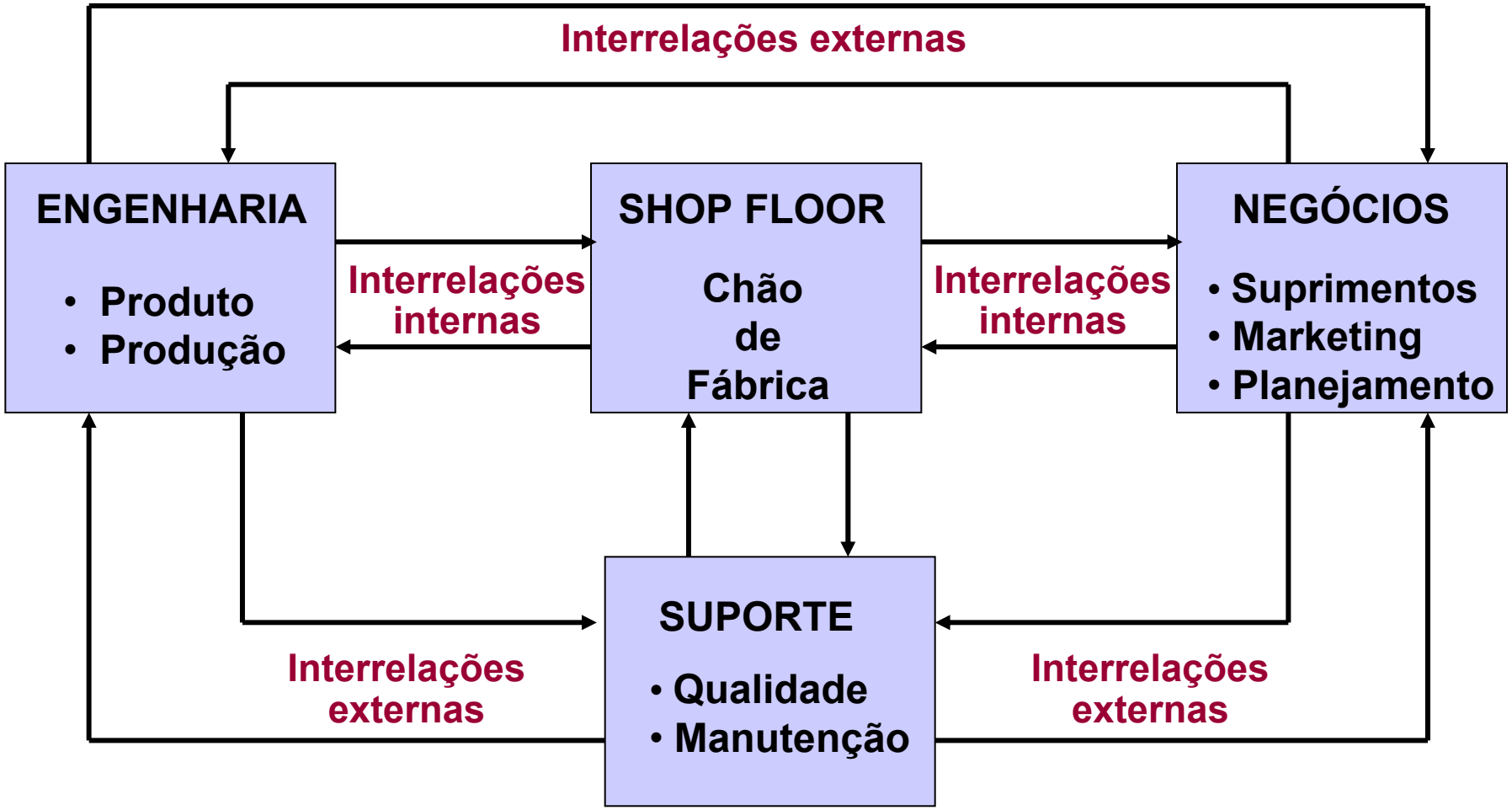
MÓDULO 2

ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS

OBJETIVOS

- Mostrar uma visão geral do sistema de manufatura;
- Caracterizar os principais conceitos na administração de materiais;
- Analisar a relação custo-volume (ponto de equilíbrio) e a decisão de comprar ou fabricar;
- Criticar as principais razões para se fazer estoque e o sentido do lote econômico;
- Analisar o Mostrar a classificação ABC de materiais;
- Analisar os diversos tipos de *layout* das instalações produtivas.

VISÃO GERAL DO SISTEMA DE MANUFATURA



INTER - RELAÇÃO ENTRE ATIVIDADES INTERNAS

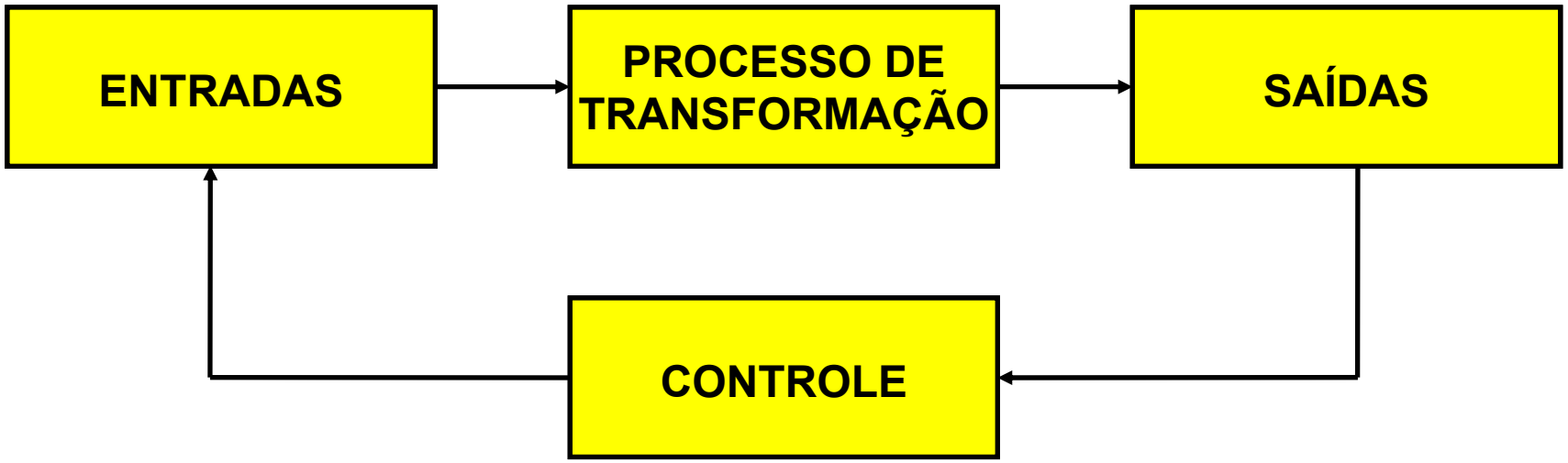
Relação			Vínculo
Engenharia	⟺	Chão-de-Fábrica	Engenharia de Produção
Negócios	⟺	Chão-de-Fábrica	Planejamento e Controle da Produção
Suporte	⟺	Chão-de-Fábrica	Engenharia da Qualidade e Manutenção

INTER - RELAÇÃO ENTRE ATIVIDADES EXTERNAS

Relação			Vínculo
Engenharia	⟺	Negócios	-Marketing (para novos produtos) -Suprimentos (desenvolvimento de fontes de suprimento)
Engenharia	⟺	Suporte	-Engenharia da Qualidade (especificações) -Manutenção (previsibilidade dos equipamentos)
Negócios	⟺	Suporte	-Engenharia da Qualidade (qualificação de suprimentos)

ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

É a atividade pela qual os recursos, fluindo dentro de um sistema definido, são reunidos e transformados de um forma controlada, a fim de agregar valor, de acordo com os objetivos empresariais.



Monks, J. G. – "Administração da Produção", 1987

RECURSOS

São os insumos humano, material e de capital. Os insumos humanos (tanto físico como intelectual) são o ativo-chave. Os insumos materiais incluem a fábrica, os equipamentos, o estoque, suprimentos, etc. Os insumos de capital, na forma de ativos, passivos, impostos e contribuições, são um acúmulo de valores que regulam o fluxo de outros recursos.

Monks, J. G. – "Administração da Produção", 1987

SISTEMA

Sistemas são disposições de componentes destinados a alcançar os objetivos de acordo com os planos estabelecidos. A capacidade de um sistema para alcançar seus objetivos depende de seu projeto e controle. O projeto de sistemas é uma disposição predeterminada dos componentes. Quanto mais estruturado o projeto, menos tomada de decisão é envolvida em sua operação. O controle de sistemas é a conformidade das atividades com os planos e objetivos.

VALOR

Grau em que um produto é mais atrativo. É, também, o mínimo a ser gasto para adquirir ou produzir uma função com os requisitos requeridos pelo cliente ou consumidor.

VALOR AGREGADO

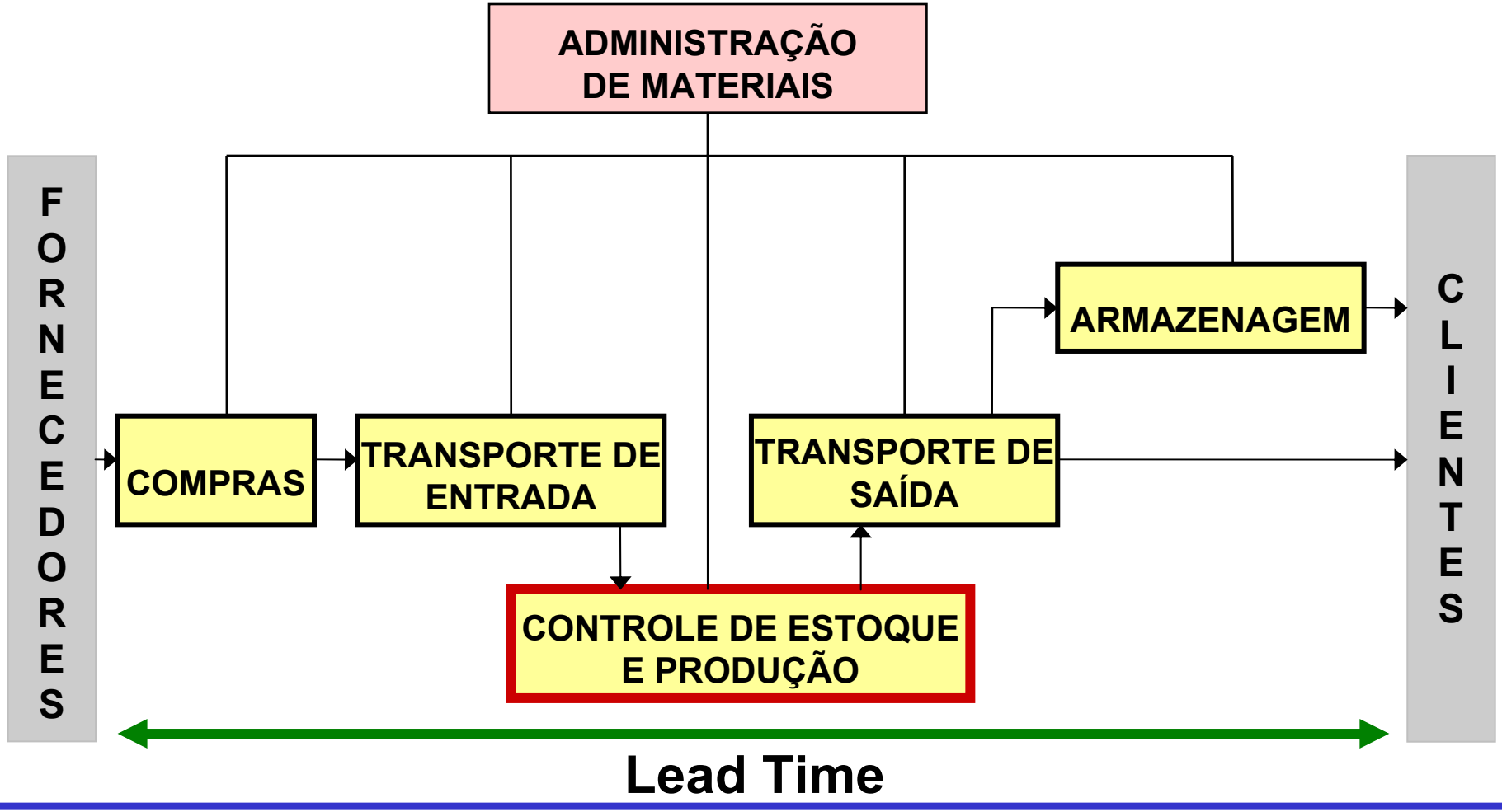
São as melhorias criadas e estabelecidas no produto ou serviço que propiciam vantagem percebida e atendam às necessidades e expectativas do cliente ou consumidor.

TRANSFORMAÇÃO DE VALOR

As atividades de transformação de valor reúnem e transformam os recursos utilizando alguma forma de tecnologia (mecânica, química, eletrônica, etc). Essa transformação cria novos bens e serviços que possuem um valor maior para os consumidores que os custos de processamento e aquisição de insumos para a empresa. A produtividade é a medida da eficácia do uso de recursos para produzir bens e serviços. A relação entre o valor de produção e o custo de insumo deve ser maior que 1.

Produtividade = Valor de Produção / Custo de Insumo

OS PRINCIPAIS ELEMENTOS DO SISTEMA DE ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS



LEAD TIME **- É um indicador de tempo para se realizar uma atividade, isto é, o tempo requerido para atender compromissos ou completar tarefas.**

MATERIAL EM PROCESSO *(WORK IN PROCESS)* - É o material (valor) que já sofreu algum processamento na fábrica, mas que permanece inacabado.

VALOR AGREGADO - São as melhorias criadas e estabelecidas no produto ou serviço que propiciam vantagem percebida e atendam às necessidades e expectativas do cliente ou consumidor.

DESPERDÍCIO - É tudo aquilo que ultrapassa o mínimo de recursos materiais e humanos necessários para agregar valor ao produto.

RELAÇÃO CUSTO-VOLUME (PONTO DE EQUILÍBRIO)

Custos Fixos: CF

Custos Variáveis: CV

Preço: P

Quantidade prod./vend.: Q

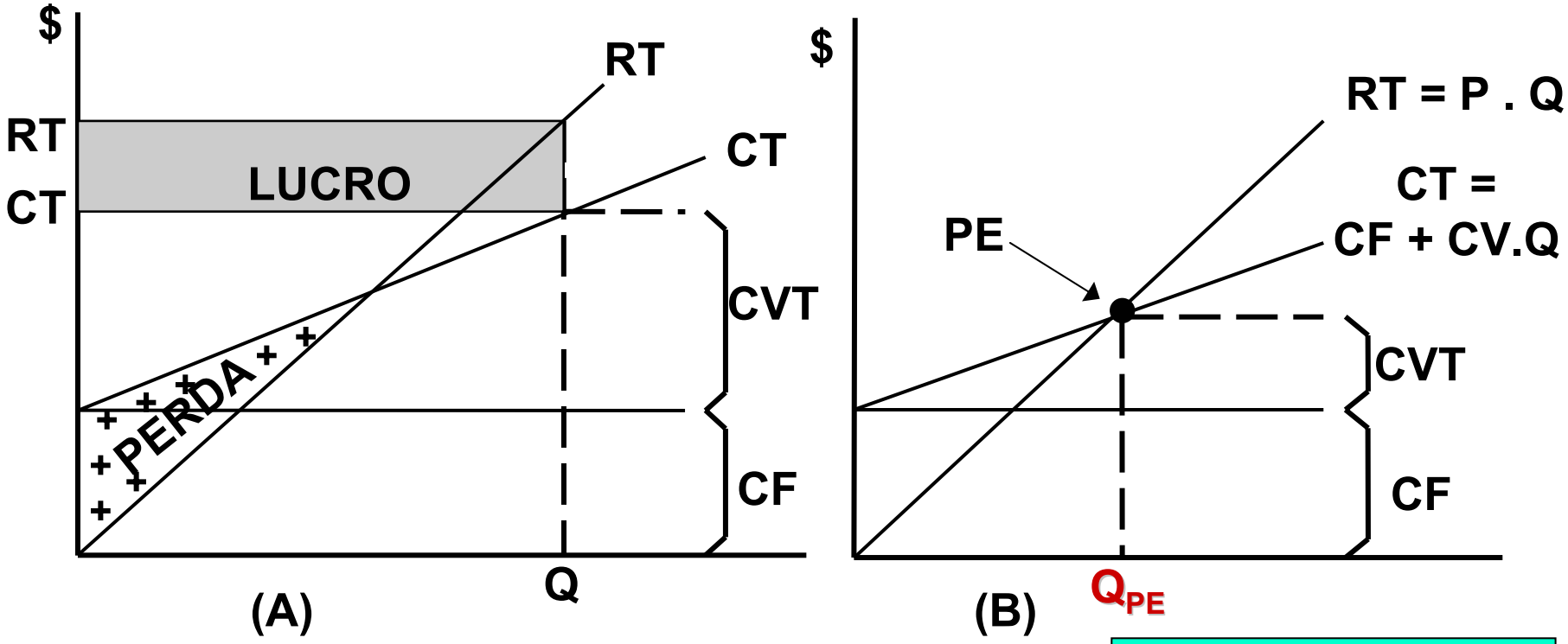
CT = CF + CVT

Lucro (L) = RT - (CF + CVT)

Receita Total (RT) = P . Q

Quantidade no ponto de equilíbrio (Q_{PE})

RELAÇÃO CUSTO-VOLUME (PONTO DE EQUILÍBRIO)



No ponto de equilíbrio (Q_{PE}) RT = CT

Logo: P.Q = CF + CV.Q

$$Q_{PE} = \frac{CF}{P - CV}$$

Problema 1 - Os custos fixos anuais em uma pequena oficina têxtil são de R$ 46.000,00, e os custos variáveis são calculados em 50% do preço de venda a R$ 40,00 por unidade. A) Achar o Q_{PE}; B) Que lucro (ou perda) resultaria de um volume de 3.000 unidades?

Problema 2 - Um promotor profissional de esportes aluga um estádio de 40 mil lugares para jogos de futebol. As entradas são vendidas, em média, por R$ 14,00. Se os custos fixos por temporada (quatro jogos) forem de R$ 720.000,00 e os custos variáveis por espectador de R$ 2,00, qual é o ponto de equilíbrio em número de lugares ocupados por jogo?

MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO

Medida auxiliar do valor econômico que nos diz quanto de lucro pela venda de uma unidade irá contribuir para cobrir os custo fixos, com o restante indo para os lucros.

MC = P - CV

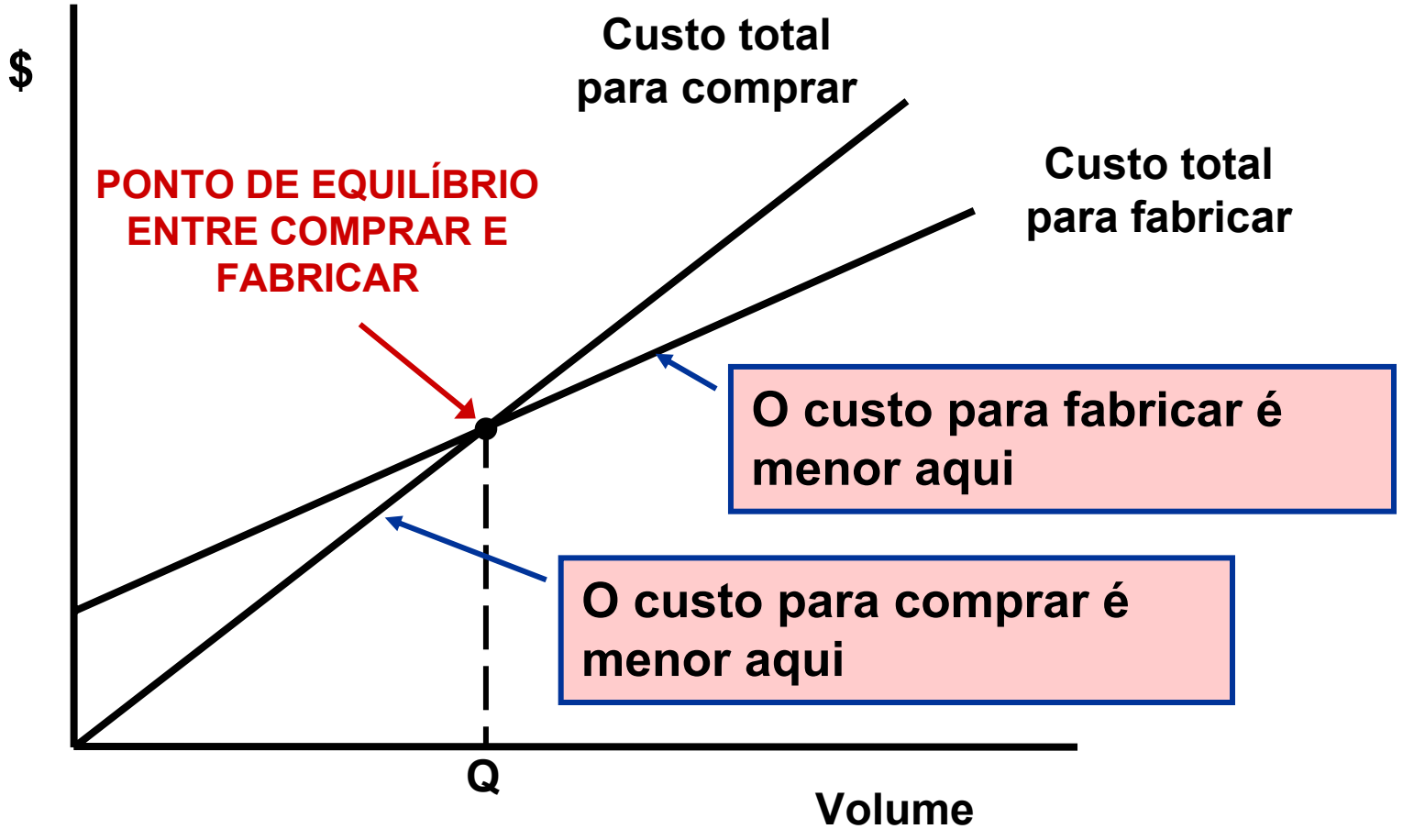
Problema 3 - Achar a margem de contribuição para a oficina têxtil do problema 1.

Problema 4 - Uma firma de tintas produz 9 mil sprays por ano, obtendo assim uma receita total de R$ 675.000,00. Os custos fixos são de R$ 120.000,00, e os custos totais são de R$ 354.000,00 por ano. Com quanto cada spray contribuiu para os custos fixos e lucro?

DECISÕES SOBRE COMPRAR VERSOS FABRICAR

As decisões para saber se compramos componentes incluem considerações tanto econômicas como não-econômicas. Economicamente, um item é candidato para a produção interna se a firma tiver capacidade suficiente e se o valor do componente for bastante alto para cobrir todos os custos variáveis de produção, além de dar alguma contribuição para os custos fixos. Os baixos volumes de consumo favorecem a compra, que quase não altera os custos fixos.

PONTO DE EQUILÍBRIO ENTRE COMPRAR E FABRICAR



COMPRAR *VERSUS* FABRICAR

A decisão de comprar ou fabricar é mais complexa quando os dados que descrevem as variáveis da questão são incompletos ou incertos. Esses dados podem ser tomados sob condições de:

1 - *Certeza* - Todos os dados importantes sobre as variáveis de decisão e resultados são conhecidos ou admitidos (aplica-se a álgebra, cálculo etc).

2 - *Risco* - Os dados sobre as variáveis de decisão ou os resultados são probabilísticos.

3- *Incerteza* - Nenhum dado se acha disponível para avaliar a possibilidade de resultados alternativos (aplica-se a teoria dos jogos: cara ou coroa).

Problema 5 - *Certeza*: Uma firma cede instalações para guarda de documentos ao governo numa base de contrato de três anos. Estão considerando três locais em potencial para uma nova instalação. As receitas de locação e custos de instalação são mostrados abaixo, todos garantidos por contrato e pagos adiantadamente.

Localização	Receita bruta	Custos (instalação e manutenção)
A	R$ 4.000,00	R$ 2.750,00
B	R$ 3.600,00	R$ 2.540,00
C	R$ 4.200,00	R$ 2.900,00

Qual a escolha de localização que dará o máximo lucro líquido?

ESPERANÇA MATEMÁTICA

Enquanto problemas de decisão na certeza são resolvidos de modo típico de uma forma algébrica ou determinística, as situações de risco em geral incluem probabilidades. Quando os valores da probabilidade P(X) são usados para ponderar os resultados alternativos de X e os produtos dos valores pelas respectivas probabilidades se somam, isto é, $\sum X \cdot P(X)$, o resultado é um valor esperado, ou esperança matemática, E(X). O E(X) é uma média das distribuições dos valores:

$$E(X) = \sum [X \cdot P(X)]$$

Problema 6 - ***Risco***: Uma firma de eletrônica está avaliando o custo de produção de brinquedos eletrônicos. Os analistas, em dúvida quanto aos custos variáveis (CV), fizeram estimativas abaixo, acima e mais prováveis para os mesmos e atribuíram probabilidades de 0,2, 0,5, e 0,3, respectivamente. Determinar o valor esperado dos custos:

Componente de custo variável	Baixo	Mais provável	Alto
Custo de trabalho/unidade	4,10	5,40	4,85
Custo do material/unidade	2,65	2,95	3,10
Custo indireto/unidade	1,80	1,85	2,00
CV total/unidade	R$ 8,55	R$ 9,20	R$ 9,95

$$E(X) = \sum [X \cdot P(X)]$$

$$E\ (custo) = 8{,}55\ (0{,}2) + 9{,}20\ (0{,}5) + 9{,}95\ (0{,}3) = R\$\ 9{,}30$$

Problema 7 - Uma firma produz peças que são vendidas em todo o país. Ela tem a oportunidade de produzir caixas de plástico para embalagem que são normalmente compradas por R$0,70 cada. A demanda anual depende em grande parte das condições econômicas, porém cálculos de longo prazo são mostrados na tabela a seguir:

Demanda	Chance, %
20.000	10
30.000	30
40.000	40
50.000	15
60.000	5

Se a própria firma produzir as caixas, ela precisará renovar uma área de trabalho existente e comprar uma máquina de moldagem, que resultará em custos fixos anuais de R$8.000,00. Os custos variáveis para trabalho, materiais e despesas gerais são avaliados em R$0,50 por caixa.

a) A firma deve fabricar ou comprar as caixas?

b) A que volume de produção é mais lucrativo produzir internamente do que comprar de um fornecedor externo?

a) Primeiro, determina-se o volume esperado tratando a porcentagem de chance como uma probabilidade empírica. Assim:

Demanda D	Chance P(D)	D . P(D)
20.000	0,10	2.000
30.000	0,30	9.000
40.000	0,40	16.000
50.000	0,15	7.500
60.000	0,05	3.000
		37.500

B) O ponto de equilíbrio é o volume de produção em que os custos totais para fabricar igualam aos custos totais para comprar:

AS PRINCIPAIS RAZÕES PARA SE FAZER ESTOQUE

1. Atender aos clientes com demanda variáveis (imediatas ou sazonais);
2. Proteger contra erros de suprimento, faltas e estoque esgotado;
3. Auxiliar o nivelamento das atividades de produção, estabilizar o emprego e melhorar as relações de trabalho;
4. Decompor o processo em etapas sucessivas de modo que interrupções não parem todo o sistema;

AS PRINCIPAIS RAZÕES PARA SE FAZER ESTOQUE

5. Facilitar a produção de produtos diferentes nas mesmas instalações;
6. Fornecer um meio de obter e manusear materiais em lotes econômicos e de ganhar descontos por quantidade;
7. Fornecer um meio de proteção contra as incertezas de entrega e preços futuros, tais como greves, aumentos de preço e inflação.

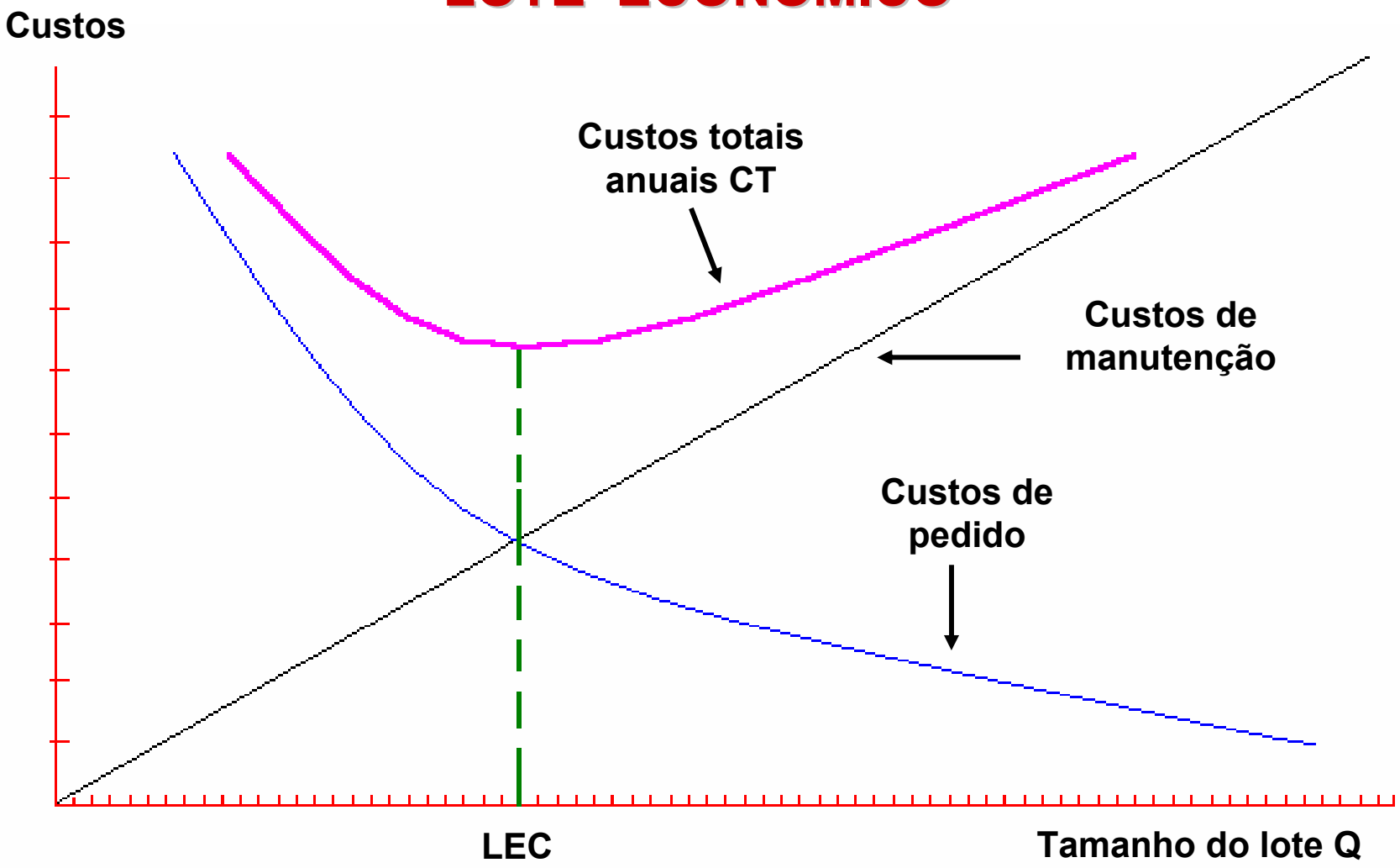
ESTOQUE DE DEMANDA DEPENDENTE

Consiste nas matéria-primas, componentes e submontagens que são utilizados na produção de itens finais. A demanda de um item de demanda dependente é determinada pelo projeto e as quantidades de produção são calculadas pelo MRP.

ESTOQUE DE DEMANDA INDEPENDENTE

Consiste nos produtos acabados, peças de sobressalentes e outros itens cuja demanda provém do mercado.

LOTE ECONÔMICO



CUSTOS DE ESTOQUE E A EQUAÇÃO DO LEC

D - Demanda em unidades em uma base anual.

C_P - Custo de preparação de um pedido: colocar pedido, expedição, inspeção ou mudar/preparar instalações para produzir internamente.

C_M - Custo para manter uma unidade no estoque por um período de tempo: compõe-se do custo do capital investido, manuseio, armazenagem, seguro, impostos, obsolescência, estragos e custo de processamentos de dados.

C_c – Custo de compra: o preço pago, ou a mão-de-obra, material e despesas gerais para produzir o item.

Q - Volume do lote

Q/2 - Estoque médio anual

CUSTOS DE ESTOQUE E A EQUAÇÃO DO LEC

CT =

Custo de Pedido + Custo de Manutenção + Custo de Compra

Custo de Pedido =

C_p ($/pedido) . 1/ Q (pedido/unidades) . D(unidades/ano)

Custo de Manutenção =

C_M ($/unidade/ano) . Q/2 (unidades)

Custo de Compra = P ($/unidade) . D (unidades/ano)

Assim: $CT = C_P\, D/Q + C_M\, Q/2 + PD$

$$CT = C_P\, D/Q + C_M\, Q/2 + PD$$

Diferenciando com relação à quantidade Q teremos a inclinação da curva de CT.

$$\frac{dCT}{dQ} = -C_P\, DQ^{-2} + \frac{C_M Q^0}{2} + 0$$

Colocando a primeira derivada igual a zero identificamos o ponto em que CT é um mínimo:

$$0 = -\frac{C_P\, D}{Q^2} + \frac{C_M Q^0}{2} + 0$$

$$Q = LEC = \sqrt{\frac{2C_P\, D}{C_M}}$$

Problema 5 - Uma fábrica de automóveis utiliza 25.000 caixas de câmbio por ano e as compra por R$ 3,40 cada. O custo para receber e processar um pedido é de R$ 50,00, e o estoque pode ser mantido a um custo de R$ 0,78/unidade/ano. a) Quantas caixas de câmbio devem ser pedidas de cada vez? b) Quantos pedidos devem ser feitos por ano?

LOTE ECONÔMICO DE FABRICAÇÃO

A equação LEC admite reabastecimento imediato. Quando uma firma leva tempo para produzir seu próprio estoque e utiliza parte dele à medida que é produzido, somente uma parte da produção vai para o estoque. Se a proporção usada é representada pela relação entre a taxa de demanda *d* e a taxa de produção *p*, a proporção que vai para estoque é [1- (*d*/*p*)] e o lote econômico de fabricação é:

LOTE ECONÔMICO DE FABRICAÇÃO

$$LEF = \sqrt{\frac{2C_P\,D}{C_M\,[1-(d/p)]}}$$

onde:

C_P = custo de instalação em $

D = demanda anual em unidade/ano

C_M = custo de manutenção do estoque em $/unidade/ano

d = demanda em unidades/período

p = cadência de produção em unidades/período

Problema 6 - Uma fábrica produz sorvetes e tem uma demanda anual de 72.000 unidades. Ela tem capacidade de produzir 400 unidades por dia. São precisos apenas alguns minutos para os ajustes das máquinas (custo avaliado em R$ 7,50 por ajuste), e a firma está relutante em produzir muito de uma vez em virtude do custo de armazenagem (refrigeração) ser relativamente alto - R$ 1,50 por unidade/ano. A fábrica supre os revendedores durante os 360 dias do ano. a) Qual o lote econômico de produção de sorvete durante qualquer período de produção? b) Qual a duração ótima do período de produção em dias?

A CLASSIFICAÇÃO ABC

É um método amplamente utilizado para classificar estoques de acordo com a quantidade e valor. Sua aplicação, como meio de controle e auxílio à tomada de decisões, estende-se a todas as áreas de uma organização.

Grupos	Quantidade (% de itens)	Valor (% de $)	Grau de controle	Estoque de segurança	Procedimento de pedido
Item A	10 – 20%	70 – 80 %	Rígido	Baixo	Rigoroso; revisões freqüentes
Item B	30 – 40%	15 – 20%	Normal	Moderado	Normal
Item C	40 – 50%	5 – 10%	Simples	Grande	Periódicos: suprimento p/ 1 a 2 anos

A CLASSIFICAÇÃO ABC

1. Calcula-se, primeiramente, a composição percentual dos itens a serem analisados, ordenado-os a seguir, em função da sua importância relativa, classificando-os em três classes: A, B e C.
2. Na classe A ficam os itens mais importantes, isto é, aqueles que devem ser alvo de uma análise mais detalhada e profunda.
3. Na classe C ficam os itens que, tendo menor importância, podem ser abandonados na análise, ou sofrer uma análise mais superficial.
4. Na classe B ficam os itens de importância relativa intermediária entre as outras duas classes.

CLASSIFICAÇÃO ABC

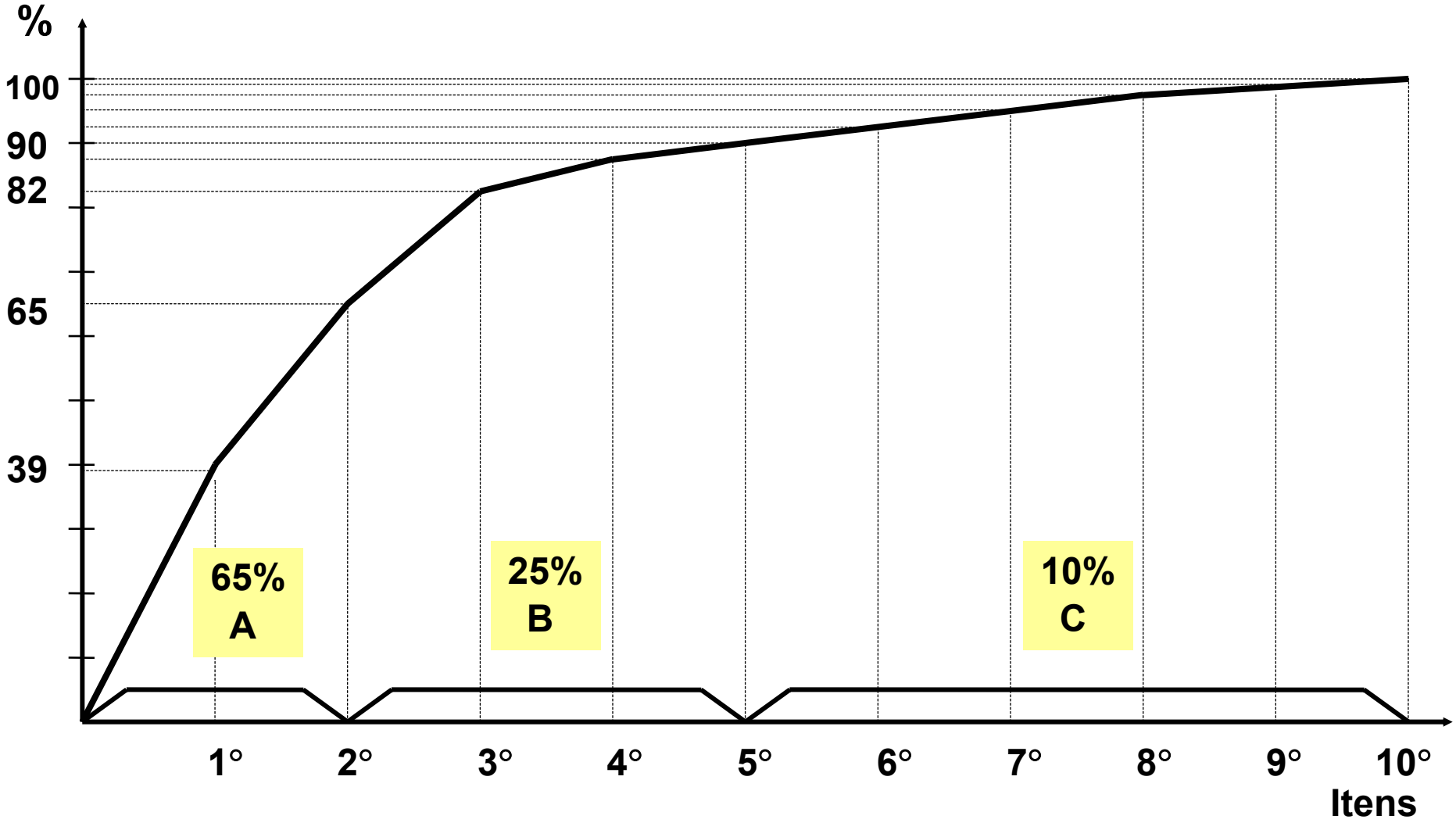
Exemplo: Valor dos Itens em Estoque

N° DO ITEM	CUSTO UNITÁRIO MÉDIO	UTILIZAÇÃO	VALOR REQUISITADO
I1	25	1.500	37.500 (5Q)
I2	250	500	375.000 (1Q)
I3	25	2.000	50.000 (4Q)
I4	50	100	5.000 (10Q)
I5	100	2.500	250.000 (2Q)
I6	100	150	15.000 (9Q)
I7	150	125	18.750 (8Q)
I8	15	3.000	22.500 (7Q)
I9	50	500	25.000 (6Q)
I10	60	4.000	160.000 (3Q)

Organizando em ordem decrescente do valor requisitado

Ordem	Nº do Item	VALOR REQUISITADO	VALOR REQUIS. ACUMULADO	% Acumulada
(1Q)	I2	375.000	375.000	39
(2Q)	I5	250.000	625.000	65
(3Q)	I10	160.000	785.000	82
(4Q)	I3	50.000	835.000	87
(5Q)	I1	37.500	872.000	90
(6Q)	I9	25.000	897.500	93
(7Q)	I8	22.500	920.000	95,8
(8Q)	I7	18.750	938.750	97,7
(9Q)	I6	15.000	953.750	99,4
(10Q)	I4	5.000	958.750	1000

CURVA ABC DO VALOR DOS ITENS EM ESTOQUE



ARRANJO FÍSICO DAS INSTALAÇÕES PRODUTIVAS

Arranjo-físico (*layout*) é a distribuição dos departamentos, oficinas, máquinas, locais de trabalho (manual ou intelectual), bancadas, zonas para armazenagem intermediária ou definitiva dos produtos, incluindo também, a área destinada à administração industrial e geral.

TIPOS BÁSICOS DE ARRANJO FÍSICO

Para produto imóvel

- Construção de uma rodovia; Estaleiro, etc

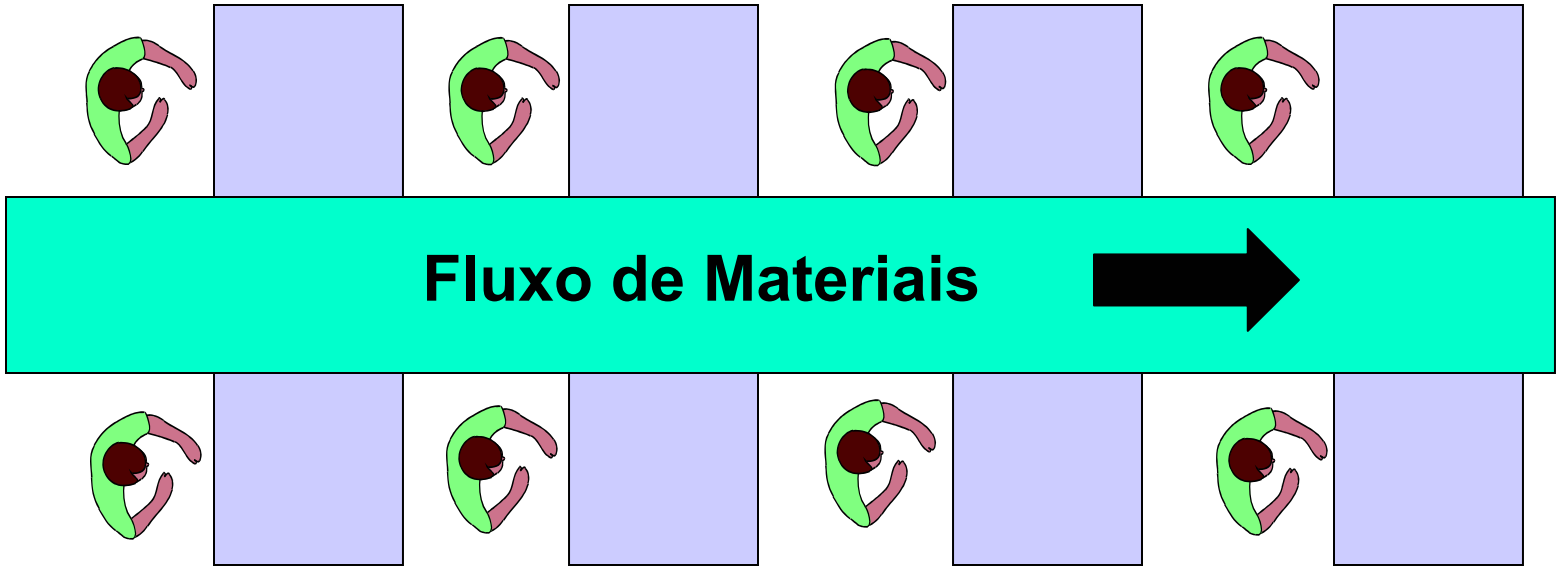
Para produto móvel

1. Fluxo linear – layout por produto
2. Funcional ou processo
3. Celular ou agrupado

FLUXO LINEAR -
LAYOUT POR PRODUTO

Todas as máquinas e processos envolvidos na obtenção ou montagem de um produto estão agrupadas em seqüência, de maneira que os materiais que entram em produção sempre seguem a mesma linha entre os pontos de processamento.

FLUXO LINEAR - LAYOUT POR PRODUTO



FLUXO LINEAR - LAYOUT POR PRODUTO

Exemplos:

- **Montagem de automóveis: quase todas as variantes do mesmo modelo requerem a mesma seqüência de processos;**
- **Programa de vacinação em massa: todos as pessoas requerem a mesma seqüência de atividades burocráticas e médicas;**
- **Restaurante *self-service.***

FLUXO LINEAR - LAYOUT POR PRODUTO

Vantagens:

- Redução, ao mínimo, do manuseio dos materiais em fábricas completamente automatizadas, com o emprego de esteiras transportadoras;
- Redução do material em processo e fácil cálculo do seu montante;
- Especialização da mão-de-obra no processo da linha;
- Redução de estoques de semi-acabados e matérias-primas, resultando melhor balanceamento entre as diversas operações.

FLUXO LINEAR - LAYOUT POR PRODUTO

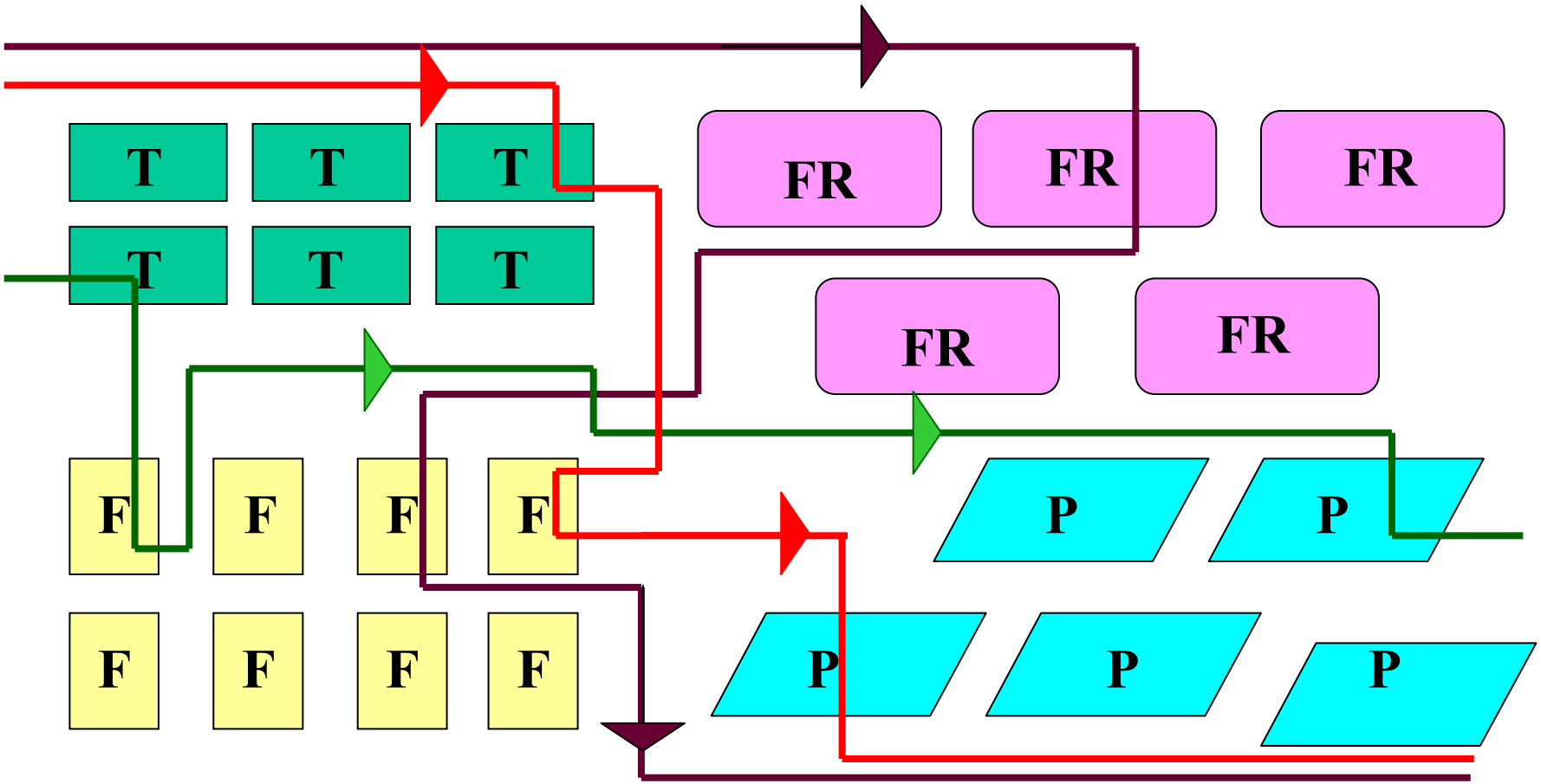
Desvantagens:

- Sub-utilização da capacidade produtiva das máquinas;
- Paralisação de toda a linha por um defeito insignificante em uma máquina ou chave elétrica;
- Excesso de custos fixos (relativos ao preço do produto) caso a velocidade ideal da linha não seja alcançada;
- Falta de flexibilidade: máquinas especializadas em um só produto ou linha, nem sempre são aproveitáveis para outros tipos de produtos.

ARRANJO FUNCIONAL - LAYOUT POR PROCESSO

Todas as operações semelhantes ou máquinas do mesmo tipo são agrupadas (tornos, fresas, prensas, furadeiras, etc.), a mesma função determina a localização. Neste tipo de arranjo-físico, os fluxos de materiais e os roteiros de produção são diversos e variáveis, correspondentes aos diferentes produtos produzidos na fábrica.

ARRANJO FUNCIONAL OU POR PROCESSO



ARRANJO FUNCIONAL - LAYOUT POR PROCESSO

Exemplos:

- **Hospital: alguns processos (raio X, laboratórios, etc) são necessários para um grande número de pacientes;**
- **Usinagem de peças utilizadas em motores de aviões: alguns processos (ex. tratamento térmico) necessitam de instalações especiais e alguns processos (esmerilhadeiras) atingem altos níveis de utilização;**
- **Supermercado.**

ARRANJO FUNCIONAL - LAYOUT POR PROCESSO

Vantagens:

- Maior flexibilidade em caso de alteração da linha de produtos da empresa;
- Facilidade de controle nas operações mais especializadas durante o processo;
- Custos menores para pequenos lotes de produção;
- Durante a manutenção de uma máquina, há a possibilidade de transferência de serviços para outras máquinas.

ARRANJO FUNCIONAL - LAYOUT POR OPERAÇÃO

Desvantagens:

- Difícil controle do fluxo de materiais;
- Planejamento difícil: maior estoque e maior quantidade de produtos em processo (o desbalanceamento dos tempos operacionais é inevitável);
- Dificuldade e alto custo do controle da qualidade: maior movimentação de homens e locais de inspeção;
- Movimentação interna de materiais e produtos, necessitando áreas para produtos em processo e sistema de transporte complexo.

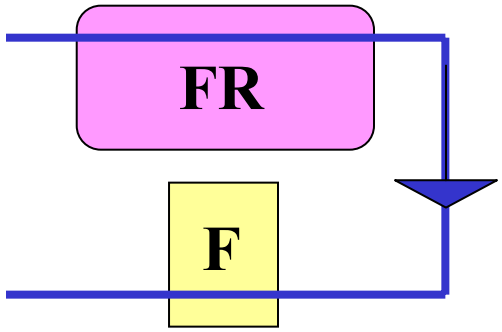
ARRANJO CELULAR OU AGRUPADO

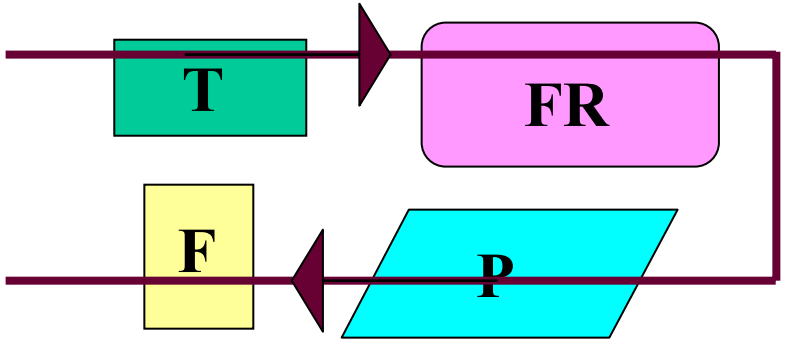
A produção celular é uma técnica de fabricação de lotes pequenos e médios que combina as vantagens dos sistemas linear e funcional. Famílias de peças ou produtos que passam por processos semelhantes geram um agrupamento de máquinas (princípio da tecnologia de grupo).

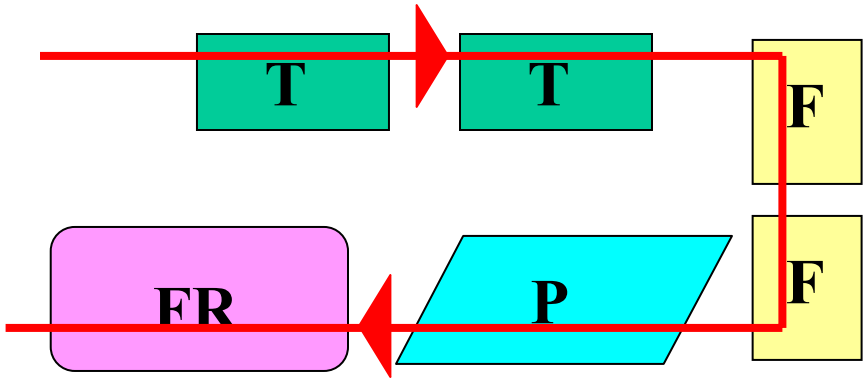
TECNOLOGIA DE GRUPO

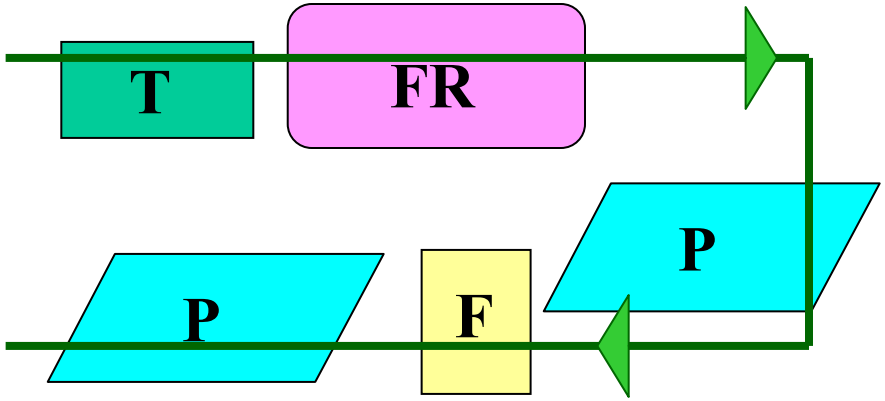
Técnica para gerenciamento das atividades de produção, na qual se procura obter vantagens econômicas da similaridade das peças fabricadas em pequenos lotes, tratando-as em conjunto, como se fosse produção em massa.

ARRANJO CELULAR OU AGRUPADO









ARRANJO CELULAR OU AGRUPADO

Exemplos:

- **Empresas manufatureiras em geral;**
- **Área para produtos específicos em supermercados: clientes interessados em comprar itens para um almoço rápido;**
- **Maternidade em um hospital.**

ARRANJO CELULAR OU AGRUPADO

Vantagens:

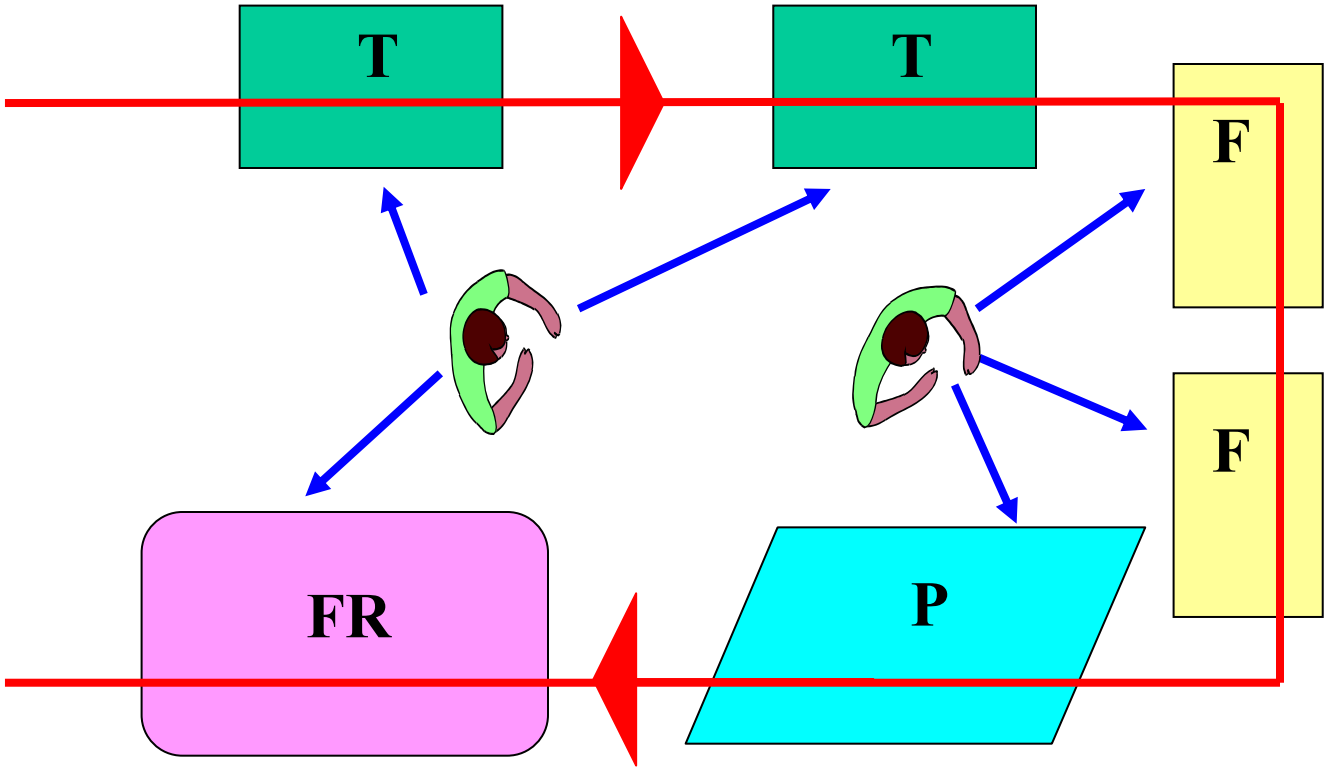
- Flexibilidade quanto ao número de produtos e ao tamanho de lotes;
- Menores estoques de produtos em processo;
- Custos menores de movimentação de materiais;
- Necessidade de menos mão de obra;
- Menores *lead times* de produção;
- Controle visual das operações;
- Redução da área ocupada.

ARRANJO CELULAR OU AGRUPADO

Desvantagens:

- Limitação quanto ao mix de produtos;
- Possibilidade de ocorrência de máquinas paradas quando é necessário processar produtos fora do mix da célula;
- Maior quantidade de equipamentos (em função da limitação do *mix*) em relação ao *layout* funcional, necessários para processar outros produtos.

CÉLULA DE PRODUÇÃO COM SEIS MÁQUINAS E DOIS OPERADORES



PRINCÍPIOS QUE FUNDAMENTAM O ARRANJO FÍSICO

- **Economia de Movimento:** movimento desnecessário é desperdício: aumenta custos e *lead time;*
- **Fluxo Contínuo:** movimento ininterrupto de uma opera-ção para a próxima, sem transportes de volta ou cruzamento de materiais, homens e equipamentos;
- **Flexibilidade:** possibilidade de rearranjos economica-mente viáveis, para adaptar a produção às mudanças do produto, do volume de produção e dos equipamentos e processos;

FATORES QUE INFLUENCIAM A DETERMINAÇÃO DE UM ARRANJO FÍSICO

- Tipo de máquinas e instalações;
- O fluxo de materiais e pessoas;
- As matérias-primas e suas características;
- O produto e suas características;
- O espaço total disponível;
- Previsões para expansão;
- O processo – roteiro, métodos de trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É responsabilidade da Administração de Materiais:

- Planejar e controlar a produção;
- Promover a integração do processo produtivo;
- Reduzir estoque;
- Abaixar o ponto de equilíbrio;
- Decidir sobre comprar ou fabricar;
- Identificar o lote econômico (reduzir custo de preparação);
- Otimizar o arranjo físico.