



Eixo Tecnológico Produção Industrial

Sistemas de Controle de Estoque e
Custos de Fabricação

Professor Cássio Aurélio Suski

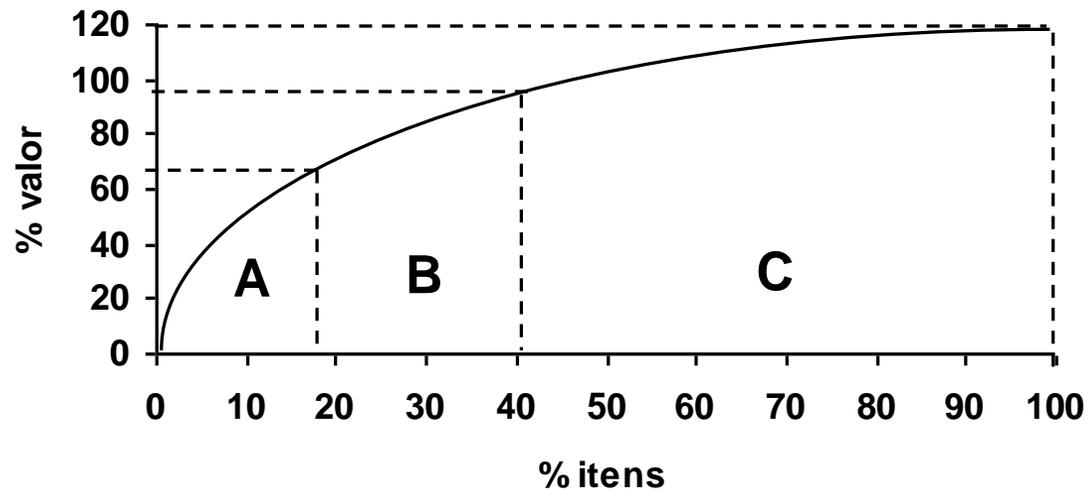


ADMINISTRAÇÃO DOS ESTOQUES

- ▶ As empresas trabalham com estoques de diferentes tipos que necessitam ser administrados. Visam:
 - Garantir a independência entre etapas produtivas;
 - Permitir uma produção constante;
 - Possibilitar o uso de lotes econômicos;
 - Reduzir os *leadtimes* produtivos;
 - Como fator de segurança;
 - Para obter vantagens de preço.
- ▶ Como os estoques não agregam valor aos produtos, quanto menor o nível de estoques com que um sistema produtivo conseguir trabalhar, mais eficiente este sistema será.

CLASSIFICAÇÃO ABC

- ▶ É um método de diferenciação dos estoques segundo sua maior ou menor abrangência em relação a determinado fator, consistindo em separar os itens por classes de acordo com sua importância relativa.



Classe	% de itens	% do valor
A	10 a 20	50 a 70
B	20 a 30	20 a 30
C	50 a 70	10 a 20

CLASSIFICAÇÃO ABC

- ▶ Podemos elaborar a classificação ABC por demanda valorizada empregando a seguinte rotina:
 - Calcula-se a demanda valorizada de cada item, multiplicando-se o valor da demanda pelo custo unitário do item;
 - Colocam-se os itens em ordem decrescente de valor de demanda valorizada;
 - Calcula-se a demanda valorizada total dos itens;
 - Calculam-se as percentagens da demanda valorizada de cada item em relação a demanda valorizada total, podendo-se calcular também as percentagens acumuladas;
 - Em função dos critérios de decisões, estabelecem-se as classes A, B e C (ou quantas quisermos).

CLASSIFICAÇÃO ABC – EXEMPLO



Item	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
Demanda Anual	9000	4625	1075	15000	59500	16000	10000	4250	13500	1000
Custo Unitário	10	4	80	1	5	5	2	50	1	17

CLASSIFICAÇÃO ABC – EXEMPLO



Item	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
Demanda Anual	9000	4625	1075	15000	59500	16000	10000	4250	13500	1000
Custo Unitário	10	4	80	1	5	5	2	50	1	17

$9000 \times 10 = 90000 \dots\dots$

Ordem	Item	Demanda Valorizada	% Individual	Demanda Valorizada Acumulada	% Acumulado	Classe
1	X5	297500	35,0	297500	35,0	A
2	X8	212500	25,0	510000	60,0	A
3	X1	90000	10,6	600000	70,6	B
4	X3	86000	10,1	686000	80,7	B
5	X6	80000	9,4	766000	90,1	B
6	X7	20000	2,4	786000	92,5	C
7	X2	18500	2,1	804500	94,6	C
8	X10	17000	2,0	821500	96,6	C
9	X4	15000	1,8	836500	98,4	C
10	X9	13500	1,6	850000	100,0	C

TAMANHO DO LOTE DE REPOSIÇÃO

- ▶ **Custo Direto:** 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).

$$CD = D \cdot C$$

CD = Custo direto do período;

D = Demanda do item para o período;

C = Custo unitário de compra ou fabricação do item.

TAMANHO DO LOTE REPOSIÇÃO

- ▶ **Custo de Preparação:** São todos aqueles custos referentes ao processo de reposição do item pela compra ou fabricação do lote de itens, é proporcional ao custo de uma preparação de compra ou de fabricação do item e ao número de vezes em que este item foi requerido durante o período de planejamento.

$$CP = N \cdot A$$

$$N = \frac{D}{Q}$$

$$CP = \frac{D}{Q} \cdot A$$

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.

D = Demanda do item para o período;

TAMANHO DO LOTE REPOSIÇÃO

- ▶ **Custo de manutenção de estoques:** São aqueles custos decorrentes do fato do sistema produtivo necessitar manter itens em estoques para o seu funcionamento, é proporcional à quantidade de estoques médio do período de planejamento, ao custo unitário do item, e à taxa de encargos financeiros que incidem sobre os estoques.

$$CM = Q_m \cdot C \cdot I$$

CM = Custo de manutenção de estoques do período;

Q_m = Estoque médio durante o período;

I = Taxa de encargos financeiros sobre os estoques.

C = Custo unitário de compra ou fabricação do item.

TAMANHO DO LOTE REPOSIÇÃO

- ▶ Custo total do sistema:

$$CT = CD + CP + CM$$

CD = Custo direto do período

CP = Custo de preparação do período

CM = Custo de manutenção de estoques do período

$$CT = D.C + (D/Q).A + Q_m.C.I$$

D = Demanda do item para o período

C = Custo unitário de compra ou fabricação do item.

Q = Tamanho do lote de reposição;

A = Custo unitário de preparação.

Q_m = Estoque médio durante o período;

I = Taxa de encargos financeiros sobre os estoques.

TAMANHO DO LOTE DE REPOSIÇÃO

- ▶ **Exemplo:** Um comerciante trabalha com máquinas fotográficas compradas em Manaus a um custo de \$ 50,00 cada e vendidas aqui. Em cada viagem a Manaus gasta \$ 1.300,00, independente da quantidade trazida. A demanda anual pelas máquinas é de 600 unidades, e sobre o capital empatado 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?

$$C = \$50,00$$

$$A = \$ 1.300,00$$

$$D = 600$$

$$Q_m = 600/2$$

$$Q = 600$$

$$I = 0,78$$

TAMANHO DO LOTE DE REPOSIÇÃO

- ▶ Quando ele faz uma viagem ao ano ele é obrigado a comprar todas as 600 máquinas de uma vez, ficando com um estoque médio de 300 máquinas

$$CD = D.C = 600 . 50 = 30.000$$

$$CP = (D/Q) . A = (600/600) . 1300 = 1.300$$

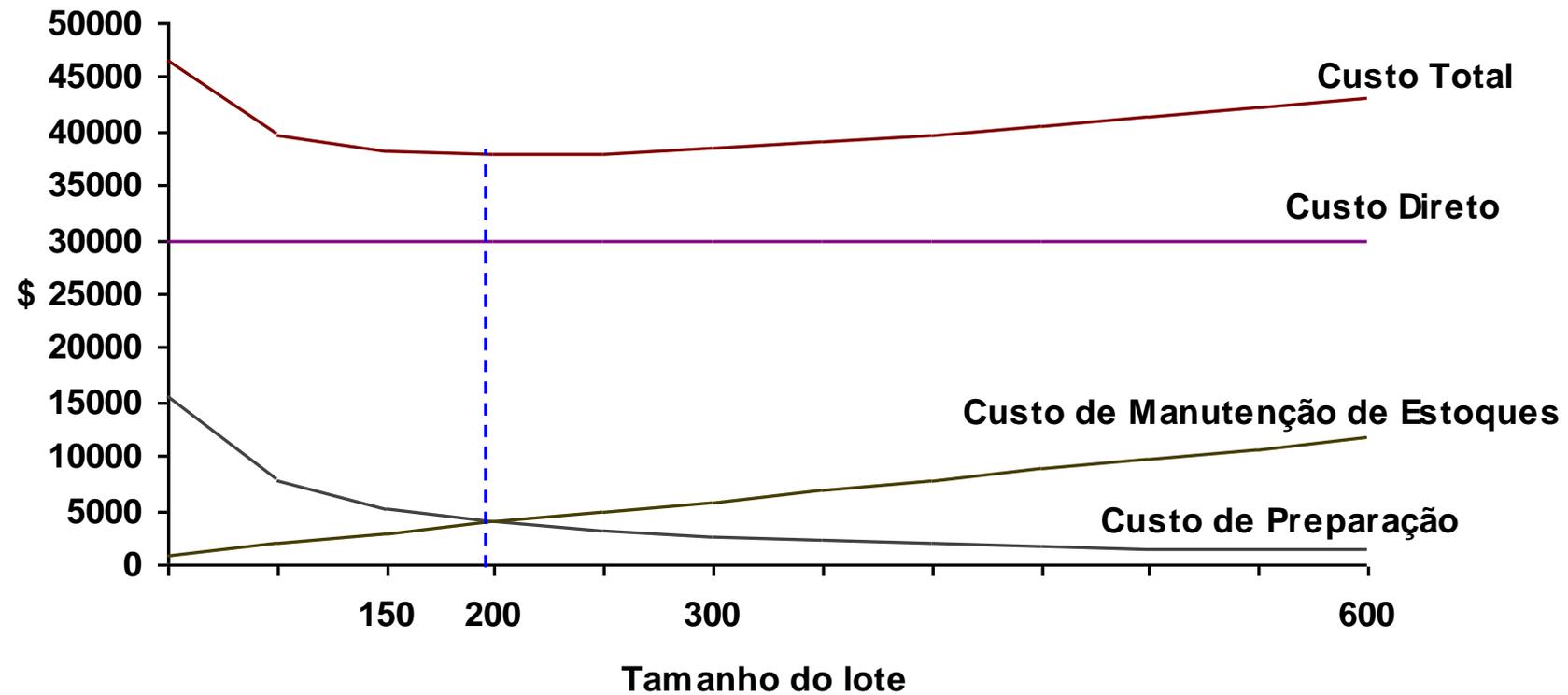
$$CM = Q_m C . I = (600/2) . 50 . 0,78 = 11.700$$

$$CT = D . C + (D/Q) . A + Q_m . C . I = 600 . 50 + (600/600) . 1300 + (600/2) . 50 . 0,78 = 43.000$$

Viagens	Lotes	<i>CD</i>	<i>CP</i>	<i>CM</i>	<i>CT</i>
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

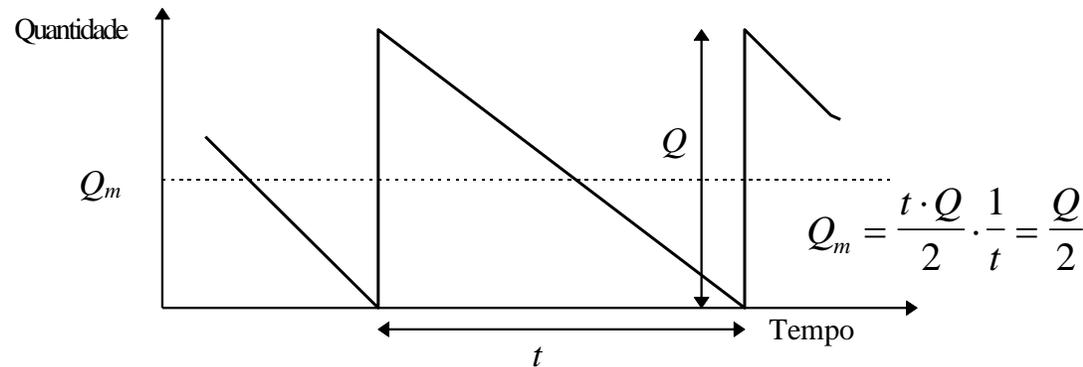


TAMANHO DO LOTE DE REPOSIÇÃO



LOTE ECONÔMICO BÁSICO

- ▶ O custo unitário do item é fixo e a entrega do lote de reposição é realizada de uma única vez. É conhecido como lote econômico de compra.



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

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

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

LOTE ECONÔMICO BÁSICO

- ▶ Para ilustrar a aplicação destas fórmulas vamos aproveitar os dados do exemplo anterior, que são:

$D = 600$ unidades por ano;

$C = \$ 50,00$ por unidade;

$I = 0,78$ ao ano;

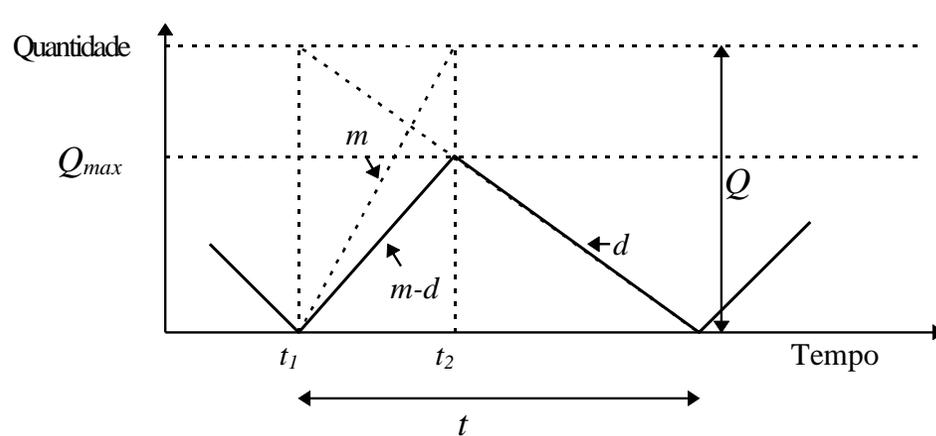
$A = \$ 1.300,00$ por ordem.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A}{C \cdot I}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 600 \cdot 1300}{50 \cdot 0,78}} = 200 \qquad N^* = \sqrt{\frac{D \cdot C \cdot I}{2 \cdot A}} = \sqrt{\frac{600 \cdot 50 \cdot 0,78}{2 \cdot 1300}} = 3$$

$$CT = D \cdot C + \frac{D}{Q} \cdot A + \frac{Q}{2} \cdot C \cdot I = 600 \cdot 50 + \frac{600}{200} \cdot 1300 + \frac{200}{2} \cdot 50 \cdot 0,78 = 37.800,00$$

LOTE ECONÔMICO COM ENTREGA PARCELADA

- ▶ O custo unitário do item permanece constante porém a entrega deixa de ser feita de uma única vez, e passa a ser feita segundo uma taxa de entrega (m). É conhecido como lote econômico de fabricação.



$$N^* = \sqrt{\frac{D \cdot C \cdot I \cdot \left(1 - \frac{d}{m}\right)}{2 \cdot A}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A}{C \cdot I \cdot \left(1 - \frac{d}{m}\right)}}$$

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

$$CT = D \cdot C + \frac{D}{Q} \cdot A + Q_m \cdot C \cdot I = D \cdot C + \frac{D}{Q} \cdot A + \left(1 - \frac{d}{m}\right) \cdot \frac{Q}{2} \cdot C \cdot I$$

LOTE ECONÔMICO COM ENTREGA PARCELADA

- ▶ Vamos aproveitar os dados do exemplo anterior, acrescentando o fato da entrega do lote ser feita segundo uma velocidade de 4 unidades por dia, com 300 dias úteis de trabalho por ano.

$D = 600$ unidades por ano; $C = \$ 50,00$ por unidade;

$I = 0,78$ ao ano; $A = \$ 1.300,00$ por ordem; $m = 4$ unidades por dia;

$d = 600$ unidades por ano / 300 dias por ano = 2 unidades por dia.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A}{C \cdot I \cdot \left(1 - \frac{d}{m}\right)}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 600 \cdot 1300}{50 \cdot 0,78 \cdot \left(1 - \frac{2}{4}\right)}} = 283$$

$$N^* = \sqrt{\frac{D \cdot C \cdot I \cdot \left(1 - \frac{d}{m}\right)}{2 \cdot A}} = \sqrt{\frac{600 \cdot 50 \cdot 0,78 \cdot \left(1 - \frac{2}{4}\right)}{2 \cdot 1300}} = 2,12$$

$$CT = 600 \cdot 50 + \frac{600}{283} \cdot 1300 + \left(1 - \frac{2}{4}\right) \cdot \frac{283}{2} \cdot 50 \cdot 0,78 = 35.515,00$$

LOTE ECONÔMICO COM DESCONTOS

- ▶ A maioria dos fornecedores consegue reduzir seus custos a medida em que produzem quantidades maiores de itens, diluindo melhor seus custos fixos. Frequentemente transportam parte destas reduções para os preços dos itens vendidos, estimulando os compradores a adquirirem lotes maiores.

O custo unitário (C) do item será:

C_1 se $Q < Q_1$

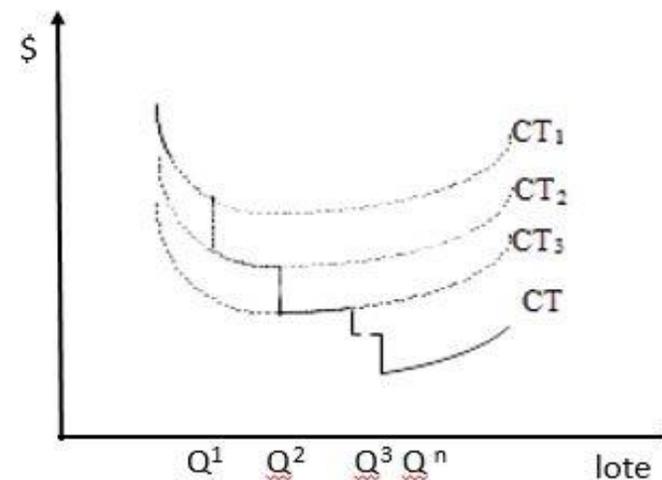
C_2 se $Q_1 \leq Q < Q_2$

C_3 se $Q_2 \leq Q < Q_3$

.....

C_n se $Q_{n-1} \leq Q$

Onde $C_1 > C_2 > C_3 \dots > C_n$



LOTE ECONÔMICO COM DESCONTOS

- ▶ **Exemplo:** Um fornecedor estabelece seu preço de venda para um item de acordo com a seguinte tabela de preços:

Lotes menores de 50 unidades custam \$ 5,00 por unidade;

Lotes de 50 a 199 unidades custam \$ 4,00 por unidade;

Lotes de 200 a 399 unidades custam \$ 3,00 por unidade;

Lotes de 400 a 999 unidades custam \$ 2,50 por unidade;

Lotes acima de 1000 unidades custam \$ 2,40 por unidade.

Admitindo que a demanda anual prevista deste item é de 5000 unidades, que o custo de colocação de uma ordem de compra é de \$ 30,00 e que a taxa de encargos financeiros sobre os estoques é de 150% ao ano, qual o tamanho do lote de reposição deste item?

LOTE ECONÔMICO COM DESCONTOS

Para $C = \$ 5,00$ $Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A}{C \cdot I}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5000 \cdot 30}{5 \cdot 1,5}} = 200 > 50$

Para $C = \$ 4,00$ $Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A}{C \cdot I}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5000 \cdot 30}{4 \cdot 1,5}} = 223 > 200$

Para $C = \$ 3,00$ $Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A}{C \cdot I}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5000 \cdot 30}{3 \cdot 1,5}} = 258$
 $200 < 258 < 399$

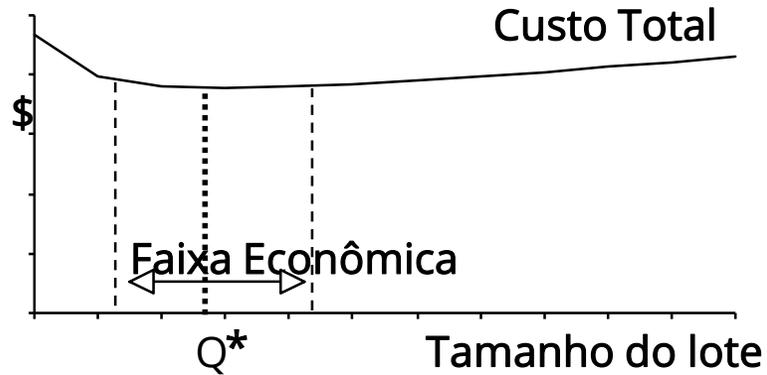
Como o lote de 400 unid. apresentou o menor custo total ele será o escolhido.

Para $Q = 258$ $CT = 5000 \cdot 3 + \frac{5000}{258} \cdot 30 + \frac{258}{2} \cdot 3 \cdot 1,5 = \$16.162,00$

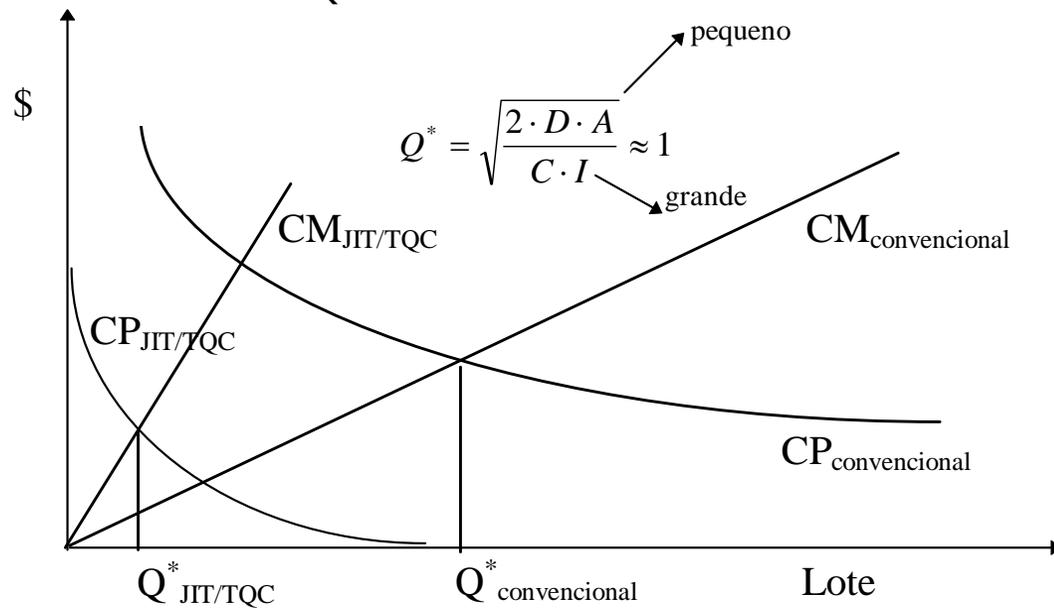
Para $Q = 400$ $CT = 5000 \cdot 2,5 + \frac{5000}{400} \cdot 30 + \frac{400}{2} \cdot 2,5 \cdot 1,5 = \$13.562,00$

Para $Q = 1000$ $CT = 5000 \cdot 2,4 + \frac{5000}{1000} \cdot 30 + \frac{1000}{2} \cdot 2,4 \cdot 1,5 = \$13.950,00$

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O LE



Devemos falar em faixa econômica, dentro da qual os custos totais serão menores. O LE é apenas um indicativo do valor de reposição.



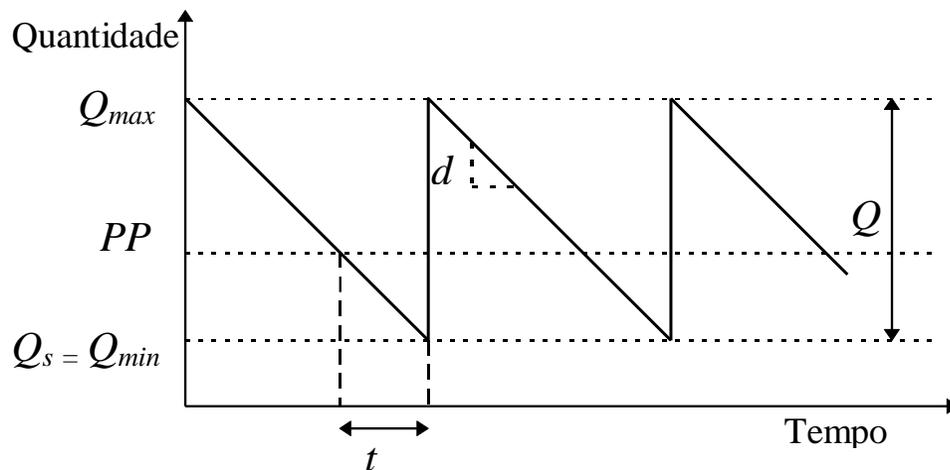
Tendência atual do LE com a implantação do JIT/TQC

MODELOS DE CONTROLE DE ESTOQUES

- ▶ Pode-se dividir os modelos convencionais de controle de estoques em dois grupos:
 - Os modelos que indiretamente se encarregam de determinar o momento da emissão das ordens de reposição:
 - Controle por ponto de pedido e o de reposições periódicas.
 - Os modelos que buscam diretamente emitir as ordens de reposição:
 - São os baseados na lógica do MRP (*Material Requirement Planning*), também chamado de cálculo das necessidades de materiais, que emprega o conceito de dividir os itens em itens de demanda dependente e itens de demanda independente.

CONTROLE POR PONTO DE PEDIDO

- ▶ Consiste em estabelecer uma quantidade de itens em estoque, chamada de **ponto de pedido** ou de reposição, que quando atingida dá partida ao processo de reposição do item em uma quantidade preestabelecida.



$$PP = d \cdot t + Q_s$$

PP = Ponto de Pedido;

d = demanda por unidade de tempo;

t = tempo de ressuprimento;

Q_s = estoque de segurança.

CONTROLE OR PONTO DE PEDIDO

- Suponhamos que um item tenha uma demanda anual de 1200 unidades, um custo de preparação do pedido de \$ 200,00, uma taxa de encargos financeiros sobre os estoques de 50% ao ano e um custo unitário de \$ 10,00. Vamos admitir que este item tenha um estoque de segurança de 80 unidades, e um tempo de ressuprimento de 15 dias. Supondo um ano com 300 dias úteis e a reposição se dando através de lotes econômicos, podemos montar o modelo de controle por ponto de pedido da seguinte forma:

$$D = 1200 \text{ unidades por ano}; \quad C = \$ 10,00 \text{ por unidade}; \quad PP = d \cdot t + Q_s = 4 \cdot 15 + 80 = 140$$

$$A = \$ 200,00 \text{ por ordem}; \quad t = 15 \text{ dias}; \quad Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A}{C \cdot I}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1200 \cdot 200}{10 \cdot 0,5}} = 310$$

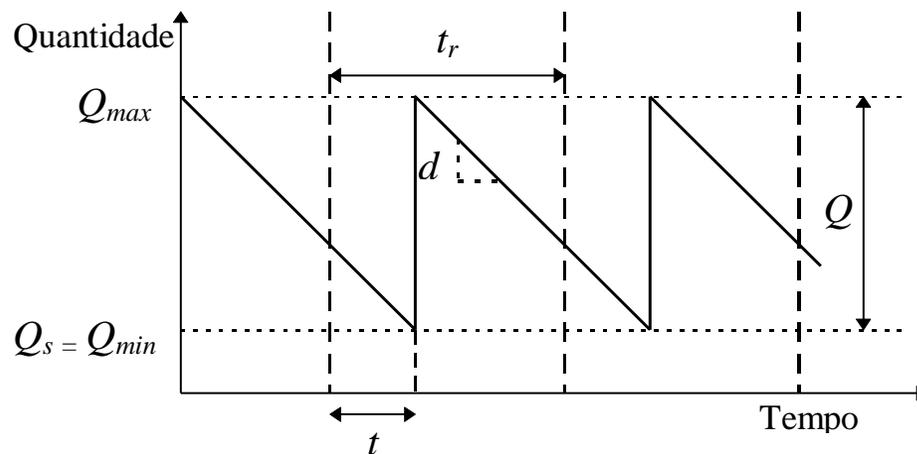
$$I = 0,50 \text{ ao ano}; \quad Q_s = 80 \text{ unidades}; \quad Q_{max} = Q_s + Q^* = 80 + 310 = 390$$

$$Q_{min} = Q_s = 80 \quad d = \frac{1200}{300} = 4$$

CONTROLE POR REVISÕES PERIÓDICAS

- ▶ O modelo por revisões periódicas trabalha no eixo dos tempos, estabelecendo datas nas quais serão analisadas a demanda e as demais condições dos estoques, para decidir pela reposição dos mesmos.

$$t_r^* = \frac{t_{ano}}{N^*} = \frac{Q^* \cdot t_{ano}}{D} \quad \begin{array}{l} t_r^* = \text{tempo ótimo entre revisões;} \\ t_{ano} = \text{número de dias no ano.} \end{array}$$



$$Q = d \cdot (t_r + t) - Q_f - Q_p + Q_r + Q_s$$

Q_f = quantidade de saldo final em estoque;
 Q_p = quantidades pendentes de entrega;
 Q_r = quantidade solicitada e não atendida;
 Q_s = estoque de segurança.

CONTROLE POR REVISÕES PERIÓDICAS

- Vamos supor que um item tenha demanda anual de 12000 unidades, custo de colocação do pedido de \$ 400,00, taxa de encargos financeiros sobre os estoques de 96% ao ano, e custo unitário de \$ 10,00. Suponhamos ainda que o estoque de segurança do item seja de 250 unidades e o tempo de ressurgimento de 10 dias, com a empresa trabalhando 240 dias úteis por ano.

$D = 12000$ unidades por ano;

$A = \$ 400,00$ por ordem;

$I = 0,96$ ao ano;

$C = \$ 10,00$ por unidade;

$t = 10$ dias;

$Q_s = 250$ unidades;

$d = 12000/240 = 50$ unidades por dia;

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A}{C \cdot I}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12000 \cdot 400}{10 \cdot 0,96}} = 1000$$

$$t_r^* = \frac{t_{ano}}{N^*} = \frac{Q^* \cdot t_{ano}}{D} = \frac{1000 \cdot 240}{12000} = 20$$

$$Q = d \cdot (t_r + t) - Q_f - Q_p + Q_r + Q_s = 50 \cdot (20 + 10) - 730 - 0 + 0 + 250 = 1020$$

CONTROLE PELO MRP

- ▶ Os modelos de controle de estoques baseados na lógica do MRP, ou do cálculo das necessidades de materiais, são modelos normalmente incorporados a um sistema de informações gerenciais mais amplo, conhecidos como MRPII (*Manufacturing Resource Planning*), que busca, via informatização do fluxo de informações, integrar os diversos setores da empresa, como marketing, engenharia e finanças, ao sistema de produção.
- ▶ É possível implantar este modelo sem necessariamente envolver o MRPII;

CONTROLE PELO MRP

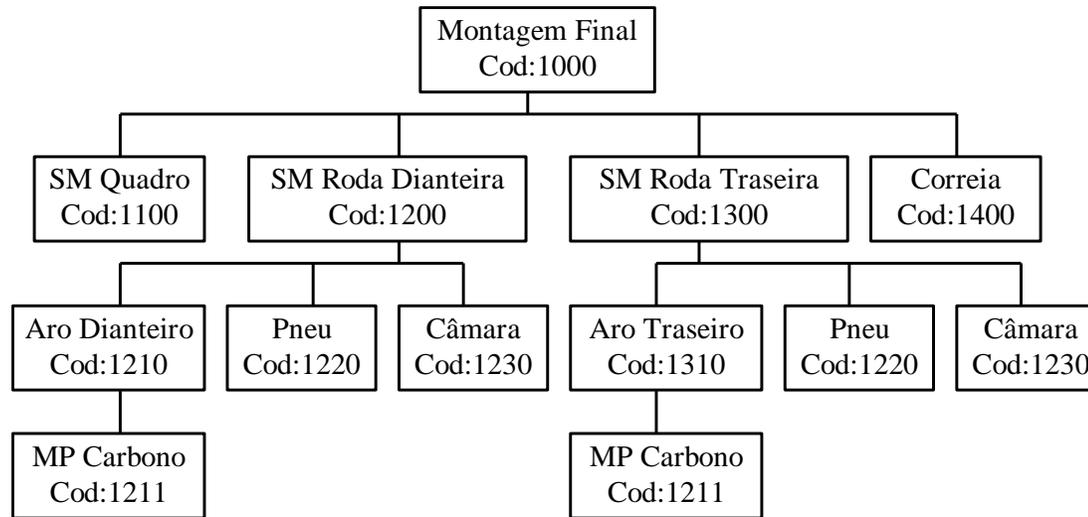
- ▶ Partindo-se das quantidades de produtos acabados a serem produzidas período a período, determinadas no PMP, passamos a calcular as necessidades brutas dos demais itens dependentes de acordo com a estrutura do produto.
- ▶ Começamos pelos componentes de nível superior e vamos descendo de nível até chegarmos as matérias-primas.
- ▶ Tendo-se as necessidades brutas do item em cada período, podemos descontar da mesma as quantidades em estoque e as quantidades já programadas para chegar neste período, obtendo-se o valor das necessidades líquidas do item. Caso este valor no período tenha atingido determinado nível, planejamos a emissão da ordem de reposição.
- ▶ Desta forma, geram-se as necessidades brutas no nível inferior.

CONTROLE PELO MRP

- ▶ Visando facilitar o tratamento das informações é utilizada uma tabela, de certa forma semelhante a empregada na elaboração do PMP, para armazenar e operacionalizar o cálculo dos dados necessários ao controle de estoques.

Item: quadro Cod: 1100		Q: 300 unid.			Q _s : 15 unid.		Leadtime: 2 semanas		
Período		18	19	20	21	22	23	24	25
Necessidades Brutas		0	200	0	200	0	200	0	200
Reposições		10	10	10	10	10	10	10	10
Recebimentos Programados		0	300	0	0	0	0	0	0
Estoques Projetados	50	40	130	120	-90	-100	-310	-320	-530
Necessidades Líquidas		0	0	0	105	10	210	10	210
Liberação Planejada de Ordens			300		300				

CONTROLE PELO MRP



Item	Código	Consumo Padrão	Leadtime (semanas)	Lote	Estoque Segurança
Bicicleta	1000	1 unid.	1	30	0
Roda Dianteira	1200	1 unid.	1	L4L	0
Roda Traseira	1300	1 unid.	1	50	0
Pneu	1220	2 unid.	2	100	20
Câmara	1230	2 unid.	2	50	10
Aro Dianteiro	1210	1 unid.	1	QPP: 2 sem.	0
Aro Traseiro	1310	1 unid.	1	QPP: 3 sem.	0
MP Carbono	1211	0,2 kg/aro.	2	40	0

CONTROLE PELO MRP

▶

Item: bicicleta Cod: 1000		Q: 30 unid.			Q _s : 0 unid.		Leadtime: 1 semana		
Período		26	27	28	29	30	31	32	33
Demanda Prevista		20	20	20	20	20	20	20	20
Demanda Confirmada		25	18	15	10	5	0	0	0
Recebimentos Programados		30	0	0	0	0	0	0	0
Estoques Projetados	15	20	30	10	20	30	10	20	30
PMP		0	30	0	30	30	0	30	30
Liberação Planejada de Ordens		30	0	30	30	0	30	30	0

Item: roda dianteira Cod: 1200		Q: L4L unid.			Q _s : 0 unid.		Leadtime: 1 semana		
Período		26	27	28	29	30	31	32	33
Necessidades Brutas		30	0	30	30	0	30	30	0
Reposições		0	0	0	0	0	0	0	0
Recebimentos Programados		30	0	0	0	0	0	0	0
Estoques Projetados	0	0	0	-30	-60	-60	-90	-120	-120
Necessidades Líquidas		0	0	30	30	0	30	30	0
Liberação Planejada de Ordens		0	30	30	0	30	30	0	0

CONTROLE PELO MRP



Item: roda traseira Cod: 1300		Q : 50 unid.			Q_s : 0 unid.		Leadtime: 1 semana		
Período		26	27	28	29	30	31	32	33
Necessidades Brutas		30	0	30	30	0	30	30	0
Reposições		0	0	0	0	0	0	0	0
Recebimentos Programados		0	0	0	0	0	0	0	0
Estoques Projetados	40	10	10	-20	-50	-50	-80	-110	-110
Necessidades Líquidas		0	0	20	30	0	30	30	0
Liberação Planejada de Ordens		0	50	0	0	50	50	0	0

Item: aro dianteiro Cod: 1210		QPP : 2 semanas.			Q_s : 0 unid.		Leadtime: 1 semana		
Período		26	27	28	29	30	31	32	33
Necessidades Brutas		0	30	30	0	30	30	0	0
Reposições		5	5	5	5	5	5	5	5
Recebimentos Programados		0	0	0	0	0	0	0	0
Estoques Projetados	50	45	10	-25	-30	-65	-100	-105	-110
Necessidades Líquidas		0	0	25	5	35	35	5	5
Liberação Planejada de Ordens		0	30	0	70	0	10	0	0

CONTROLE PELO MRP

▶

Item: aro traseiro Cod: 1310		Q_{PP} : 3 semanas.			Q_s : 0 unid.		Leadtime: 1 semana		
Período		26	27	28	29	30	31	32	33
Necessidades Brutas		0	50	0	0	50	50	0	0
Reposições		5	5	5	5	5	5	5	5
Recebimentos Programados		30	0	0	0	0	0	0	0
Estoques Projetados	5	30	-25	-30	-35	-90	-145	-150	-155
Necessidades Líquidas		0	25	5	5	55	55	5	5
Liberação Planejada de Ordens		35	0	0	115	0	0	5	0

Item: pneu Cod: 1220		Q : 100 unid.			Q_s : 20 unid.		Leadtime: 2 semanas		
Período		26	27	28	29	30	31	32	33
Necessidades Brutas		0	80	30	0	80	80	0	0
Reposições		0	0	0	0	0	0	0	0
Recebimentos Programados		0	100	0	0	0	0	0	0
Estoques Projetados	20	20	40	10	10	-70	-150	-150	-150
Necessidades Líquidas		0	0	10	0	80	80	0	0
Liberação Planejada de Ordens		100	0	0	100	0	0	0	0

CONTROLE PELO MRP

▶

Item: câmara Cod: 1230		Q: 50 unid.			Q _s : 10 unid.		Leadtime: 2 semanas		
Período		26	27	28	29	30	31	32	33
Necessidades Brutas		0	80	30	0	80	80	0	0
Reposições		0	0	0	0	0	0	0	0
Recebimentos Programados		0	50	0	0	0	0	0	0
Estoques Projetados	60	60	30	0	0	-80	-160	-160	-160
Necessidades Líquidas		0	0	10	0	80	80	0	0
Liberação Planejada de Ordens		50	0	50	100	0	0	0	0

Item: mp carbono Cod: 1211		Q: 40 Kg.			Q _s : 0 Kg.		Leadtime: 1 semana		
Período		26	27	28	29	30	31	32	33
Necessidades Brutas		7	6	0	37	0	2	1	0
Reposições		0	0	0	0	0	0	0	0
Recebimentos Programados		40	0	0	0	0	0	0	0
Estoques Projetados	0	33	27	27	-10	-10	-12	-13	-13
Necessidades Líquidas		0	0	0	10	0	2	1	0
Liberação Planejada de Ordens		0	0	40	0	0	0	0	0

ESTOQUES DE SEGURANÇA

- ▶ São projetados para absorver as variações na demanda durante o tempo de ressuprimento, ou variações no próprio tempo de ressuprimento, dado que é apenas durante este período que os estoques podem acabar e causar problemas ao fluxo produtivo.
- ▶ Quanto maiores forem estas variações, maiores deverão ser os estoques de segurança do sistema.
- ▶ Na realidade os estoques de segurança agem como amortecedores para os erros associados ao *leadtime* interno ou externo dos itens.

ESTOQUES DE SEGURANÇA

- ▶ A determinação dos estoques de segurança leva em consideração dois fatores que devem ser equilibrados: os custos decorrentes do esgotamento do item e os custos de manutenção dos estoques de segurança.
- ▶ Podemos calcular os custos de manutenção de um certo nível de estoque de segurança atribuindo-lhe uma taxa de encargos financeiros (I), por outro lado o custo de falta na prática não é facilmente determinável, o que faz com que as decisões gerenciais sejam tomadas em cima de um determinado risco que queremos assumir, o que indiretamente significa imputarmos um custo de falta ao item.

ESTOQUES DE SEGURANÇA

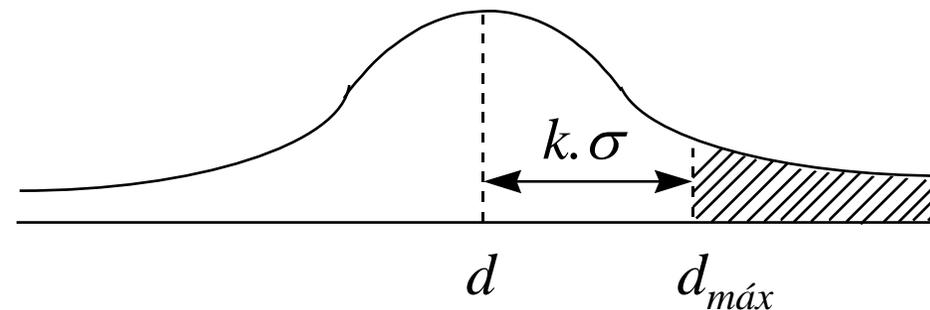
- ▶ A determinação do risco que queremos correr, ou em outras palavras do nível de serviço do item, é função de quantas faltas admitimos durante o período de planejamento como suportável para este item.

Nível de Serviço =

$$1 - \frac{4}{52} = 0,92\%$$

$$Q_s = k \cdot \sigma$$

Nível de Serviço	k
80%	0,84
85%	1,03
90%	1,28
95%	1,64
99%	2,32
99,99%	3,09



$$Q_s = k \cdot \sigma = 1,03 \cdot 15 = 15,45 \quad \text{ou} \quad \cong 16 \text{ unidades}$$

$$Q_s = k \cdot \sigma = 2,32 \cdot 15 = 35,25 \quad \text{ou} \quad \cong 36 \text{ unidades}$$

Q_s = estoque de segurança;
 k = número de desvios padrões;
 σ - desvio padrão.

ESTOQUES DE SEGURANÇA

- ▶ Em sistemas computacionais é mais simples trabalharmos com o valor do desvio médio absoluto (*MAD*) do que com o desvio padrão. O valor do *MAD* é de aproximadamente 1,25 desvios padrões.

D_{atual}	$D_{prevista}$	$Erro$	$Erro^2$	$ Erro $
160	170	10	100	10
150	140	-10	100	10
160	140	-20	400	20
150	160	10	100	10
160	150	-10	100	10
160	180	20	400	20
Total			1200	80

$$MAD = \frac{\sum |D_{atual} - D_{prevista}|}{n}$$

$$MAD = \frac{\sum |Erro|}{n} = \frac{80}{6} = 13,33$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum Erro^2}{n}} = \sqrt{\frac{1200}{6}} = 14,14$$

$$Q_s = k \cdot MAD = 1,28 \cdot 13,33 = 17,06 \quad \text{ou} \quad \cong 17 \text{ unidades}$$

ESTOQUES DE SEGURANÇA

- ▶ Em sistemas computacionais é mais simples trabalharmos com o valor do desvio médio absoluto (MAD) do que com o desvio padrão. O valor do MAD é de aproximadamente 1,25 desvios padrões.

D_{atual}	$D_{prevista}$	$Erro$	$Erro^2$	$ Erro $
160	170	10	100	10
150	140	-10	100	10
160	140	-20	400	20
150	160	10	100	10
160	150	-10	100	10
160	180	20	400	20
Total			1200	80

$$MAD = \frac{\sum |D_{atual} - D_{prevista}|}{n}$$

$$MAD = \frac{\sum |Erro|}{n} = \frac{80}{6} = 13,33$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum Erro^2}{n}} = \sqrt{\frac{1200}{6}} = 14,14$$

$$Q_s = k \cdot MAD = 1,28 \cdot 13,33 = 17,06 \quad \text{ou} \quad \cong 17 \text{ unidades}$$

ESTOQUES DE SEGURANÇA

- ▶ Outras formas de cálculo dos estoques de segurança:
 - considerá-lo como uma porcentagem da demanda durante o tempo de ressuprimento, ou usar uma distribuição mais simples como a de Poisson;
 - ao invés de considerar a segurança em unidades, considerá-la como tempo (*timer buffer*);
- ▶ Alguns consideram que os estoques de segurança só devem ser planejados para os item de demanda independente, ou quando emprega-se modelos de controle de estoques que consideram os itens como independentes entre si.
- ▶ Algumas situações, como um recurso gargalo ou *leadtimes* muito variáveis, podem fazer com que se projete segurança também dentro dos itens dependentes.

REFERÊNCIAS

- BARNES, R.M. **Estudo de movimentos e de Tempos Projeto e Medida do Trabalho**, 6ª Edição, Editora Blucher, 1999.
- CHIAVENATO, I. **Planejamento e Controle da Produção**, 2ª Edição, Editora Manole, 2008.
- COSTA, A. C. F.; JUNGLES, A. E. **O Mapeamento do Fluxo de Valor Aplicado a uma Fábrica de Montagem de Canetas Simulada**. XXVI ENEGEP, Fortaleza, 2006.
- FERREIRA, J. C. E. **Layouts de Sistemas de Manufatura**. UFSC, 2021.
- HUTCHINS, D. **Just in Time**. São Paulo: Atlas, 1993.
- JURAN, J. M; GRZYNA, F.M. **Controle de Qualidade - Handbook - volume VI - Makron Books**, 1993.
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão**. 1 ed. São Paulo: Bookman, 2005.
- LOURENÇO FILHO, R. C. B. **Controle Estatístico de Qualidade- LTC**, 1986.
- LUBBEN, R. T. **Just in Time – Uma Estratégia Avançada de Produção**. São Paulo: MacGraw-Hill, 1989.
- MASP - **Metodologia de Análise e Solução de Problemas**. Equipe Grifo. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1997.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. São Paulo: Editora Bookman, 1997.
- SHINGO, S. **Sistema Toyota de Produção: Do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SILVA, A.V; COIMBRA, R.R. **Manual de Tempos e Métodos**. São Paulo. Hemus, 1980.
- SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1999.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção**. 1 ed, São Paulo, Atlas, 2007.