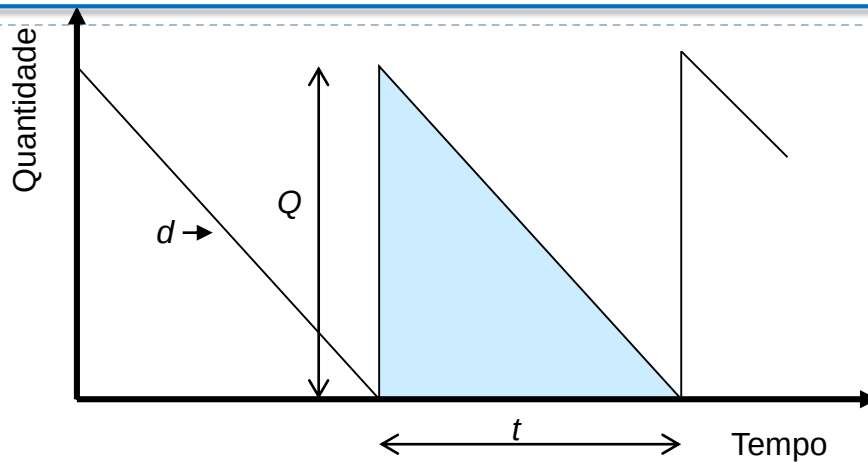
$$CT = D \cdot C + \frac{D}{Q} \cdot A + Q_m \cdot C \cdot I = D \cdot C + \frac{D}{Q} \cdot A + \frac{Q}{2} \cdot C \cdot I$$

$$\frac{\partial CT}{\partial Q} = 0 - \frac{D \cdot A}{Q^2} + \frac{C \cdot I}{2} = 0$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A}{C \cdot I}}$$

$$N^* = \sqrt{\frac{D \cdot C \cdot I}{2 \cdot A}}$$

Lote Econômico Básico



$C = \$ 50$ por unid.
 $D = 600$ unid. ano
 $A = \$ 1.300$ por ordem
 $I = 0,78$ a.a

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A}{C \cdot I}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 600 \cdot 1300}{50 \cdot 0,78}} = 200 \text{ unid. por reposição}$$

$$N^* = \sqrt{\frac{D \cdot C \cdot I}{2 \cdot A}} = \sqrt{\frac{600 \cdot 50 \cdot 0,78}{2 \cdot 1300}} = 3 \text{ rep. por ano}$$

$$CT = D \cdot C + \frac{D}{Q} \cdot A + \frac{Q}{2} \cdot C \cdot I = 600 \cdot 50 + \frac{600}{200} \cdot 1.300 + \frac{200}{2} \cdot 50 \cdot 0,78 = 37.800 \$ \text{ por ano}$$