



PRO3855 - Introdução à Gestão da Produção

Prof. Fernando Berssaneti

Material original elaborado pelo Prof. Davi Nakano

The background features a series of concentric circles in light gray, some solid and some dashed. A large, solid blue circle is centered on the page, containing the title text in white. A thick, dark gray curved line sweeps across the bottom left of the blue circle.

Projeto de Organização do Trabalho



Organização do Trabalho

- “Definição das atividades e responsabilidades de cada pessoa ou grupo de pessoas que participa em uma organização produtora de bens ou serviços”
- Antecedentes
- Artesanato:
 - Trabalho individual ou em grupos de artesãos.
 - O artesão possuía todo o conhecimento necessário para a realização da tarefa.
 - A transmissão do conhecimento era feita por uma relação mestre - aprendiz.
 - Máquinas: de uso geral
 - Homem: conhecimento especializado
- Ruptura com os conceitos do artesanato
 - Adam Smith - a divisão do trabalho e especialização
 - Max Weber - a burocracia, a “despersonalização” do trabalho



Organização do Trabalho - Taylor

- Primeiro princípio: planejar, organizar e controlar o trabalho.
 - Dividir o trabalho do operário em seus componentes básicos.
 - Eliminar as atividades improdutivas
 - Medir tempos e estabelecer tempos padrão
 - Formular tabelas, regras e procedimentos
- Segundo princípio:
 - Seleção, treinamento e desenvolvimento do trabalhador
- Terceiro princípio:
 - Divisão de responsabilidades entre a gerência e os trabalhadores (planejamento x execução)



Tempos e Métodos



- Desenvolver o método de menor custo
- Padronizar o método
- Determinar o tempo necessário para um trabalhador qualificado executar a tarefa
- Treinar o trabalhador para executar a tarefa



Projeto de Métodos



- Determinar o melhor método para executar uma tarefa (método ideal)
- Obter o máximo resultado produtivo com o mínimo de fadiga para o trabalhador
- Uso de conceitos de Ergonomia: dados antropométricos, fadiga.
- Princípio da economia de movimentos: corpo humano, layout, ferramentas e máquinas.



Estudo dos tempos

- Determinar o tempo padrão para a execução de uma tarefa
- Dividir os processo produtivo sucessivamente em atividades e sub-atividades
- Determinar o tempo normal e o tempo padrão para a execução das tarefas: $\text{tempo padrão} = \text{tempo normal} + \text{tolerâncias}$
- Uso de Cronometragem, amostragem e tempos pré-determinados
- Uso de técnicas de registro analítico
 - Análise de prioridades
 - Fluxo do processo
 - Gráficos de atividades



A Produção em Massa

- A linha de montagem de Ford: produto barato, fácil de se produzir e de manter
- Princípios da linha de montagem:
 - A intercambiabilidade de peças
 - Uso de trabalhadores não-qualificados
 - Remuneração “alta”
- A Linha de montagem se tornou uma “verdade universal”



A Escola de Relações Humanas

- A experiência de Hawthorne (intensidade da luz):
 - Mudanças nas condições de trabalho e sua influência na produtividade
 - Indivíduo como ser social
 - Necessidades humanas: fisiológicas, segurança, participação, auto-estima, auto-realização (Mayo)
- Herzberg:
 - Fatores higiênicos (insatisfação)
 - Fatores motivadores (satisfação)
- McGregor
 - Teoria X
 - Teoria Y



Trabalho em Grupos

- Vantagens do Trabalho em Grupos:
 - Redução de pessoal
 - Indução de visão colaborativa, noção de processos e não de funções
 - Organizações mais ágeis: flexibilidade para lidar com mau funcionamento do sistema produtivo
 - Flexibilidade para lidar com variações de programação
 - Flexibilidade para introdução de novos produtos

Existem dois tipos básicos de trabalho em grupos (equipes) no chão de fábrica:

- Trabalho em grupos enriquecidos
 - Modelo Japonês
- Trabalho em grupos semi-autônomos
 - Escola Sócio-técnica



Possíveis atribuições das equipes do chão de fábrica

- **Gestão da produção**

- Dividir o trabalho
- Interromper a produção
- Definir ritmo de produção
- Definir/redefinir sequenciamento da produção
- Negociar metas de produção
- Definir indicadores de desempenho do grupo/indivíduo
- Acionar manutenção
- Rejeitar matéria-prima não conforme
- Responsabilizar-se por manutenções primárias



Possíveis atribuições das equipes do chão de fábrica

- **Gestão de RH**
 - Escolher e formalizar liderança(s) interna(s)
 - Planejar escala de treinamento
 - Planejar escala de férias
 - Reunir-se quando necessário
 - Influenciar na entrada e saída de seus membros
 - Avaliar equipe e seus membros
 - Controlar frequência e abona faltas
 - Assumir relações de interface internas e externas
- **Gestão de planejamento**
 - Administrar orçamento próprio
 - Influenciar na direção do negócio
 - Definir e orientar trajetória profissional
 - Influenciar no (re)planejamento organizacional
- Fonte: Marx (1998).



O Trabalho em Equipes no Modelo Japonês



- A motivação para o trabalho em equipes é o melhor aproveitamento da mão de obra
 - Ohno: “0.1 trabalhador ainda é 1 trabalhador”
- As equipes são formadas nas células
- Os funcionários são polivalentes (multifuncionais)
- A autonomia é restrita ao âmbito da gestão da produção
- CCQs - grupos off line para melhorias
- O trabalho em Grupo no Modelo Japonês é também conhecido como “grupo enriquecido”



O Trabalho em Equipes na Escola Sócio-Técnica

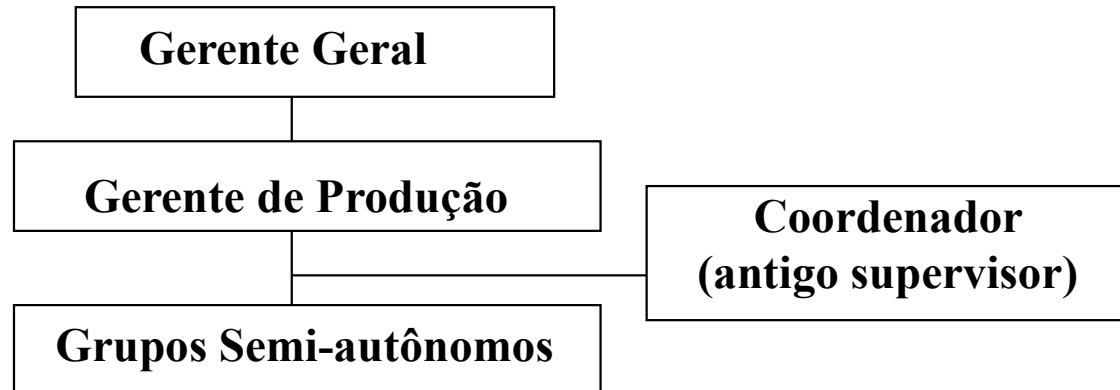


Elemento	Organizações Tradicionais	Organizações Sócio-Técnicas
Estrutura organizacional	Estratificada/individual	Plana/em equipe
Conteúdo da função	Tarefa única, específica	Processo integral/tarefas múltiplas
Papel da administração	Direto/controle	Treinar/facilitar
Liderança	Top-down	Compartilhada com a equipe
Fluxo de informações	Controlado/limitado	Aberto/compartilhado
Reconhecimento	Individual/por antiguidade	Baseado na equipe/baseado em aptidões
Processo de trabalho	Gerentes planejam, controlam, melhoram	Equipes planejam, controlam, melhoram



O trabalho em equipes na Escola Sócio-Técnica

- Equipes semi-autônomas, auto-gerenciáveis
- Processos completos alocados a uma equipe
- Gerenciamento por metas:
 - indicadores de desempenho
- Remuneração atrelada ao desempenho do grupo
- Definição das fronteiras dos grupos
 - Grupos fechados
 - Grupos abertos
- Diminuição dos níveis hierárquicos
 - Hierarquia típica de uma organização sócio-técnica:





Comparação: Grupos enriquecidos ou grupos semi-autônomos?



Semi-autônomos	Enriquecidos
Oriundos da Escola Sócio-técnica	Oriundos do “Modelo Japonês”
Autonomia em: • Gestão da produção • Gestão de RH • Gestão de planejamento	Autonomia restrita: • Gestão de produção
Proporciona maior potencial para melhorias locais e globais da organização	Enfatiza melhorias circunscritas ao local de trabalho
Atividades de melhoria são intrínsecas ao grupo	Atividades de melhoria são realizadas por grupos <i>off-line</i> (CCQ)
Participam do projeto organizacional	Não participam do projeto: decisões são “ <i>top down</i> ”
Equipes com autocontrole	Autocontrole só para qualidade e produtividade no cotidiano. Autonomia controlada pela supervisão/chefia direta
Empresa busca qualidade, tempo, custo, e principalmente flexibilidade (para lidar com imprevistos, para mudar o mix)	Empresa busca qualidade, tempo, custo e flexibilidade para alocação de mão de obra



Tipos de Grupo Semi-Autônomo



Grupo Fechado

- Composição fixa
- Operam sempre a mesma parte do processo
- Podem ter operadores polivalentes ou especializados
- Em alguns casos há supervisão direta

Grupo Aberto

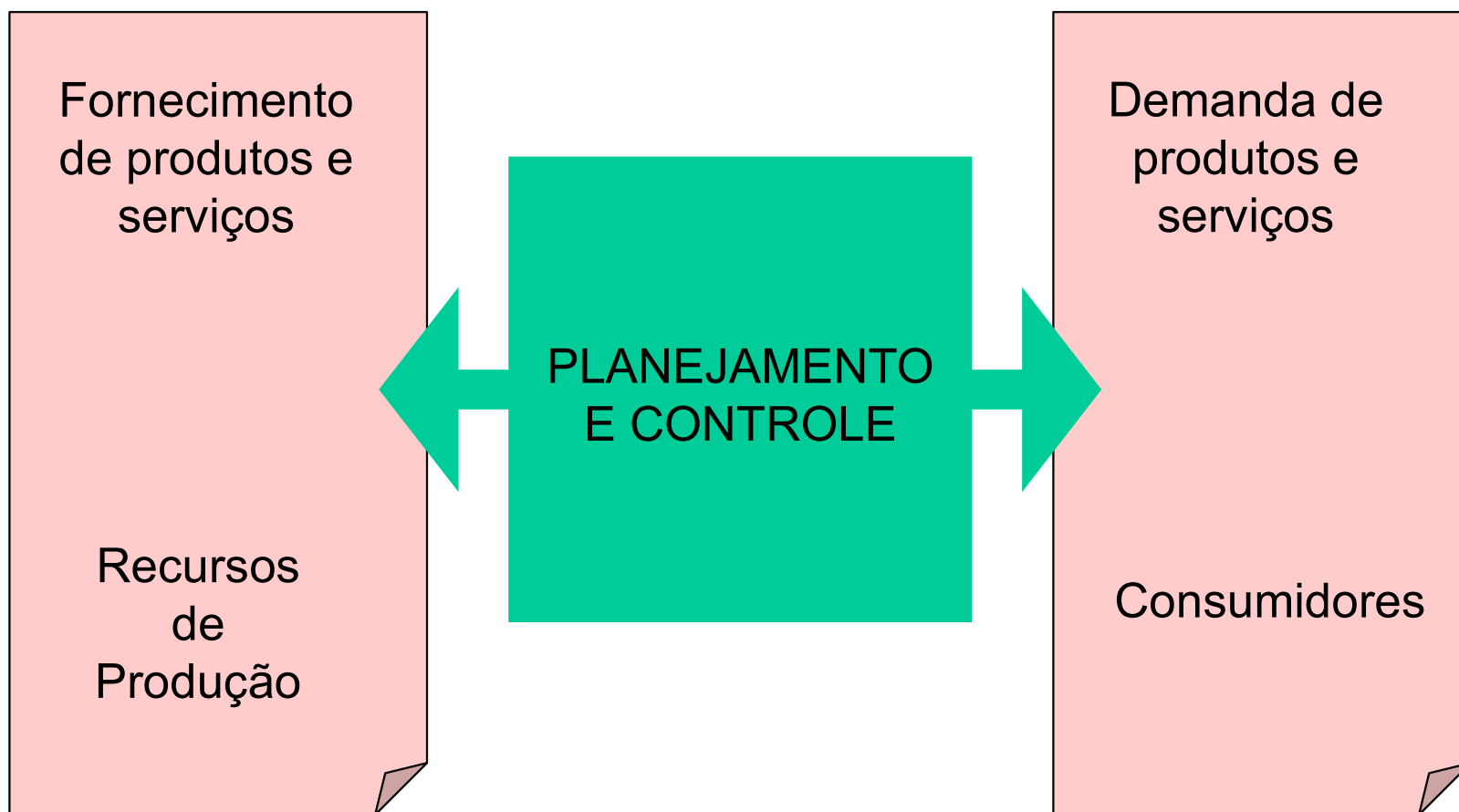
- Composição variável
- O grupo é o conjunto de pessoas relativas a uma parte ou todo o processo
- Há diversos âmbitos de grupos
- Em alguns casos não há supervisão direta
- Há diferenciação de funções e remuneração
- Em alguns casos há grande autonomia: compras, PCP, metas

The background features a series of concentric circles in light gray, some solid and some dashed, creating a ripple effect. A large, solid blue circle is centered on the page, containing the title text in white. A thick, dark gray curved line sweeps across the bottom left, partially overlapping the blue circle.

Planejamento e Controle das Operações



Planejamento e Controle





Algumas áreas de Planejamento e Controle



- Capacidade de Produção
- Itens de Demanda Independente - Estoques
- Cadeia de Suprimentos
- Itens de Demanda Dependente - MRP
- Projetos
- Qualidade



Planejamento e Controle da Capacidade





Planejamento e Controle de Estoque



Previsão da Demanda

- Atividade fundamental no planejamento: Previsão da demanda
- Decisões de planejamento:
 - Quanto fabricar, que produtos lançar
 - Qual será a evolução tecnológica, que novas tecnologias adotar
 - Qual a necessidade de investimentos futuros (instalações, máquinas)
 - Aumento de pessoal, de matérias-primas
- Horizontes de planejamento
 - Curto, médio e longo prazo
 - Quanto maior o horizonte, menor a precisão



Métodos de Previsão de Demanda

- Características
 - Dependem da disponibilidade de dados, recursos e tempo
 - Dependem do horizonte de planejamento desejado
- Métodos de previsão baseiam-se nos dados de passado para prever o futuro
- Métodos de previsão tem precisão limitada (erro de previsão)
- Tipos de Métodos de Previsão
 - Qualitativos
 - Quantitativos
 - Métodos Causais (relação de causa e efeito)
 - Métodos Temporais (séries temporais)



Métodos Qualitativos de Previsão



- Opiniões de executivos
 - Formação de um comitê interdisciplinar
 - Perigo da influência de uma pessoa
- Opinião da equipe de vendas
 - Distinguir entre o que o cliente gostaria e o que ele fará
- Pesquisa junto aos consumidores
 - Pesquisa de mercado
 - Testes de mercado
- Método Delphi
 - Método muito utilizado para previsão tecnológica.
 - Rodadas de opiniões de especialistas até atingir consenso
- Analogia histórica



Métodos Quantitativos de Previsão

- Métodos Causais:
 - Regressão $Y = f(X_n)$
 - O comportamento de uma variável (chamada dependente) é explicado por uma, ou mais variáveis (chamadas independentes)
 - Regressão: simples (uma variável independente) ou múltipla (diversas variáveis independentes)
 - Modelos de Regressão: linear, exponencial, parabólica
- Métodos Históricos
 - Média Móvel Simples
 - Média Móvel Ponderada
 - Exponencial Móvel
 - Exponencial Móvel com tendência

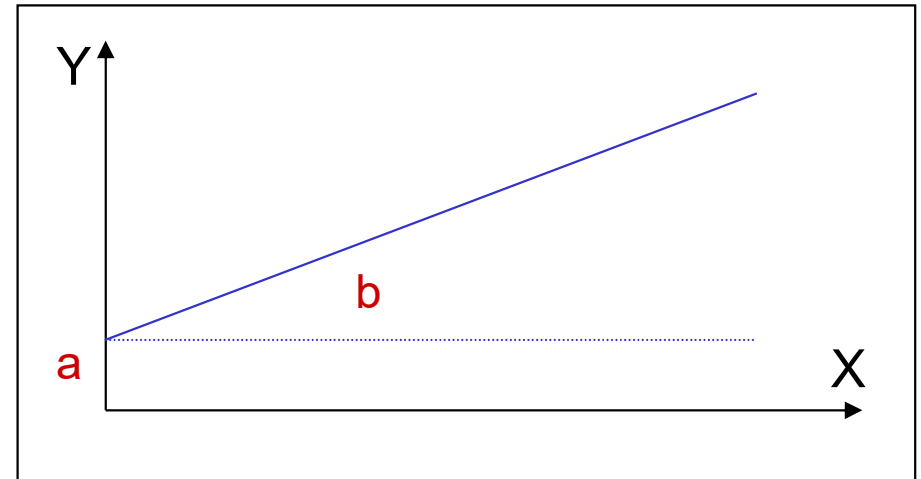


Análise de Regressão Linear Simples

- Aproximação por uma reta

$$Y = a + bX$$

- Onde:
 - Y: Variável dependente
 - a: Intersecção no eixo Y
 - b: Inclinação
 - X: Variável Independente



Método dos Mínimos Quadrados

Determina a reta que minimiza o quadrado da distância entre a reta calculada e os pontos dados

$$a = Y - b X$$

$$b = \frac{\sum XY - n \bar{X} \bar{Y}}{\sum X^2 - n \bar{X}^2}$$

$$\sum Y = n \cdot a + b \sum X$$

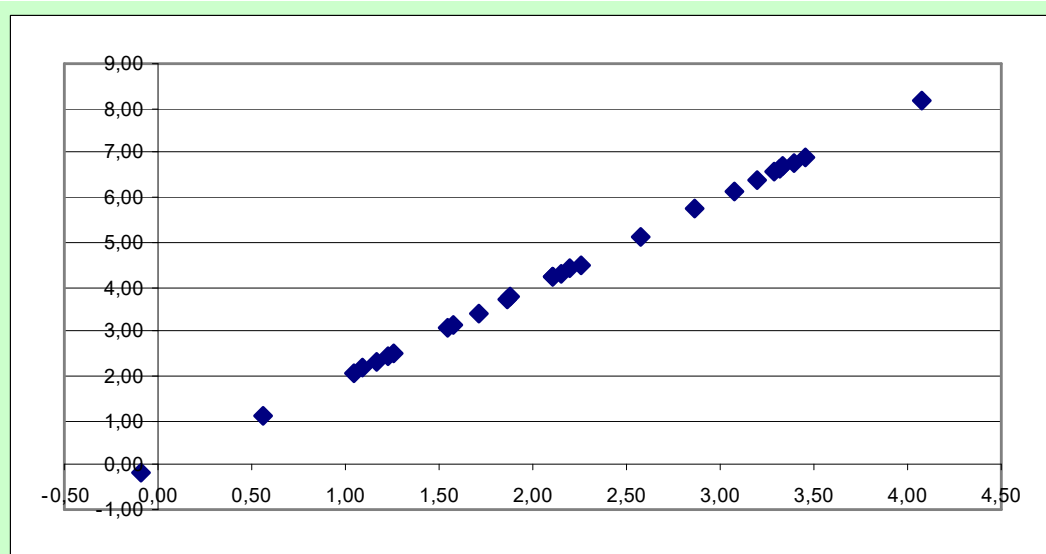
$$\sum XY = a \sum X + b \sum X^2$$



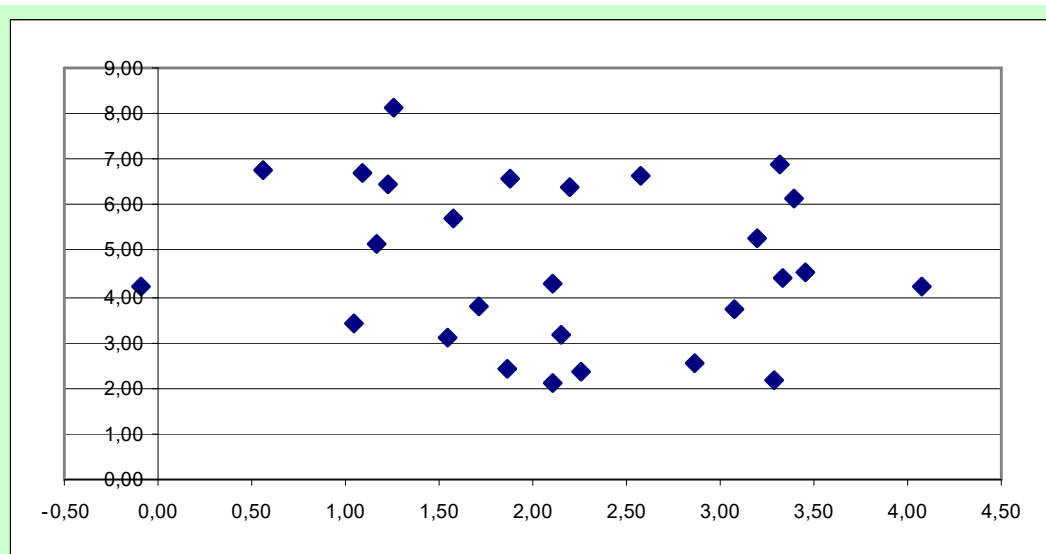
Análise de Regressão Linear Simples



Dados permitem boa aproximação por um segmento de reta



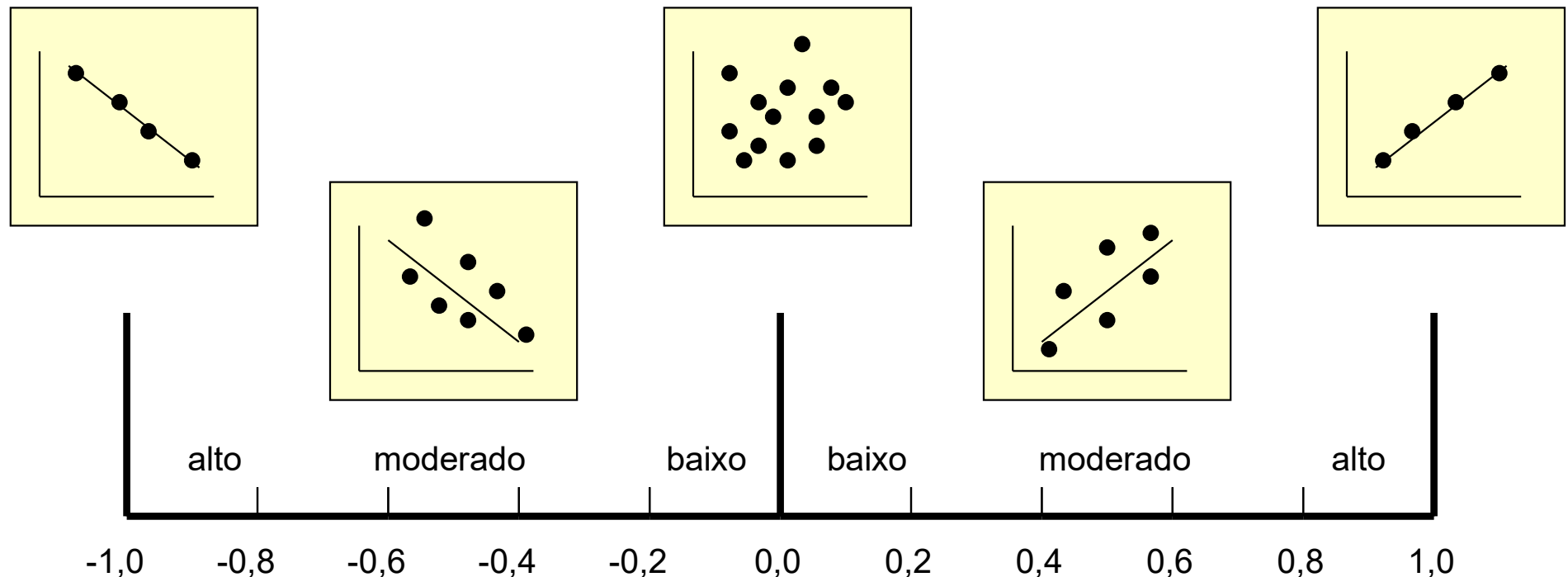
Dados não permitem boa aproximação por um segmento de reta





Coeficiente de Correlação (r)

- Indica o grau em que uma equação linear descreve a relação entre duas variáveis. Varia entre -1 a 1, e assume valor negativo quando X e Y são inversamente proporcionais e positivo quando diretamente proporcionais. Assume valor zero quando não há relação entre as duas variáveis





Coeficiente de Correlação

- Indica a perfeição do ajuste obtido pela reta calculada pelo método dos mínimos quadrados
- Variação : -1 a +1

Para regressão linear simples:

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

Para outros modelos de regressão:

$$r = \sqrt{\frac{\sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2}}$$



Coeficiente de Determinação (r^2)

- Definição : Quadrado do do coeficiente de correlação
- Indica a proporção da variância da variável dependente explicada pela variância da variável independente
- Variação de 0 a 1

$$r^2 = \frac{\sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2}$$

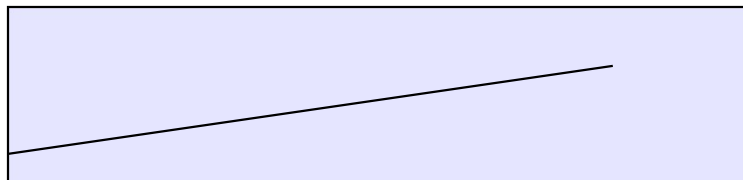
Pode ser utilizado para qualquer modelo de regressão



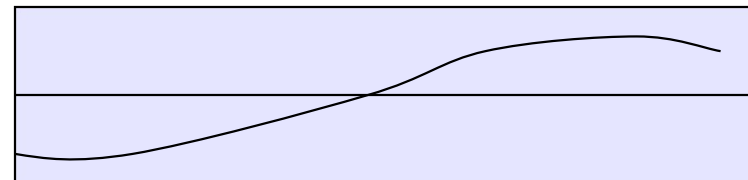
Comportamento da Demanda - Séries Temporais



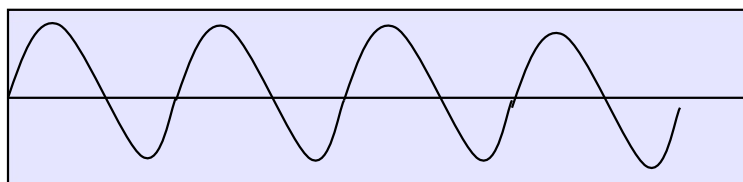
- Demanda Constante - não há variação significativa ao longo do tempo
- Demanda Variável
 - Tendência: crescimento, queda, estabilização
 - Sazonalidade: repetição de comportamento da demanda dentro de um intervalo curto de tempo (em geral um ano)
 - Ciclicidade: repetição do comportamento da demanda dentro de um intervalo longo de tempo (em geral décadas)
 - Resíduo: variação aleatória



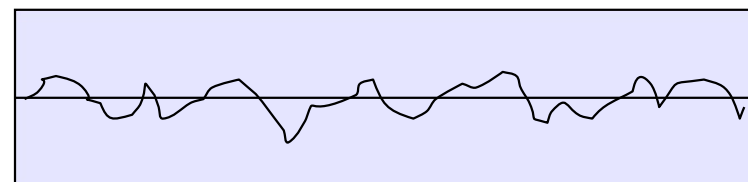
Tendência



Ciclicidade



Sazonalidade



Resíduo (aleatório)



Decomposição das Séries Temporais

Considerando:

Y - Demanda Prevista

T - Componente referente à Tendência

S - Componente referente à Sazonalidade

C - Componente referente à Ciclicidade

I - Resíduo (flutuações irregulares e aleatórias)

Modelo Aditivo

$$Y = T + S + C + i$$

Modelo Multiplicativo

$$Y = T \cdot S \cdot C \cdot i$$

O Modelo Multiplicativo é mais utilizado na prática



Decomposição de Séries Temporais

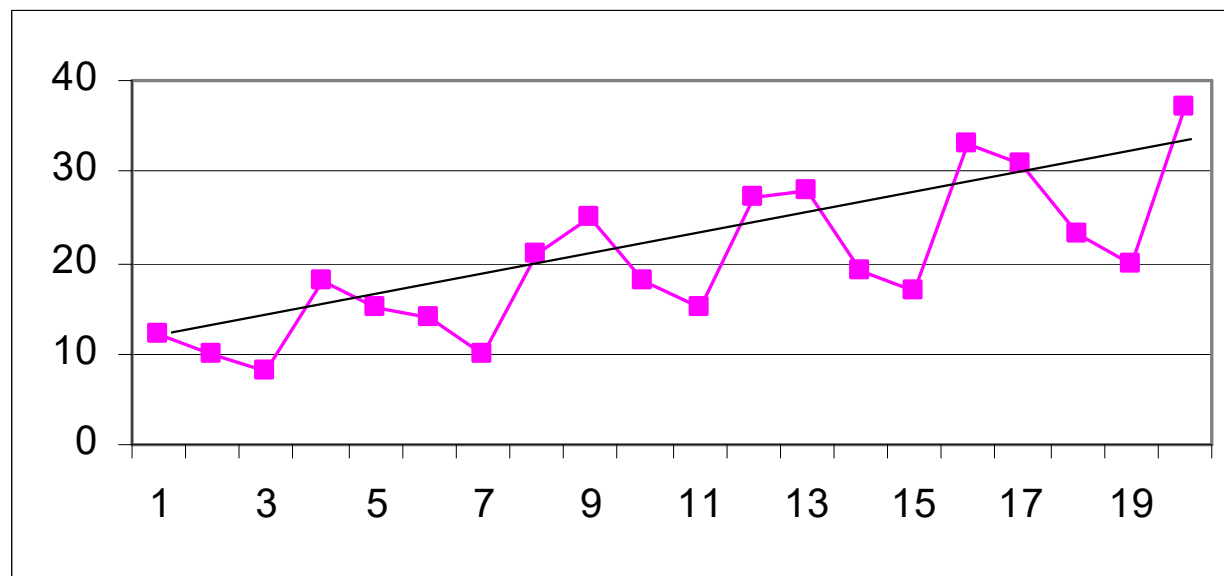
Modelo Multiplicativo: $Y = T \cdot S \cdot C \cdot i$

- Hipóteses simplificadoras

Horizonte de Tempo curto: $C = 1$

Efeito sazonais e aleatórios podem ser combinados

Modelo Simplificado: $Y = T \cdot S$





Média Móvel Simples

$$\text{MMS} = \frac{Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-n}}{n}$$

- Previsão para o próximo período é feita partir dos últimos períodos
- A demanda do Produto não cresce ou decresce rapidamente
- A demanda não apresenta sazonalidade



Média Móvel Ponderada

$$\text{MMP} = \alpha_{t-1} \cdot Y_{t-1} + \alpha_{t-2} \cdot Y_{t-2} + \dots + \alpha_{t-n} \cdot Y_{t-n}$$

$$\sum \alpha_t = 1$$

- Previsão para o próximo período é feita partir dos últimos períodos
- Cada elemento é ponderado conforme um fator
- A soma dos fatores é igual a 1 (um)



Média Móvel Exponencial Ponderada de 1ª Ordem



$$\text{MMEP} = \alpha \cdot Y_{t-1} + (1 - \alpha) \cdot \text{MMEP}_{t-1}$$

ou

$$\text{MMEP} = \text{MMEP}_{t-1} + \alpha \cdot (Y_{t-1} - \text{MMEP}_{t-1})$$

- É a técnica mais utilizada
- Não necessita de grande série histórica, requer menos dados
- Utiliza a demanda real do último período, a previsão do último período e uma constante de ajuste
- Valores altos da constante de ajuste fazem o modelo responder rapidamente
- Quando utilizada pela primeira vez, a primeira previsão pode ser obtida por média móvel simples ou ponderada, ou considerado a previsão igual ao último dado



Efeito da Sazonalidade

- Padrões sazonais: flutuações que ocorrem durante o ano e e que se repetem ano a ano, devido às estações do ano, calendário escolar, datas festivas ou outros fenômenos.
- Previsões utilizando análise de regressão linear simples:
 - Escolha um conjunto de dados representativo
 - Desenvolva um índice de sazonalidade para cada período sazonal
 - Utilize os índices para dessazonalizar os dados
 - Faça uma análise de regressão linear nos dados dessazonalizados
 - Utilize a equação obtida com a análise de regressão linear para calcular as previsões dessazonalizadas
 - Utilize os índices para reaplicar os padrões sazonais às previsões



Erros de Previsão

Erro de Previsão = Demanda Real - Demanda Prevista = $Y - \hat{Y}$

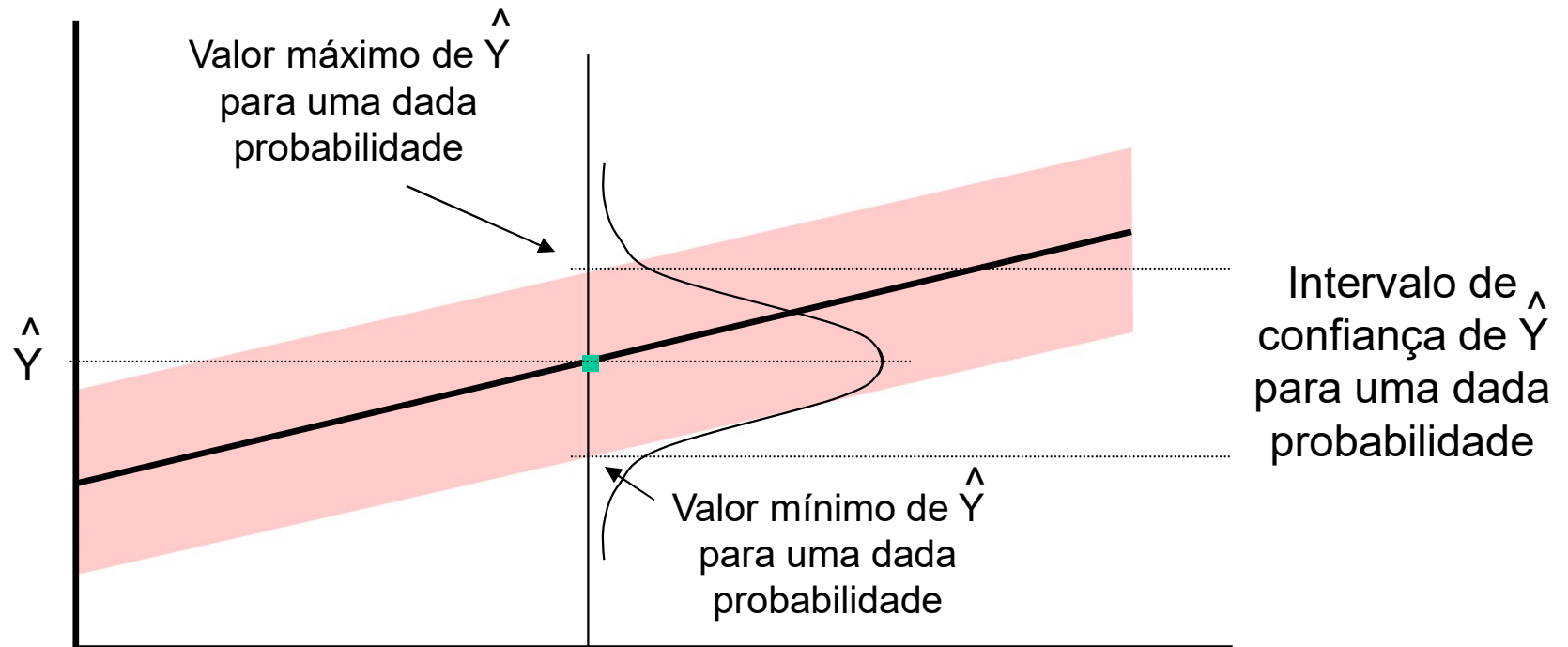
$$\text{Desvio Médio Absoluto (MAD)} = \frac{\sum |Y - \hat{Y}|}{n}$$

$$\text{Desvio Médio Quadrático (MSE)} = \frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{n - 1}$$

$$\text{Sinal de Seguimento} = \frac{\sum (Y - \hat{Y})}{\text{MAD}}$$



Intervalo de Confiança





Intervalo de Confiança

$$\text{Erro Padrão da Estimativa } (s_y) = \sqrt{\frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{n - 2}}$$

$$\text{Intervalo de Confiança} = \hat{Y} + z \cdot s_y$$

Para intervalo de confiança a 90% $\rightarrow z = 1,64$

Para intervalo de confiança a 95% $\rightarrow z = 1,96$

Para intervalo de confiança a 99,7% $\rightarrow z = 3,0$



Gestão de Estoques

- **Estoques:** quantidades de bens conservados, de forma improdutiva, por algum intervalo de tempo
- **Tipos de Estoques:**
 - matérias-primas
 - peças e itens comprados de terceiros
 - peças e itens produzidos internamente
 - material em processo (produtos semi-acabados)
 - produtos acabados
- **Objetivos dos Estoques:**
 - Os estoques cobrem mudanças imprevistas no suprimento e na demanda
 - Os estoques protegem contra incertezas
 - Os estoques permitem produção e compras em escala econômica



Gestão de Estoques



- Gestão Operacional:
 - Geram economias de escala na produção
 - Fazem a regulação das diferenças de ritmo entre fluxos de materiais na produção (ex: suprimentos x produção, produção x demanda)
- Gestão Financeira:
 - São, contabilmente, parte do ativo da empresa
 - Representam capital investido
 - Influenciam indicadores de desempenho importantes, como o Retorno sobre o investimento e o índice de rotação de estoques



Estrutura de Custos em Estoques

- **Custo do item de estoque:** custo unitário ou preço unitário do item
- **Custo do pedido:** custo para se encomendar a mercadoria. Inclui:
 - a manutenção da estrutura de compras (pessoal, aluguel, despesas administrativas, etc)
 - o transporte da mercadoria
 - a inspeção e remessa ao estoque
- **Custo unitário de manutenção:** custo de se manter uma unidade do item no estoque por um prazo determinado (geralmente 1 ano). Inclui:
 - custo do capital
 - custo de armazenagem (espaço ocupado, seguros, taxas, perdas, obsolescência ou deterioração)
 - custo da falta de estoque: custo de vendas perdidas, perda de imagem



Padrões de Demanda

- Demanda Independente
 - Varia com as condições do mercado externo, fora do controle imediato da organização
 - Itens de demanda independente:
 - produtos acabados
 - peças para reposição
- Demanda Dependente
 - Pode ser programado internamente à organização, são usados para a produção de outros itens
 - Itens de demanda dependente:
 - matérias-primas
 - peças e componentes para montagem



Gestão de Estoques

- Itens de Demanda Independente: Reposição de Estoques
- Modelos de reposição:
 - Lote Econômico de Compra ou Fabricação
 - Sistema de Revisão Contínua
 - Sistema de Reposição Periódica
- Itens de Demanda Dependente: Requisição de Fabricação ou compras
- Modelo de programação:
 - MRP (Materials Requirement Planning): Planejamento das necessidades de materiais

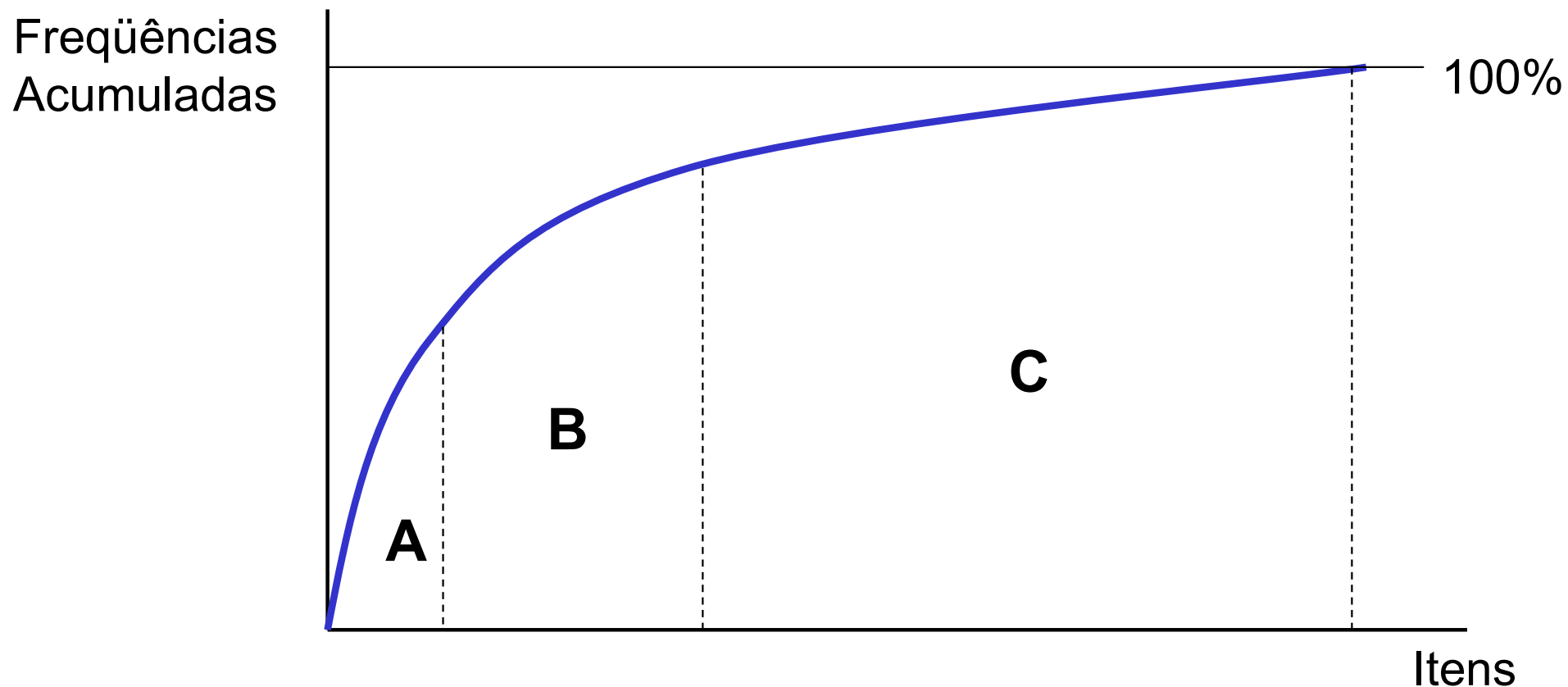


Controle de Estoques: O que controlar?

- Número de itens de estoque em geral é muito grande
- Gerir um grande número de itens pode ser muito dispendioso
- É importante priorizar os itens para administrá-los:
 - Em geral utiliza-se como critério de priorização o investimento realizado
 - Regra empírica: a maior parte dos investimentos é devida a uma minoria de itens (20% dos itens respondem por 80% do investimento)
 - Curva de Pareto ou Diagrama ABC



Curva ABC

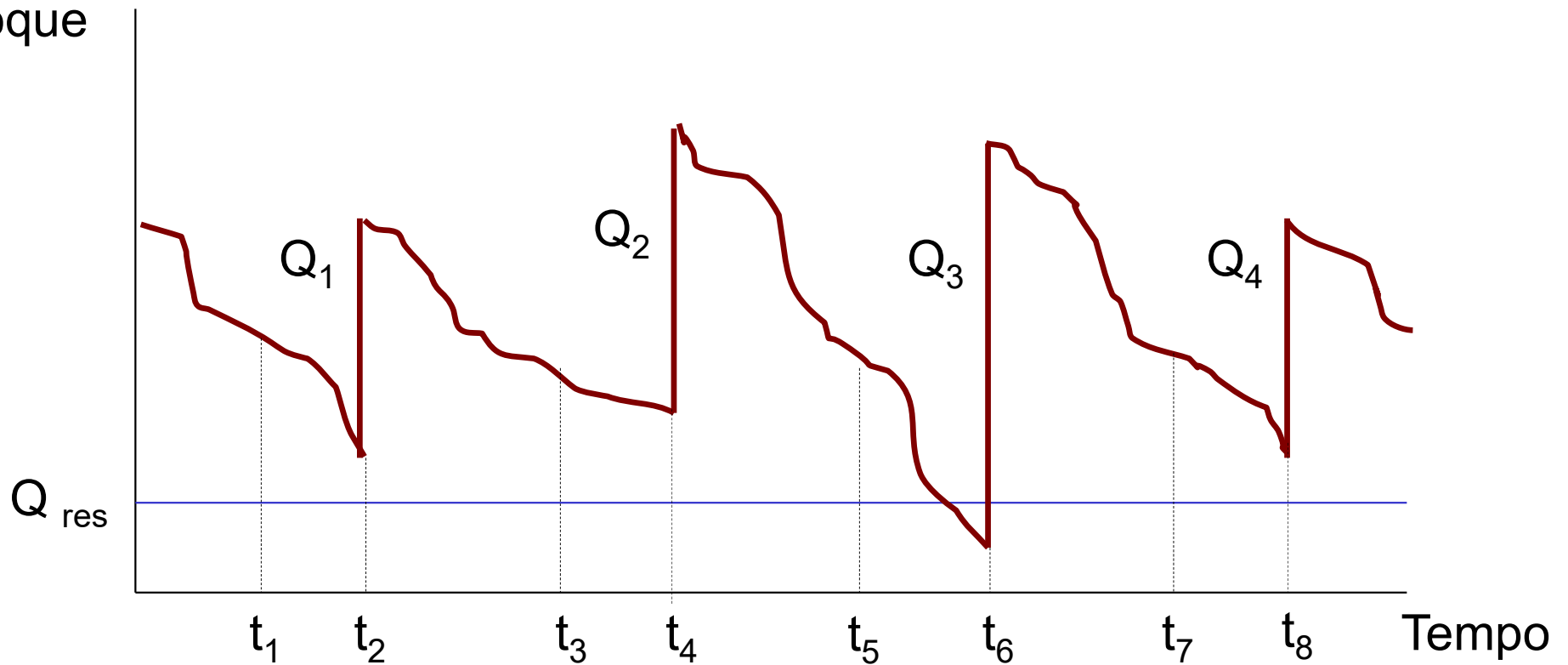


- Regra de Pareto: muitos triviais, poucos essenciais
- itens A: poucos de grande importância relativa
- itens B: importância intermediária
- itens C: muitos, de baixa importância relativa



Gráfico Dente de Serra

Estoque



Q_{res} = estoque de segurança

Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 = quantidades pedidas

t_1, t_3, t_5, t_7 = datas de pedido

t_2, t_4, t_6, t_8 = datas de recebimento



O Lote Econômico de Compra (LEC)

O LEC é um modelo para a gestão de estoque de itens comprados fora da empresa

Modelos de gestão de Estoques respondem a duas perguntas básicas: quando e quanto comprar

O LEC é conhecido por responder diretamente à segunda pergunta, embora responda à primeira indiretamente

Hipóteses do LEC quanto ao comportamento do item de estoque:

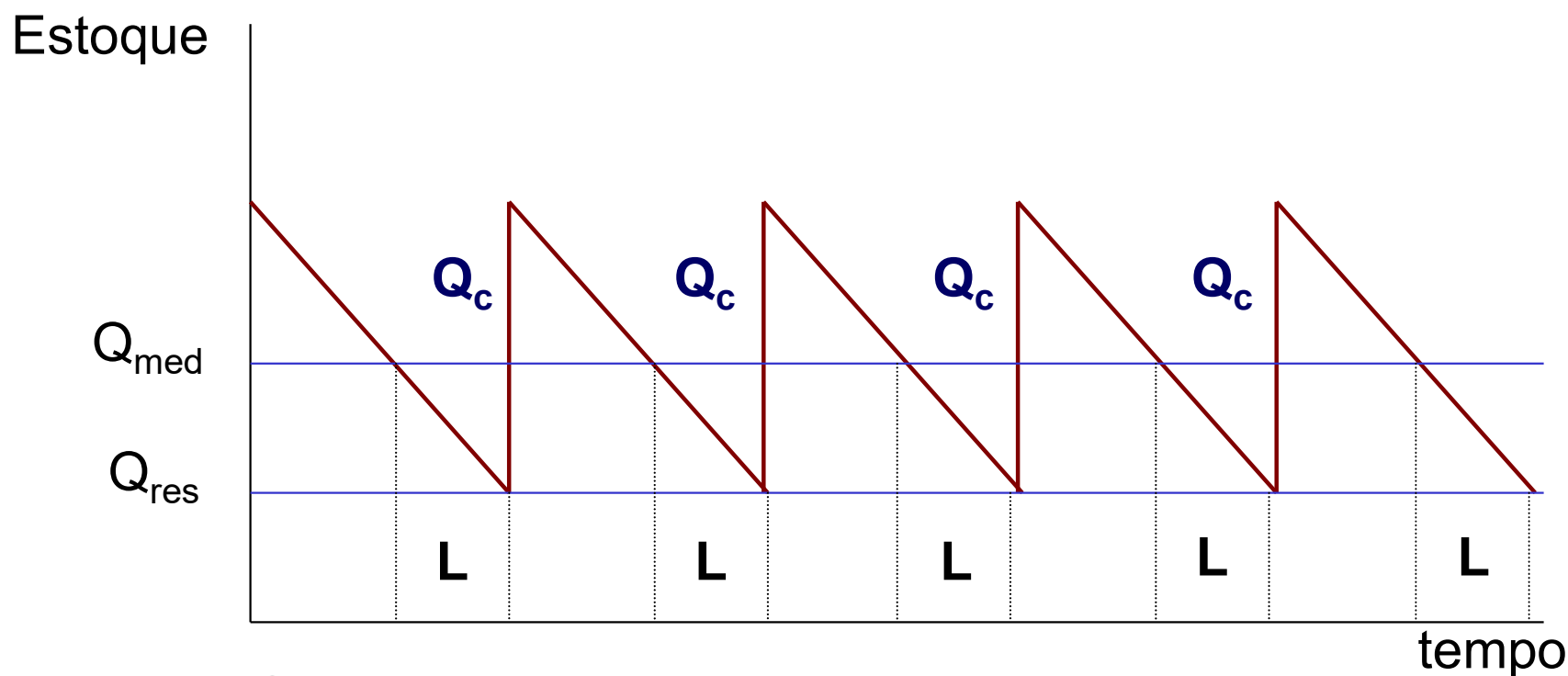
- a taxa de consumo é constante ao longo do tempo
- o tempo de espera entre pedido e recebimento é constante



Gráfico Dente de Serra para o Lote Econômico de Compra



(Considerando as hipóteses simplificadoras)



Q_{med} = Estoque médio

Q_{res} = Estoque de segurança

Q_c = quantidade de compra

L = tempo de espera entre pedido e entrega



LEC - Quando Comprar

Considerando-se a taxa de consumo constante, e o tempo de espera constante, temos:

$$m = d \cdot L$$

Onde:

m = quantidade consumida durante o tempo de espera

d = taxa de consumo

L = tempo de espera

Portanto a compra deve ser efetuada quando o estoque atingir:

$$Q_{\text{pedido}} = Q_{\text{res}} + m$$



LEC - Quanto Comprar



Considerando:

Q_{med} = estoque médio

Q_{res} = estoque de segurança

Q_c = quantidade de pedido

$Q_{med} = Q_c/2 + Q_{res}$

Hipótese adicionais:

- Preço unitário da mercadoria é constante
- Custo de fazer um pedido é constante e independe da quantidade comprada
- Custo unitário de manutenção de um item no estoque é constante



LEC - Quanto comprar

Custo Total Anual = Custo de pedir + custo para manter em estoque

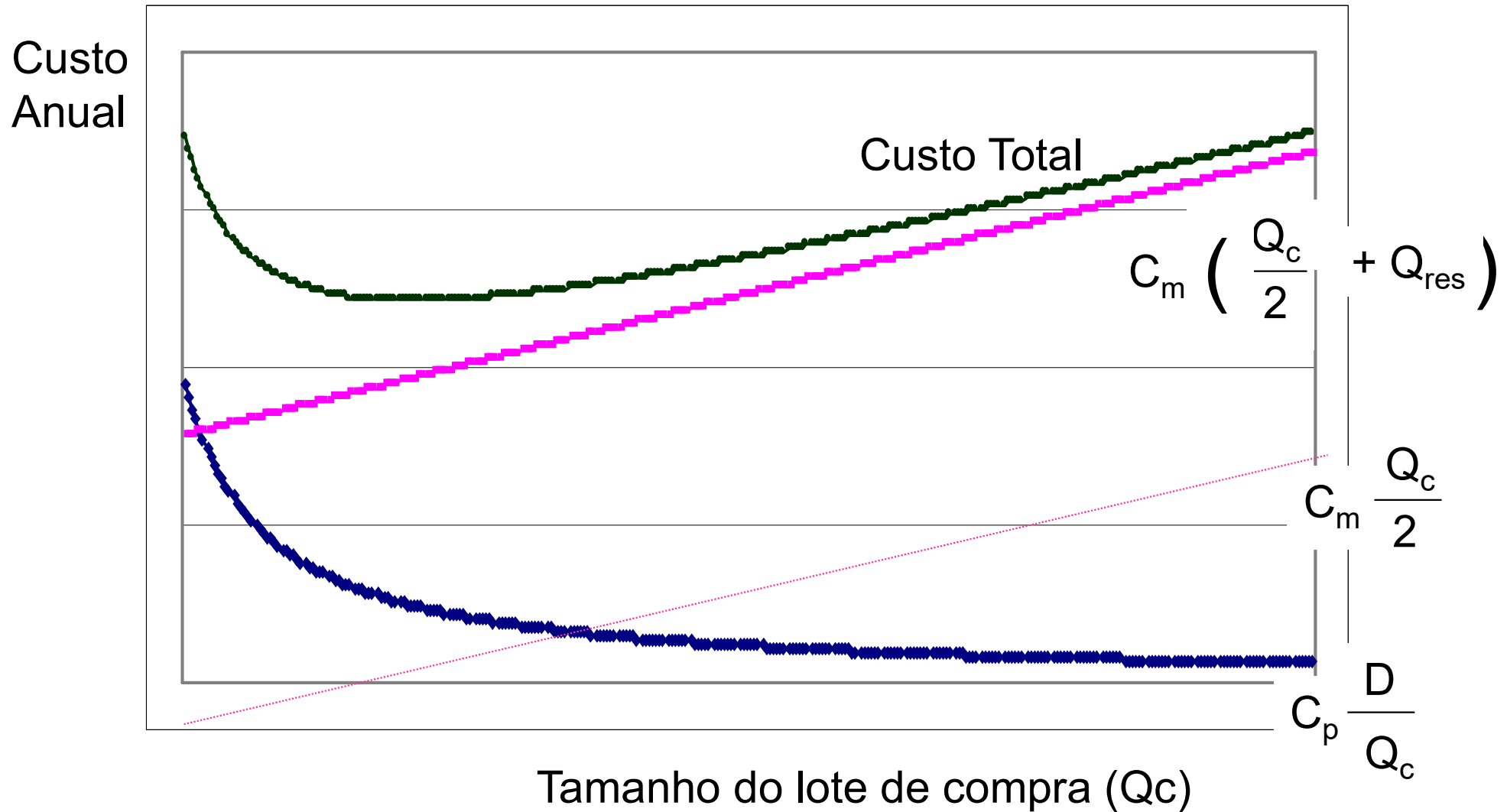
$$\text{Custo de pedir} = C_p \frac{D}{Q_c}$$

$$\text{Custo para manter} = C_m \left(\frac{Q_c}{2} + Q_{\text{res}} \right)$$

$$\text{Custo Total} = C_T = C_p \frac{D}{Q_c} + C_m \left(\frac{Q_c}{2} + Q_{\text{res}} \right)$$



Custos Associados aos Estoques





Determinação do Lote Econômico de Compra

$$C_T = C_p \frac{D}{Q_c} + C_m \left(\frac{Q_c}{2} + Q_{res} \right)$$

$$C_T = C_p \frac{D}{Q_c} + C_m \frac{Q_c}{2} + C_m Q_{res}$$

Para achar o Custo Total Mínimo, basta derivar a equação acima e encontrar suas raízes .

Assim,

$$LEC = \sqrt{\frac{2 C_p D}{C_m}}$$



Custo de Manutenção

$$C_m = \frac{\text{custo anual de capital}}{\text{estoque médio}} + \frac{\text{custo anual de armazenagem}}{\text{estoque médio}}$$

custo anual de capital = $i \cdot (\text{investimento médio no item})$

i = taxa de juros

investimento médio = $p \cdot (\text{estoque médio})$

p = preço unitário do item

custo anual do capital = $i \cdot p \cdot (\text{estoque médio})$

custo anual de armazenagem = $a \cdot (\text{investimento médio no item})$

a = taxa de armazenagem

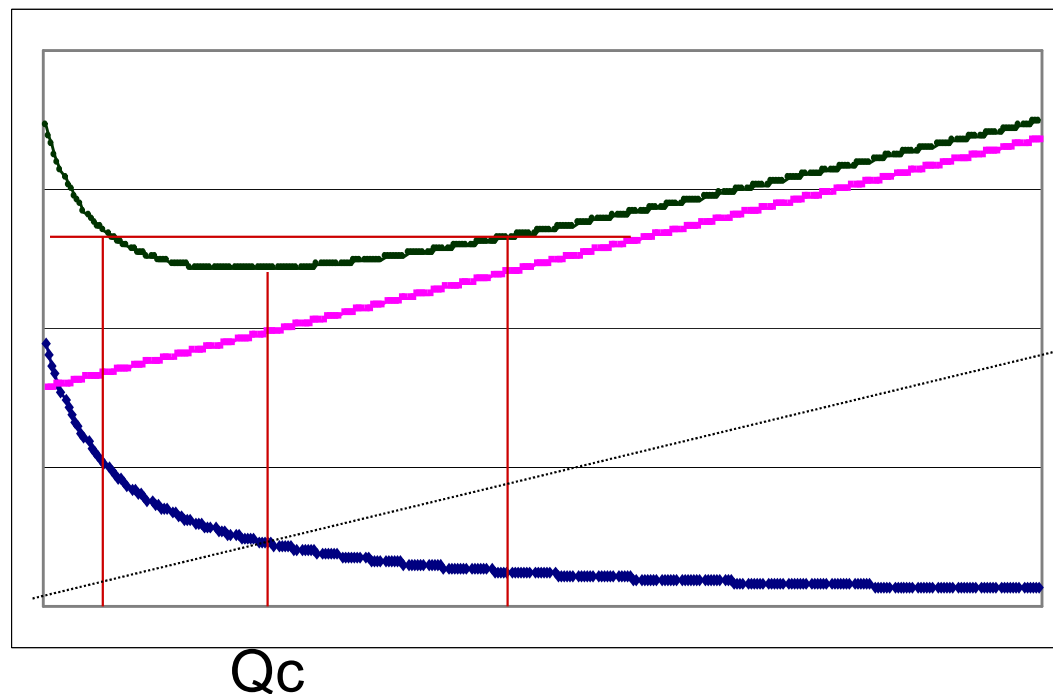
custo anual de armazenagem = $a \cdot p \cdot (\text{estoque médio})$

$$C_m = p \cdot (i + a)$$



Faixa Econômica de Compra

- Admitir um Custo Total Anual em estoque com um percentual acima do mínimo, que se julgue razoável para cobrir erros de estimativas
- Utilizar a fórmula do custo total para determinar os dois valores de quantidades a serem compradas
- Esses valores (sempre há dois, pois a equação é do 2o. Grau), determinam a Faixa Econômica de Compra





Lote Econômico com Descontos por Quantidade

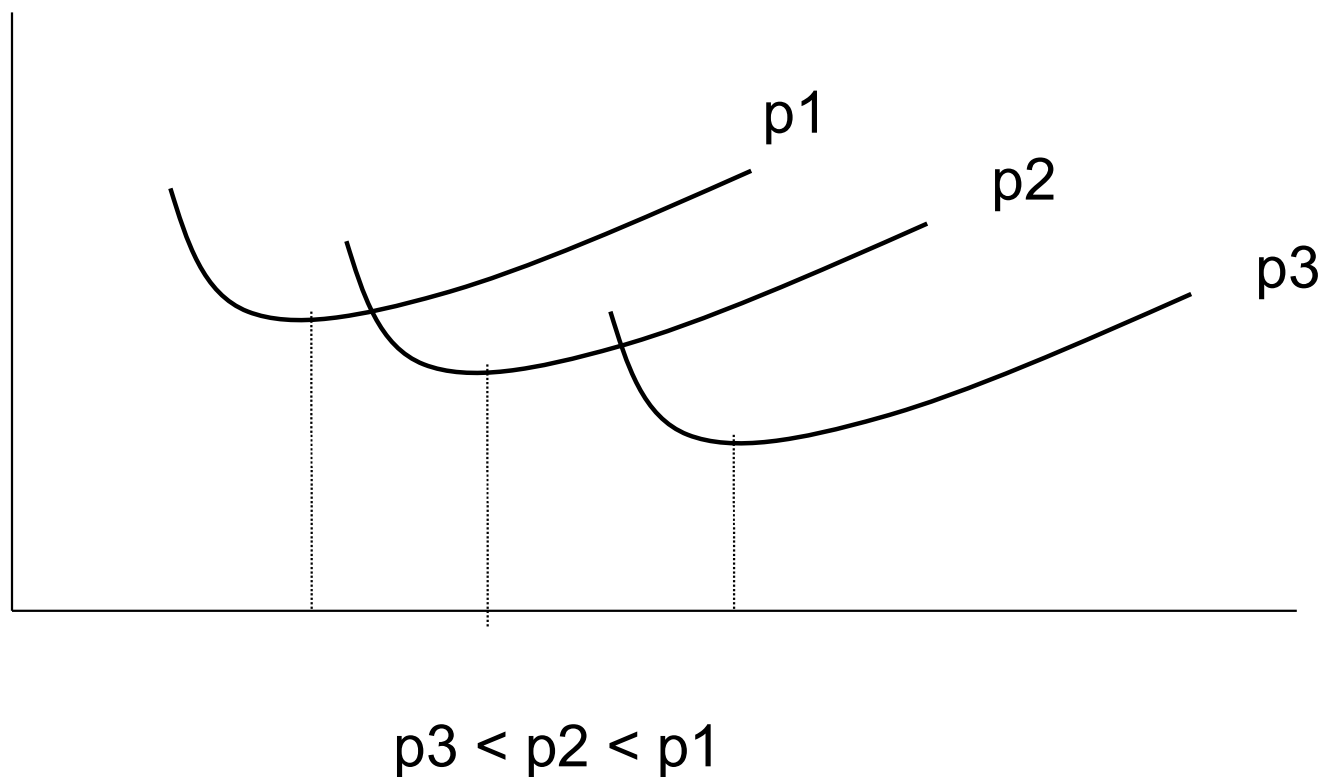
- Em geral, pedidos em grandes quantidades têm descontos no preço
- Maiores quantidades significam para o comprador:
 - Menor custo de pedir, pois para uma dada demanda, o número de pedidos diminui
 - Maior custo de manutenção anual, pois o estoque médio aumenta
 - Menor custo de aquisição do item
- O Custo Total Anual e o LEC variam com o preço de compra:

$$C_T = C_p \frac{D}{Q_c} + p \cdot (i + a) \left(\frac{Q_c}{2} + Q_{res} \right)$$

$$LEC = \sqrt{\frac{2 C_p D}{p \cdot (i + a)}}$$



Curvas de Custo Total para preços diferentes





Lote Econômico com Desconto por Quantidades



- Calcule o LEC utilizando o menor preço ofertado
- Se o LEC se encontrar dentro da faixa, o problema estará resolvido. Calcule o custo total para o LEC
- Se não, calcule o custo total anual para a mínima quantidade ofertada àquele preço
- Repetir os dois passos acima para os outros preços e faixa de quantidade ofertadas
 - Se o LEC cair dentro da faixa, o problema estará resolvido
 - Senão calcular o custo total para a mínima quantidade da faixa
- Adotar o lote de compra o mínimo custo total



Lote Econômico de Fabricação

Aplicação do modelo do LEC para produtos fabricados em lotes, determinando a quantidade econômica a ser produzida

Hipóteses:

O produto é entregue de uma só vez ao almoxarifado

$$Q_{med} = \frac{Q_f}{2} + Q_{res}$$

$$\text{Custo de manutenção: } C_m = p (i + a) \left(\frac{Q_f}{2} + Q_{res} \right)$$

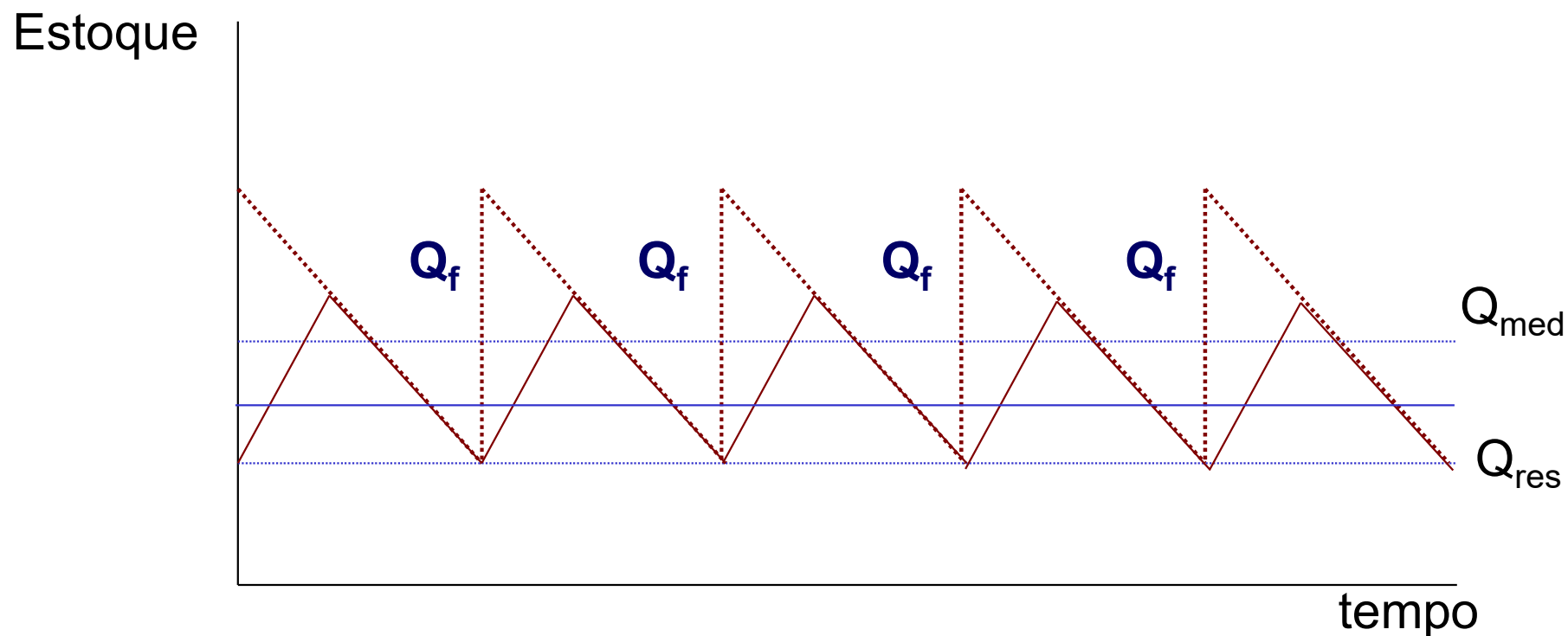
$$\text{Número de corridas de fabricação} = \frac{D}{Q_f}$$

$$\text{Custo de preparação de máquinas} = C_{prep}$$

$$LEF = \sqrt{\frac{2 C_{prep} D}{C_m}}$$



Lote Econômico com Fabricação Contínua





Controle de Estoques - Sistema de Revisão Contínua



- Características:
 - O estoque do item é monitorado continuamente ou após cada transação. Quando o estoque atinge uma quantidade pré-fixada (**ponto de ressuprimento**), emite-se pedido de compra ou requisição de fabricação
 - A quantidade a comprar ou fabricar é constante, geralmente o LEC ou LEF
- O LEC é um caso particular do Sistema de Revisão Contínua
- O Ponto de Ressuprimento deve ser uma quantidade que possibilite o consumo do item enquanto se espera a entrega ou fabricação



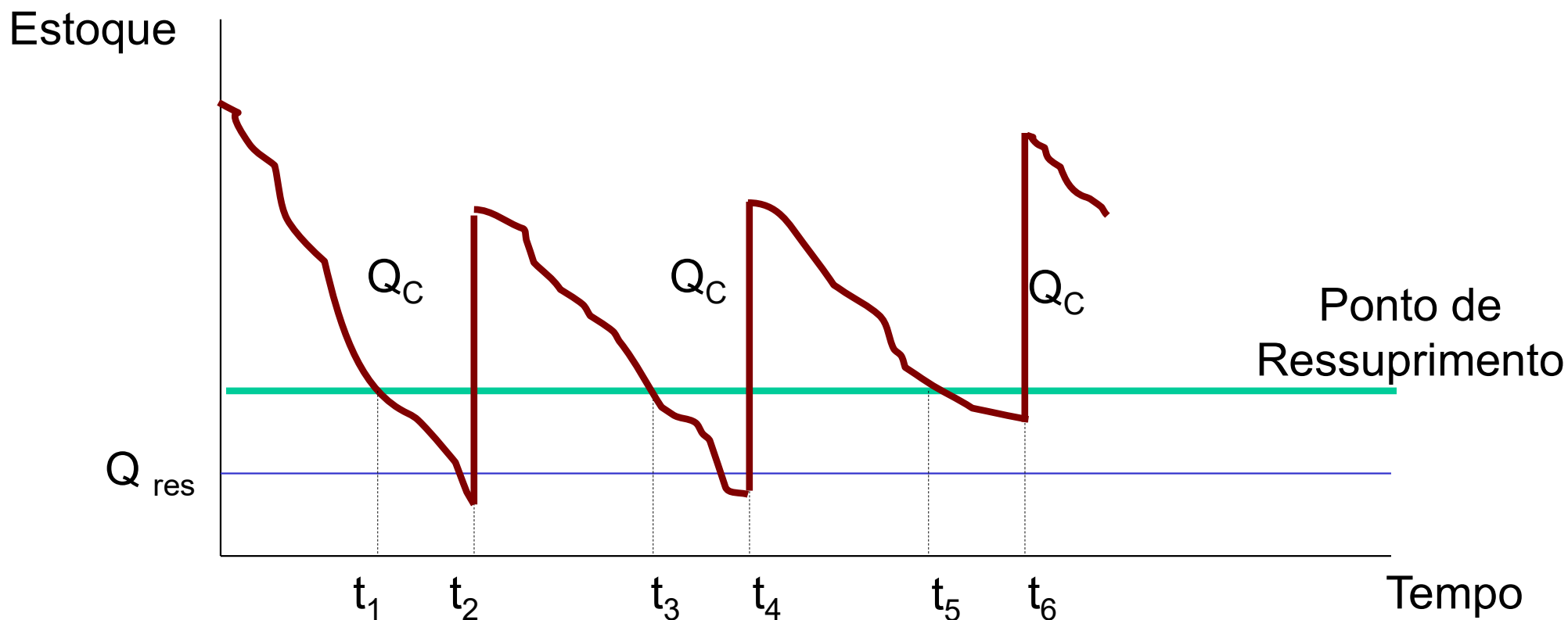
Sistema de Revisão Contínua com Taxa de Consumo Variável



- Hipóteses:
- Tempo de espera do pedido constante
- Taxa de consumo variável em torno de um valor médio, segundo distribuição normal
- O sistema pode sofrer falta de estoque, uso de um estoque de reserva
- A entrega do item é feita de uma só vez
- O item não interage com outros itens



Sistema de Revisão Contínua com Taxa de Consumo Variável



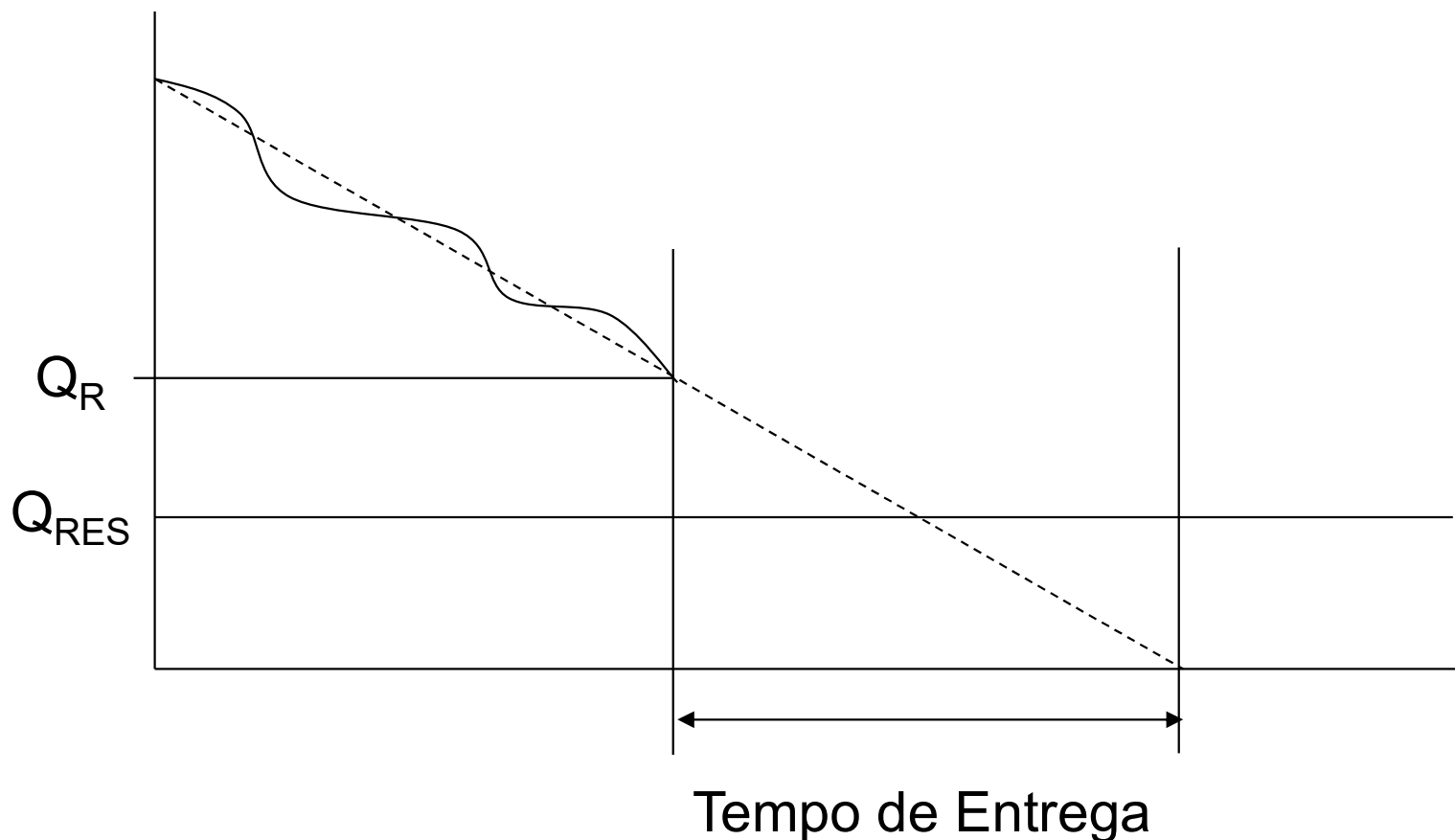


Sistema de Revisão Contínua com Taxa de Consumo Variável



Quantidade de Compra ou Fabricação: LEC ou LEF

Ponto de Ressuprimento (Q_R):

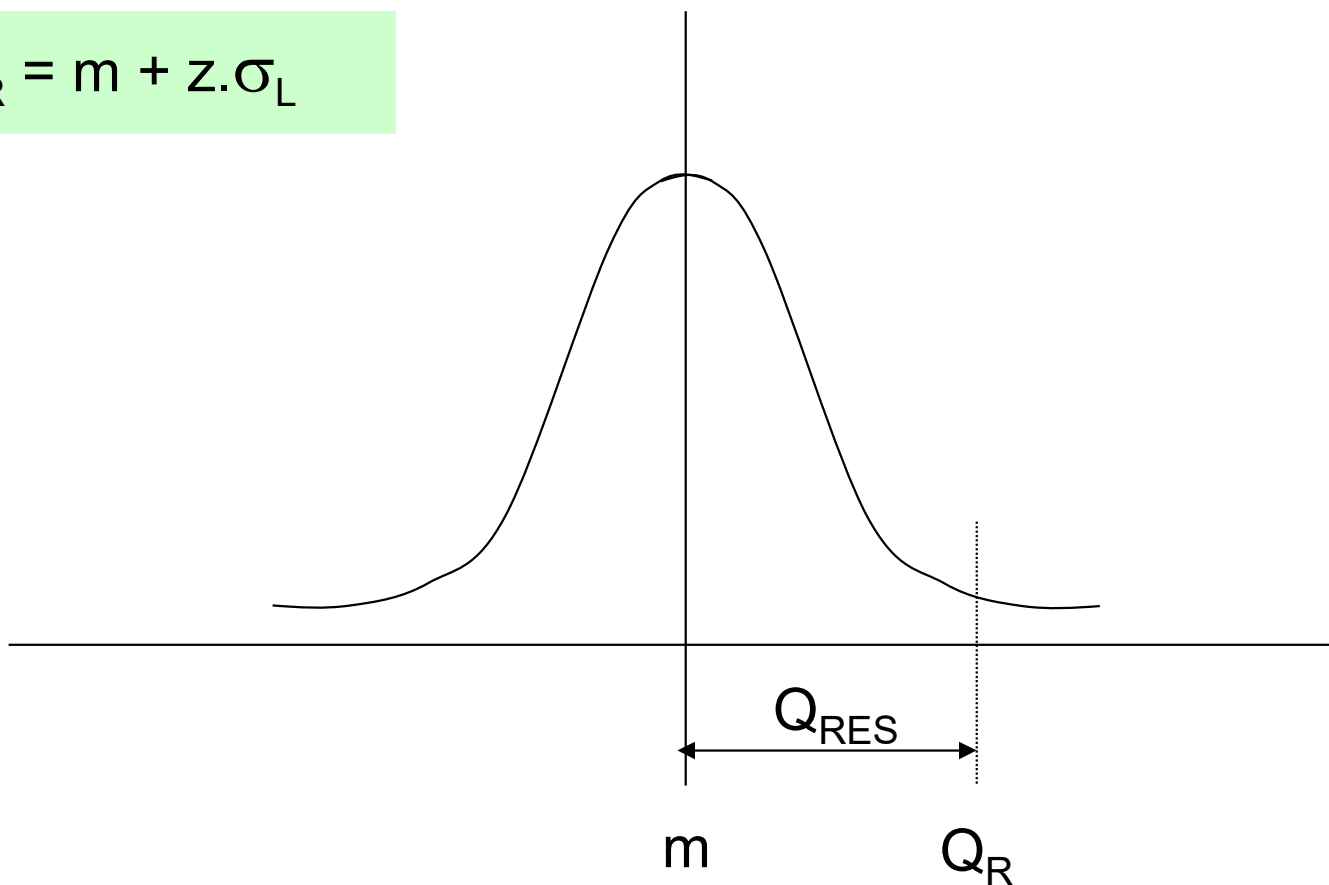




Ponto de Ressuprimento no Sistema de Revisão Contínua



$$Q_R = m + z \cdot \sigma_L$$





Sistema de Reposição Periódica



- Características:
 - O estoque do item é monitorado periodicamente (a intervalos regulares), antes de cada transação
 - A quantidade a comprar ou fabricar é variável, suficiente para levar o estoque ao **Nível de Referência**
- O Nível de Referência é estabelecido para cobrir a demanda até a próxima revisão de estoque mais o tempo de espera



Sistema de Revisão Periódica com Taxa de Consumo Variável

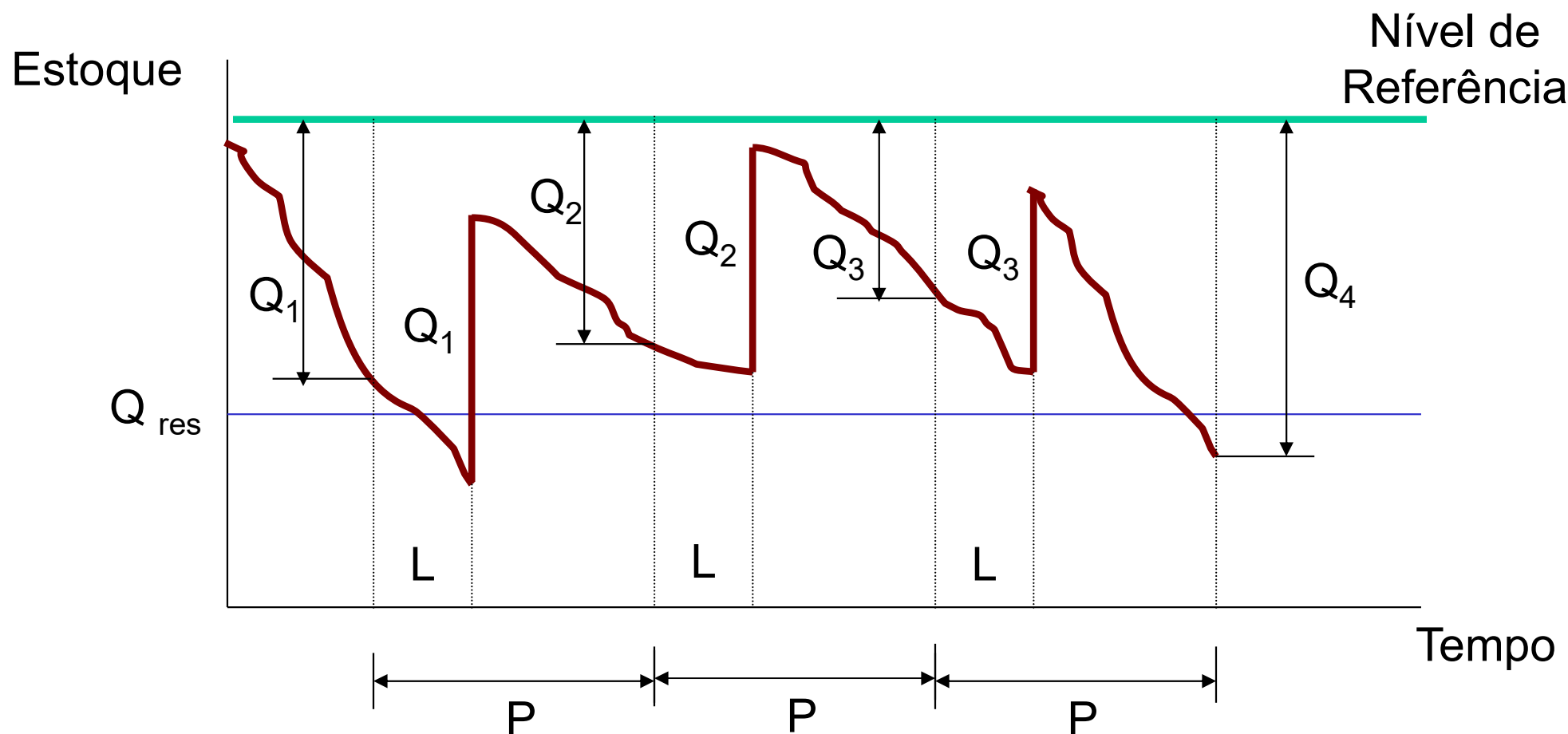


Hipóteses:

- Tempo de espera do pedido constante
- Taxa de consumo variável em torno de um valor médio, segundo distribuição normal
- A entrega do item é feita de uma só vez
- O item não interage com outros itens



Sistema de Revisão Periódica com Taxa de Consumo Variável





Sistema de Revisão Periódica com Taxa de Consumo Variável



Quantidade do pedido = Nível de Referência - (Estoque + outros pedidos)

Período entre Encomendas (baseado no LEC)

$$P = \sqrt{\frac{2 C_p}{C_m \cdot D}}$$

Nível de Referência:

$$T = m' + z \cdot \sigma_{p+L}$$

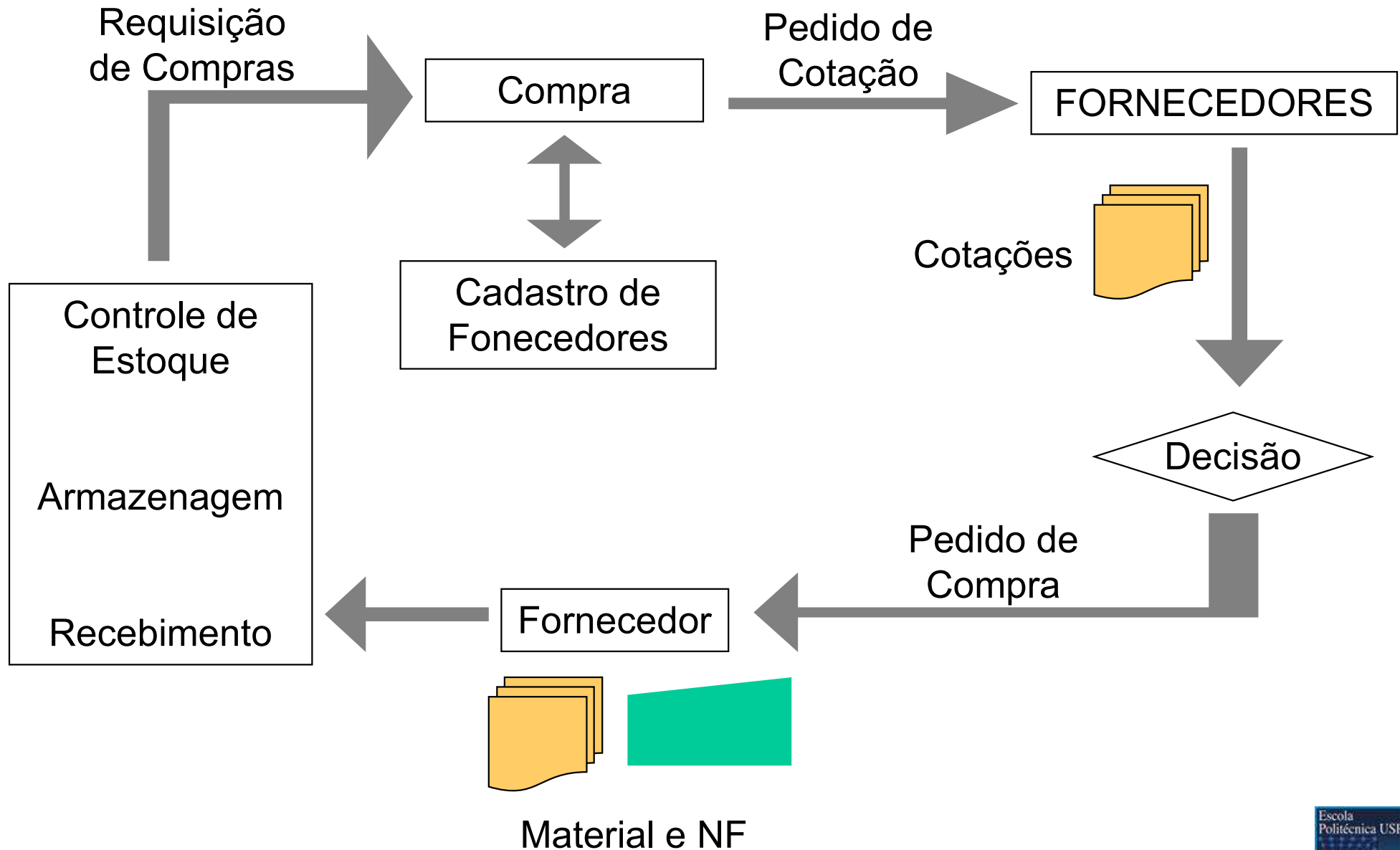
m' = taxa média de consumo $(P + L)$



Planejamento e Controle da Rede de Suprimentos



O Processo de Compra





Processo de Compras - Tipos de Compra



	Compras constantes e habituais	Compras programadas	Compras de Investimentos	Compras de emergência	Compras sofisticadas
Produtos de venda corrente					
Produtos com preço fixado correntemente					
Fornecimento sob encomenda					
Fornecimento em regime de escassez					



Comprar ou Fabricar?

- Fatores a serem considerados
 - Valor estratégico da tecnologia de fabricação do item a ser comprado
 - Qualidade do Produto
 - Confiabilidade no cumprimento de prazos
 - Possibilidade de liberação de recursos
 - Indisponibilidade de recursos
 - Novos produtos com volume de produção baixo
 - Custo



Centralização ou Descentralização da Administração de Materiais



Compras Centralizadas	Compras Descentralizadas
Redução de custo, maior volume e melhor negociação	Melhor acerto na adequação das compras
Garantia de abastecimento de materiais escassos; compras para todas unidades	Realização de compras urgentes
Economia de pessoal	Comunicação direta com o vendedor
Redução de investimentos em estoques	Compras imprevisíveis e uso de fornecedores locais
Estudo do mercado de suprimentos	Compras locais e contato com autoridades locais
Simplificação e padronização	Custos de frete menor
Planejamento estratégico das aquisições	Agilidade para atender mudanças súbitas de mercado
Melhor utilização do sistema de processamento de dados	Melhor acompanhamento das entregas e ajustes às necessidades
	Melhor recuperação de ICMS
Resultado: Menor custo e investimento em estoques	Resultado: Redução de burocracia, agilidade e motivação do pessoal



O Processo de Compras - Fornecedores

- Manutenção de um cadastro atualizado
- Fornecedores Potenciais - Manter contato
- Fornecedores Habituais - Manter registros de Fornecimento
 - Para desqualificar um fornecedor
 - Para justificar a manutenção de um fornecedor
 - Para registrar as condições de fornecimento ao longo do tempo
 - Para dar subsídios em futuras negociações
- Fornecedor único
 - Maior contato e conhecimento entre empresas
 - Homogeneidade de qualidade
 - Maior volume e melhor condição de negociação
 - Estabelecimento de dependência
- Múltiplos Fornecedores
 - Estabelecimento de condições de concorrência
 - Maiores opções de compra
 - Maior exposição à inovações tecnológicas
 - Maior independência em relação aos fornecedores



Desenvolvimento de Fornecedores

- Encontrar empresas que sejam potenciais fornecedoras
- Definir um procedimento para o desenvolvimento de fornecedores
 - Levantamento de dados cadastrais
 - Levantamento da capacitação tecnológica e capacidade de produção
 - Verificação da existência de sistemas e procedimento internos de operação
- Discussão das especificações do produto
- Definição de ferramental e equipamento utilizados (impacto sobre o custo do produto)
 - Alternativas quanto ao ferramental
 - Amortização na quantidade vendida
 - Propriedade e exclusividade do cliente
 - Direito de comercialização do cliente
- Elaborar um sistema de acompanhamento de fornecimento, com registro dos eventos



Distribuição Física





O que é Logística?

- Logística é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como serviços de informação associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender os requisitos do consumidor

A Logística agrega:

Valor de lugar

Valor de tempo

Qualidade

Valor da informação



A Logística sempre esteve presente nas Atividades Empresariais



- Localização de unidades produtivas
 - Previsão de vendas e processamento de pedidos
 - Transportes
 - Estoques
 - Armazenagem e embalagem
-
- Qualquer atividade de Marketing ou Manufatura envolve atividades logísticas



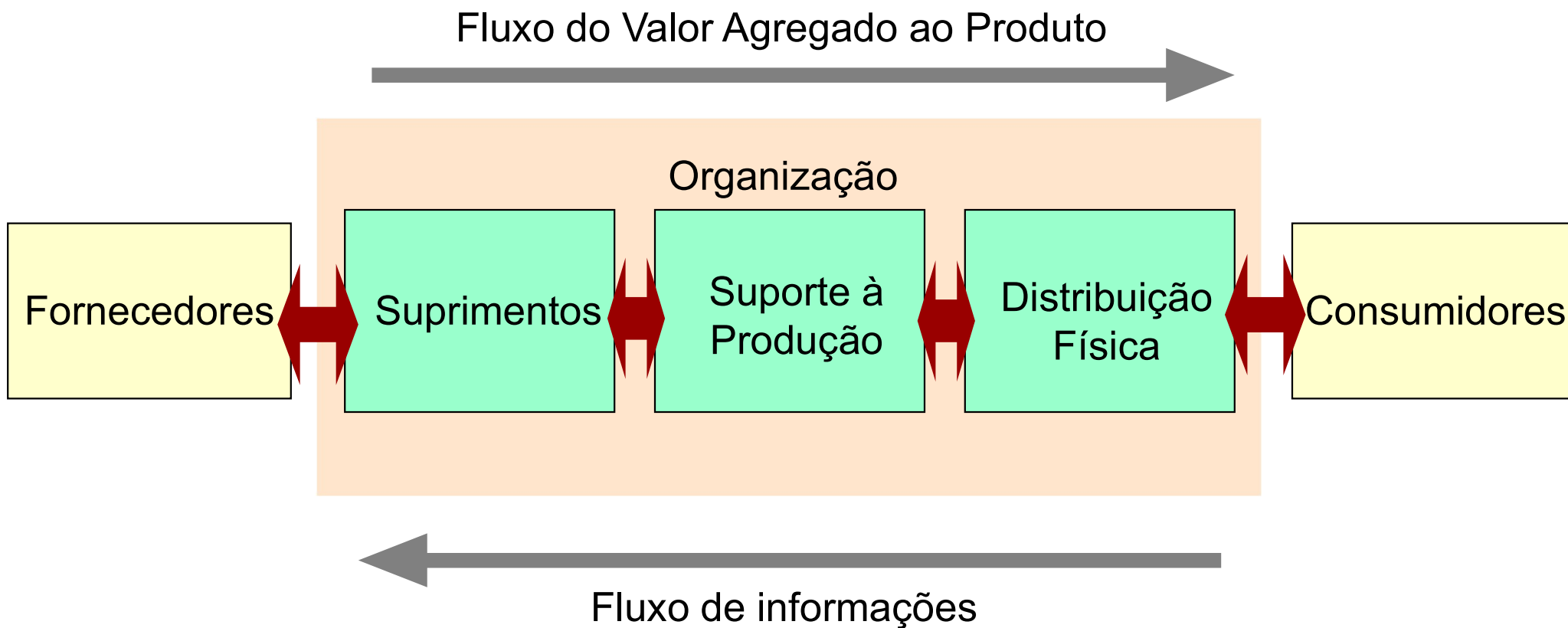
A Gestão Integrada do Processo Logístico



- Conceito de Logística
 - Processo lógico de planejar, alocar e controlar recursos materiais e humanos comprometidos para as operações de suprimentos, planejamento da produção e distribuição física
- Objetivo da Logística Integrada
 - Fazer com que o produto final, os materiais em processo e a matéria-prima estejam na hora e local certos, em condições de uso, com o mínimo custo



O Sistema da Logística Integrada





O Fluxo de Valor Agregado ao Produto

- Suprimentos
 - Fornecimento à produção dos insumos necessários nos instantes certos com o mínimo custo
 - Processo de suprimentos:
 - Definição de produtos e fornecedores
 - Planejamento e negociação
 - Colocação de pedidos e transporte, recebimento e inspeção, estocagem e manuseio
 - Garantia da qualidade
- Suporte à produção
 - Decisão sobre o quanto e onde produzir
 - Elaboração do plano de produção
 - Controle dos estoques em processo e fluxo entre estágios da produção
 - Limitado aos movimentos internos à empresa, mais isolados do mercado



O Fluxo de Valor Agregado ao Produto



- Distribuição Física
 - Apoio às atividades de geração de receitas para um determinado nível de serviço e custo total mínimo
 - Tomada e processamento de pedidos, alocação de estoques, armazenagem e manuseio, transporte ao longo do canal de distribuição
 - coordenação juntamente com Marketing o nível de serviço ao cliente, os padrões de entrega, devoluções, ciclo de vida do produto e promoções



O Fluxo de Informações

- Identificação dos estoques necessários (onde e quando) dentro do sistema de logística integrada
- Objetivo
 - Estabelecer um plano de integração das operações para permitir a continuidade do fluxo de materiais
- Tipos de Informação
 - Previsão de vendas
 - Processamento do pedido
 - MPS (Master Production Schedule)
 - MRP (Materials Requirement Planning)



Atividades da Logística





Logística Integrada



- Coordenação de Suprimentos, Planejamento da Produção e Distribuição Física
- A coordenação envolve todos os aspectos de Movimentação e Armazenagem dos Estoques
- A Logística Integrada projeta e administra o sistema que controla o fluxo de matérias-primas, materiais em processo e produtos acabados, a fim de atingir os objetivos estratégicos da organização, como:
 - Nível de Serviço
 - Prazo de Entrega
 - Qualidade
 - Market share
 - Assistência pós-venda



Componentes do sistema de Logística Integrada



- Rede de unidades
- Previsão de Vendas e processamento dos pedidos
- Transportes
- Armazenagem e embalagem
- Atividades responsáveis pelo fluxo de valor agregado ao produto e pelo fluxo de informações
- Algumas dessas operações podem ser realizadas por terceiros, o risco passa ser compartilhado pelos prestadores de serviços



Componentes do Sistema de Logística Integrada



- Rede de unidades:
 - Fábricas, depósitos, distribuidores, mercados, e fontes de matérias-primas
 - O número, dimensão e distribuição na área geográfica afetam o nível de serviço e custo
 - Alterações na rede são de médio e longo prazos
- Previsão de Vendas e Processamento dos Pedidos
 - Antecipação das vendas futuras e disparo do processo logístico
 - Problemas possíveis: comunicação e informações precárias
 - Má previsão de vendas: sub ou super estocagem
 - Processamento incorreto de um pedido: custos logísticos, que incorrem sem a realização da venda
 - Quanto mais eficiente é o sistema logístico, mais sensível ele é a problemas de informação
 - Sistemas bem ajustados possuem estoques de segurança mínimos



Componentes do Sistema de Logística Integrada



- Transportes
 - Auferem a utilidade de espaço no sistema logístico
 - Fatores importantes:
 - Custo - frete e despesas do estoque em trânsito devem ser minimizadas do ponto de vista do custo total
 - Velocidade - tempo de movimentação entre dois pontos
 - Consistência- variância do tempo gasto
 - Afeta diretamente a gestão de estoques: transporte inconsistente, estoques de segurança mais elevados
- Estoques
 - Nível de estoque mínimo deve ser consistente com o nível de serviço da empresa
 - Estoques excessivos podem ocultar deficiências administrativas
 - A formação de estoques deve observar: Seletividade dos clientes e produtos, integração com transportes, aspectos produtivos, aspectos competitivos



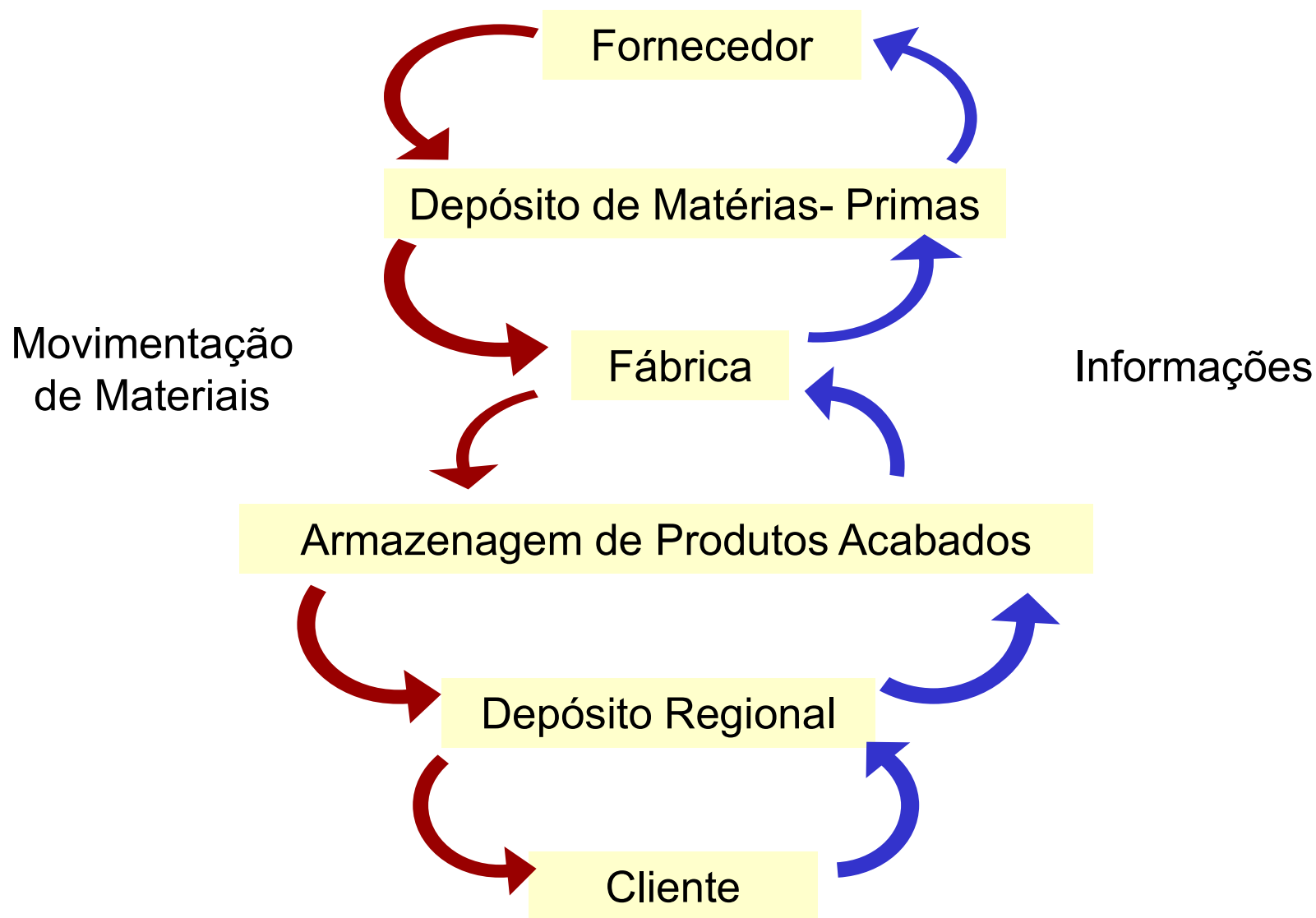
Armazenagem e Embalagem



- Armazenagem e embalagem estão envolvidos em todos os componentes anteriores
- Pode ser compreendido como um conceito amplo: o armazém pode fornecer serviços de tomada de pedidos, consolidação de transportes e montagem final do produto
- Pode ser próprio ou terceirizado
- o custo de manuseio é um item importante



Ciclos Logísticos



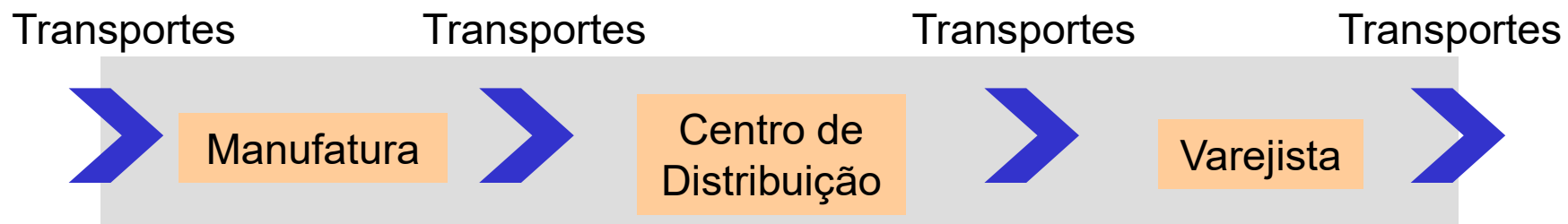


Da Logística ao Supply Chain

Primeira fase: Atuação segmentada e isolada



Segunda fase: Integração Rígida

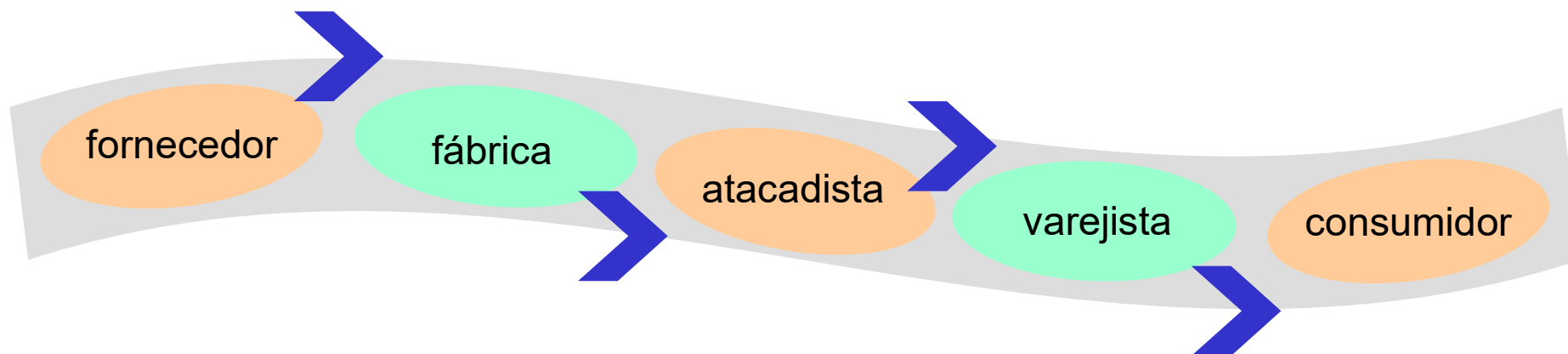




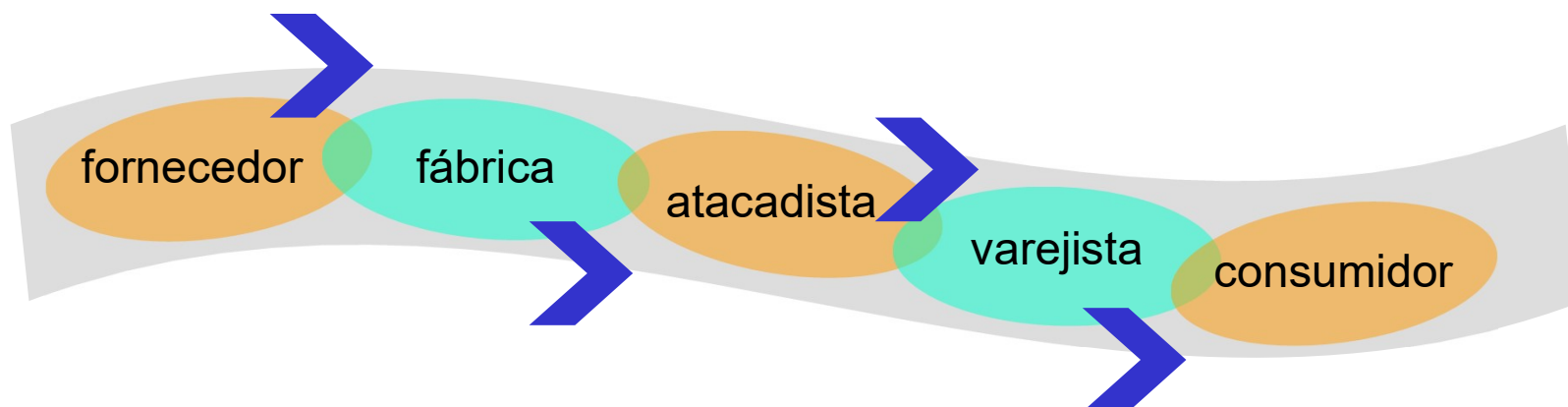
Da Logística ao Supply Chain



Terceira fase: Integração Flexível



Quarta fase: Integração Estratégica





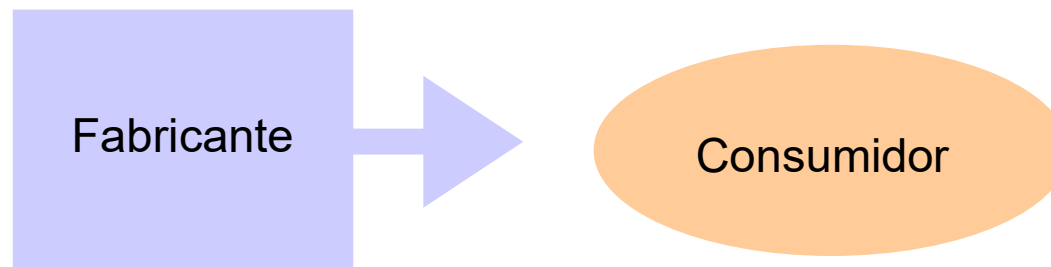
Canais de Distribuição

- Cadeia de Suprimentos:
 - do ponto de vista logístico: Distribuição Física
 - do ponto de vista mercadológico: Comercialização e Serviços Pós-venda
- Canais de Distribuição:

“conjunto de organizações independentes envolvidas no processo de tornar o produto ou serviço disponível para o uso ou consumo”
- Por que existem?
 - O custo de administrar a cadeia de suprimentos é muito grande para o fabricante
 - Fabricar uma grande variedade de produtos é muito difícil para o varejista



Canais de Distribuição



- Como os produtos chegam aos consumidores?
 - o fabricante abastece diretamente as lojas de varejo
 - o fabricante abastece seus próprios centros de distribuição e a partir desses, as lojas de varejo
 - o fabricante abastece o centro de distribuição do varejista, que abastece suas lojas
 - o fabricante abastece o atacadista, que abastece as lojas
 - o fabricante coloca seus produtos em um operador logístico, que faz as entregas para as lojas de varejo
 - o fabricante entrega seu produto diretamente para o consumidor final



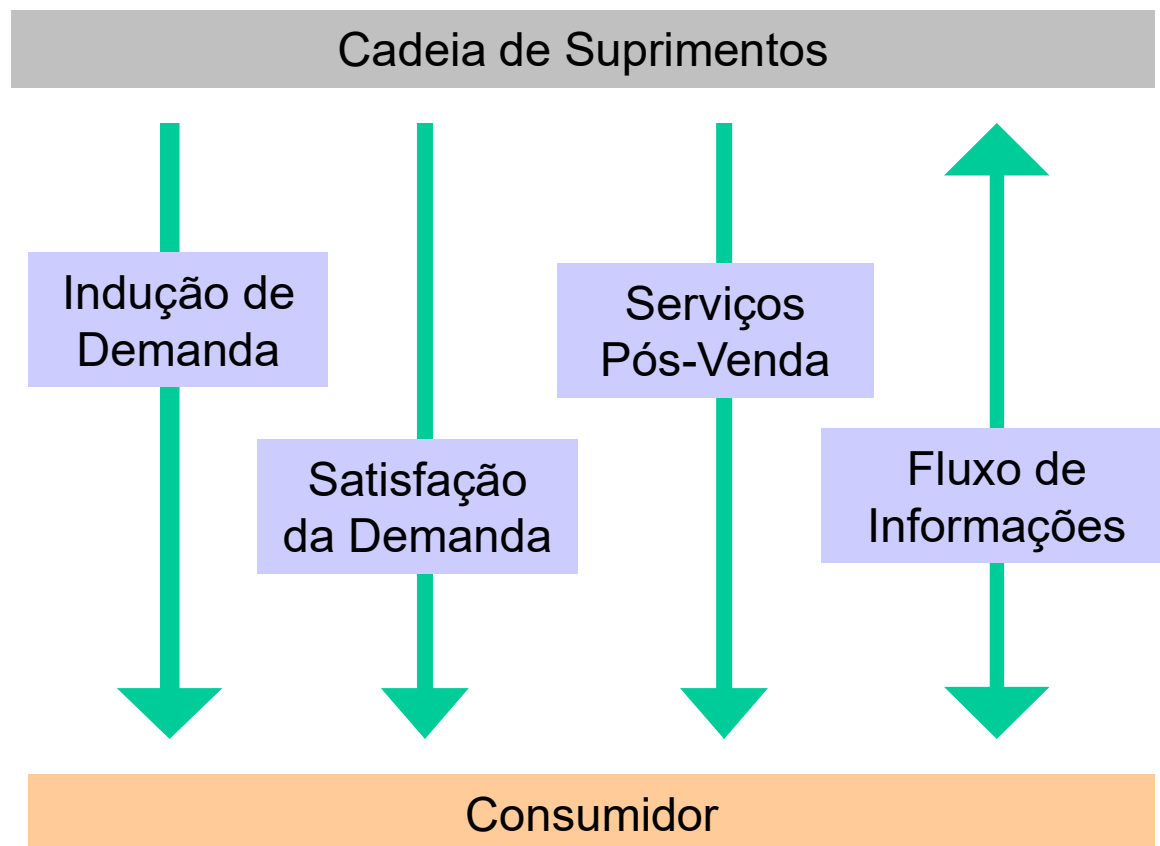
Objetivos e Funções dos Canais de Distribuição



- Garantir a rápida disponibilidade do produto nos segmentos do mercado identificados como prioritários
- Aumentar ao máximo o potencial de vendas do produto
- Buscar a cooperação entre os participantes da cadeia de suprimentos
- Garantir um nível de serviço pré-estabelecido
- Garantir o fluxo de informações rápido e preciso
- Buscar de forma integrada a redução de custos

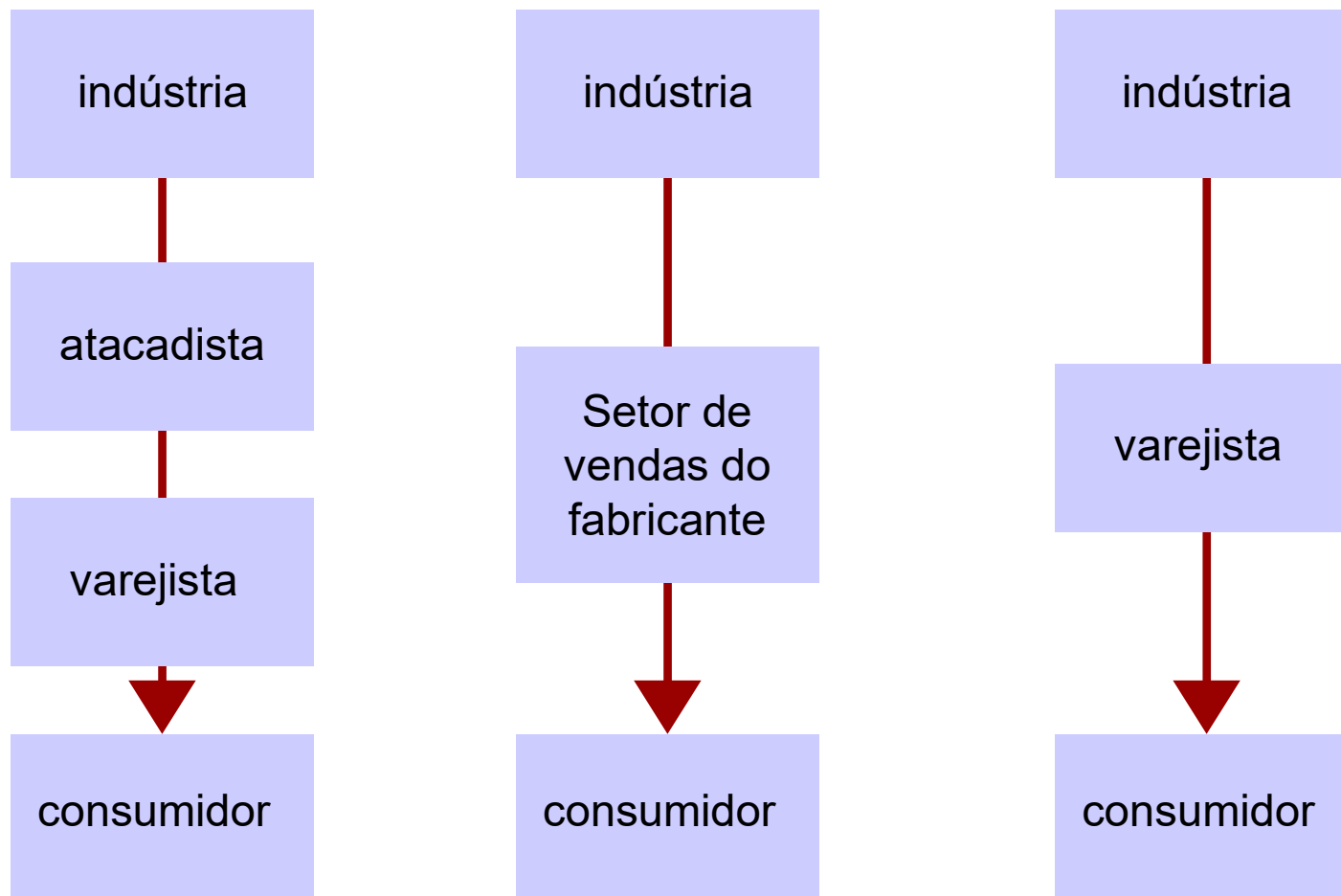


Funções dos Canais de Distribuição



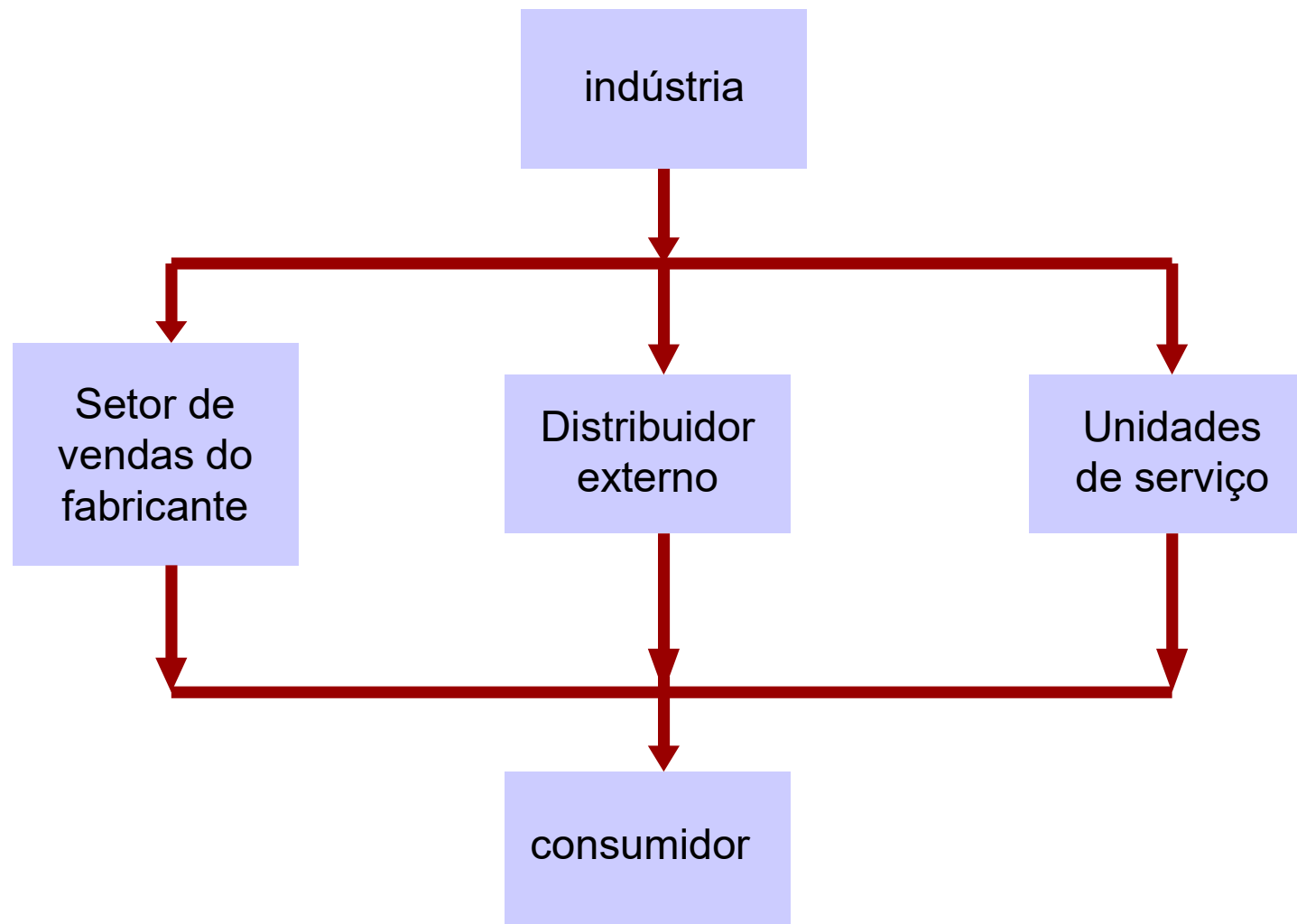


Canais de Distribuição Tradicionais: Verticais



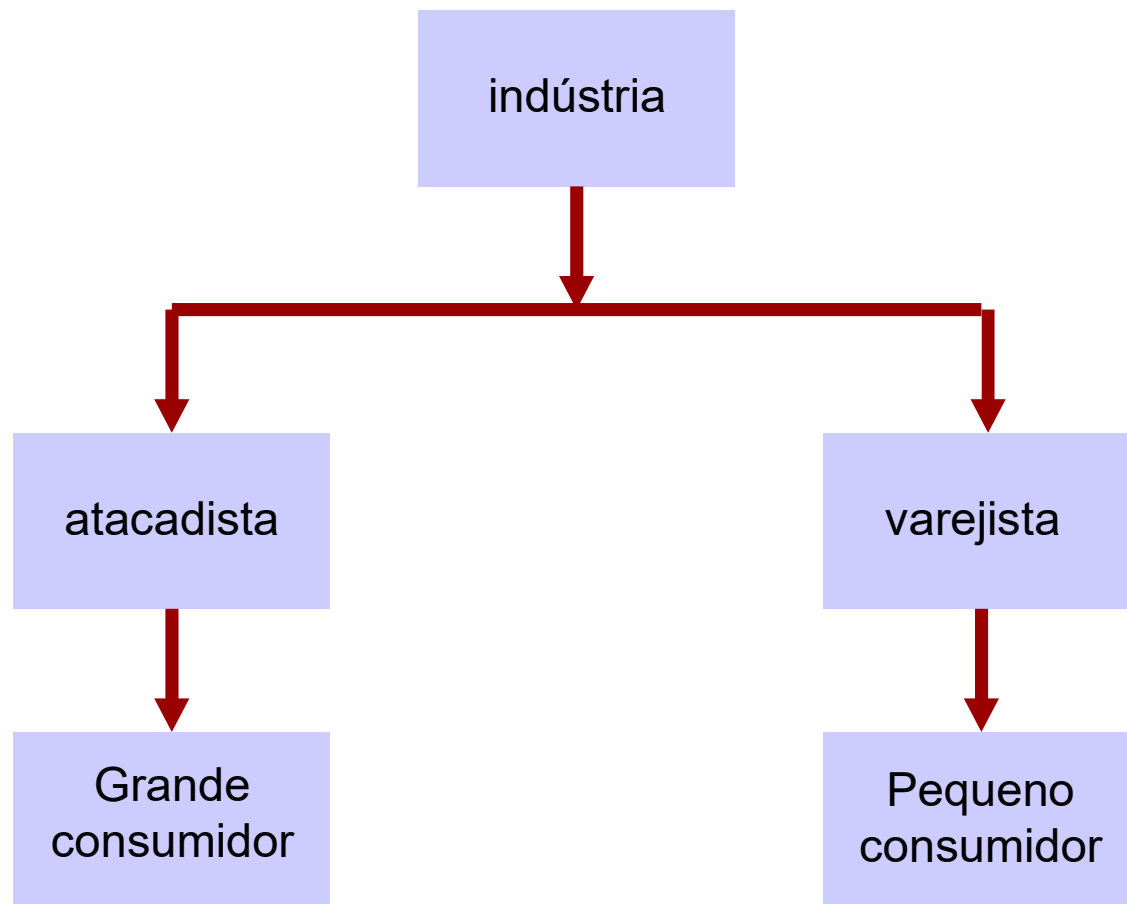


Canais de Distribuição Híbridos





Canais de Distribuição Múltiplos





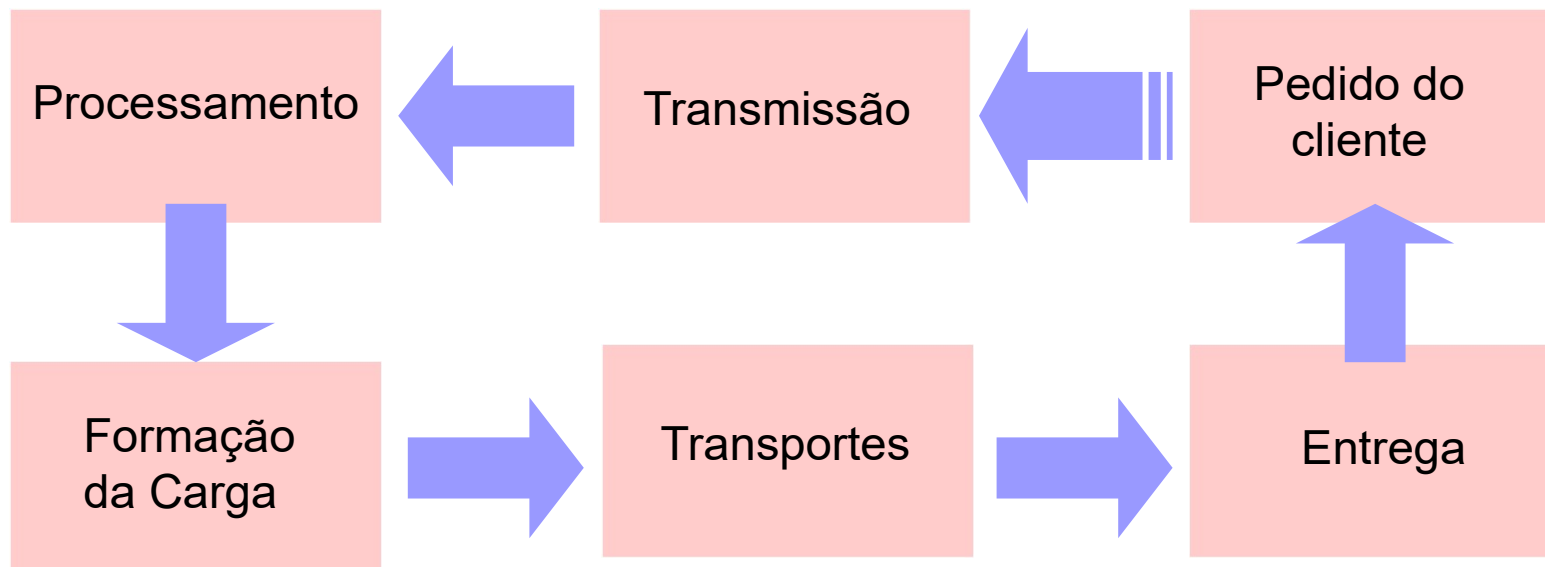
Propriedades dos Canais de Distribuição

- Extensão: número de níveis intermediários
 - Nenhum nível (nível zero)
 - Um nível
 - Dois níveis
- Amplitude: número de empresas que atuam no mercado
 - Distribuição exclusiva
 - Distribuição seletiva
 - Distribuição intensiva
- Escolha depende do tipo de produto:
 - Produtos de consumo freqüente
 - Produtos que envolvem pesquisa antes da compra
 - Produtos especiais



A Distribuição Física e Canais de Distribuição

- Atividades da distribuição Física:
 - Movimentação, Armazenagem e Processamento de Pedidos



É a interface crítica entre clientes e Manufatura

Pode haver conflito entre:

- Marketing: grande mix de produção, pedidos de vários tamanhos
- Produção: Pequenos setups - grandes lotes de produção, pequena variedade - menor custo

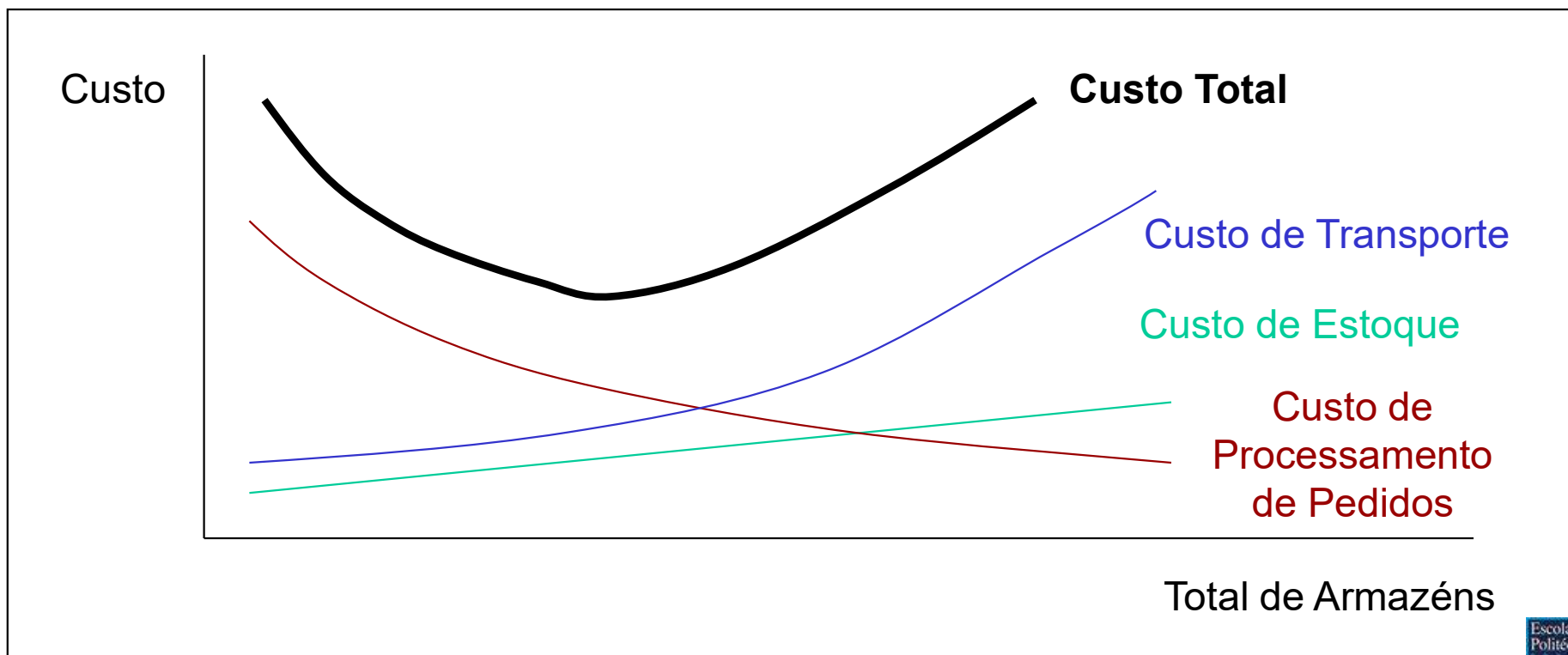


Custo Total Logístico

Compensação de Custos: Alguns custos têm comportamento conflitante

Custo Total: Custos têm comportamento conflitante e devem ser examinados e otimizados coletivamente

Exemplo:





Nível de Serviço

- O nível de serviço se refere às atividades de apoio às vendas, da recepção do pedido até a entrega do produto ao cliente e, em alguns casos, continuando com serviços pós-venda, manutenção do equipamento ou outros tipos de apoio técnico.
- Fatores que compõe o Nível de Serviço:
 - Tempo decorrido entre o recebimento do pedido e o despacho do mesmo
 - Tempo entre a colocação do pedido e a entrega do produto solicitado
 - Lote mínimo de compra ou limitações no sortimento de uma ordem
 - Percentual de itens em falta no depósito em qualquer hora
 - Proporção de pedidos preenchidos com exatidão
 - Percentual de clientes atendidos ou ordens entregues em um intervalo de tempo
 - Percentual de ordens que podem ser atendidas assim que recebidas
 - Proporção de produtos que chegam ao cliente em condições de serem utilizadas / vendidas
 - Facilidade e flexibilidade que um cliente pode colocar um pedido



A importância do Nível de Serviço

- Pode determinar a escolha do cliente
- Afeta os custos logísticos
- O Nível de Serviço deve ser administrado, estabelecendo-se patamares de atividades que proporcionem o nível planejado
- Administração do Nível de Serviço:
 - Estabelecer critérios de medição
 - Determinar o padrão desejado, considerando custo x nível de serviço, clientes diferentes
 - Estabelecer uma política de serviços (por indicadores ou declarações)
 - Estabelecer ações para contingências:
 - Parada do sistema
 - Recolhimento do produto



Componentes do Sistema de Distribuição

- Instalações Fixas (Centros de Distribuição, Armazéns)
- Estoques de Produtos
- Veículos
- Informações (cadastros, localizações)
- Sistemas de Informações (software e hardware)
- Estrutura de Custos
- Pessoal
- Sistemas de Distribuição
 - **um para um** - Veículo é totalmente carregado no depósito da fábrica ou CD e transporta a carga até o destino (CD, loja, etc)
 - **compartilhada (um para muitos)** - Veículo é carregado no CD do varejista com mercadorias para diversos clientes e executa um roteiro de entregas pré-determinado



Distribuição um para um

- Elementos básicos:
 - Distância entre o ponto de origem e o de destino
 - Velocidade operacional
 - Tempo de carga e descarga
 - Tempo porta a porta (média e variabilidade)
 - Quantidade ou volume de carregamento
 - Disponibilidade de carga de retorno
 - Densidade da carga
 - Dimensões e morfologia da carga
 - Valor unitário
 - Acondicionamento
 - Grau de fragilidade e periculosidade
 - Compatibilidade entre produtos
 - Custo global



Distribuição Compartilhada (um para muitos)



- Elementos Básicos:
 - Divisão a região em bolsões de entrega
 - Distância entre o CD e os bolsões
 - Velocidades operacionais médias (CD - bolsão e intra-bolsão)
 - Tempo de parada em cada cliente
 - Tempo de ciclo (roteiro completo e volta para o depósito)
 - Quantidade a ser transportada
 - Densidade da carga
 - Dimensões e morfologia
 - Valor unitário
 - Acondicionamento
 - Grau de fragilidade e periculosidade
 - Compatibilidade entre produtos
 - Custo global



Operadores Logísticos



A terceirização de atividades de transporte e armazenagem é prática antiga, porém tem crescido rapidamente nos últimos anos

Operador logístico (*logistics provider, third-party logistics*)

“Fornecedor de serviços logísticos integrados, capaz de atender a todas ou quase todas as necessidades logísticas de seus clientes, de forma personalizada”

Alguns fatores para o surgimento dos Operadores Logísticos:

- A evolução da manufatura desde a década de 70 (MRP, TQC, JIT, ERP, robótica)
- Maior coordenação das atividades de distribuição (EDI, ECR)
- Surgimento de empresas globais
- Focalização nas atividades centrais (*core competences*)



Alguns operadores Logísticos



	Estados Unidos	França	Brasil
Distribuição	UPS	Samada/Monoprix	Marbo Logística Integrada
Manufatura	Caterpillar Logistics Service	CAT/Renault Satem/Unilever	Portobello Armazéns Gerais
Serviços de Armazenagem e transporte	FedEx Business Logistics Service	Norbert Dentressangle	Tora Logística Variglog



Classificação de Atividades Logísticas (ABML)



- Logística de Suprimentos
 - Atividades de administração de materiais
 - Atividades de apoio à manufatura
- Logística de Distribuição
 - Distribuição física junto à manufatura
 - Distribuição física
 - Distribuição física junto ao cliente
 - Distribuição física junto ao consumidor



Possíveis Atividades dos Operadores Logísticos

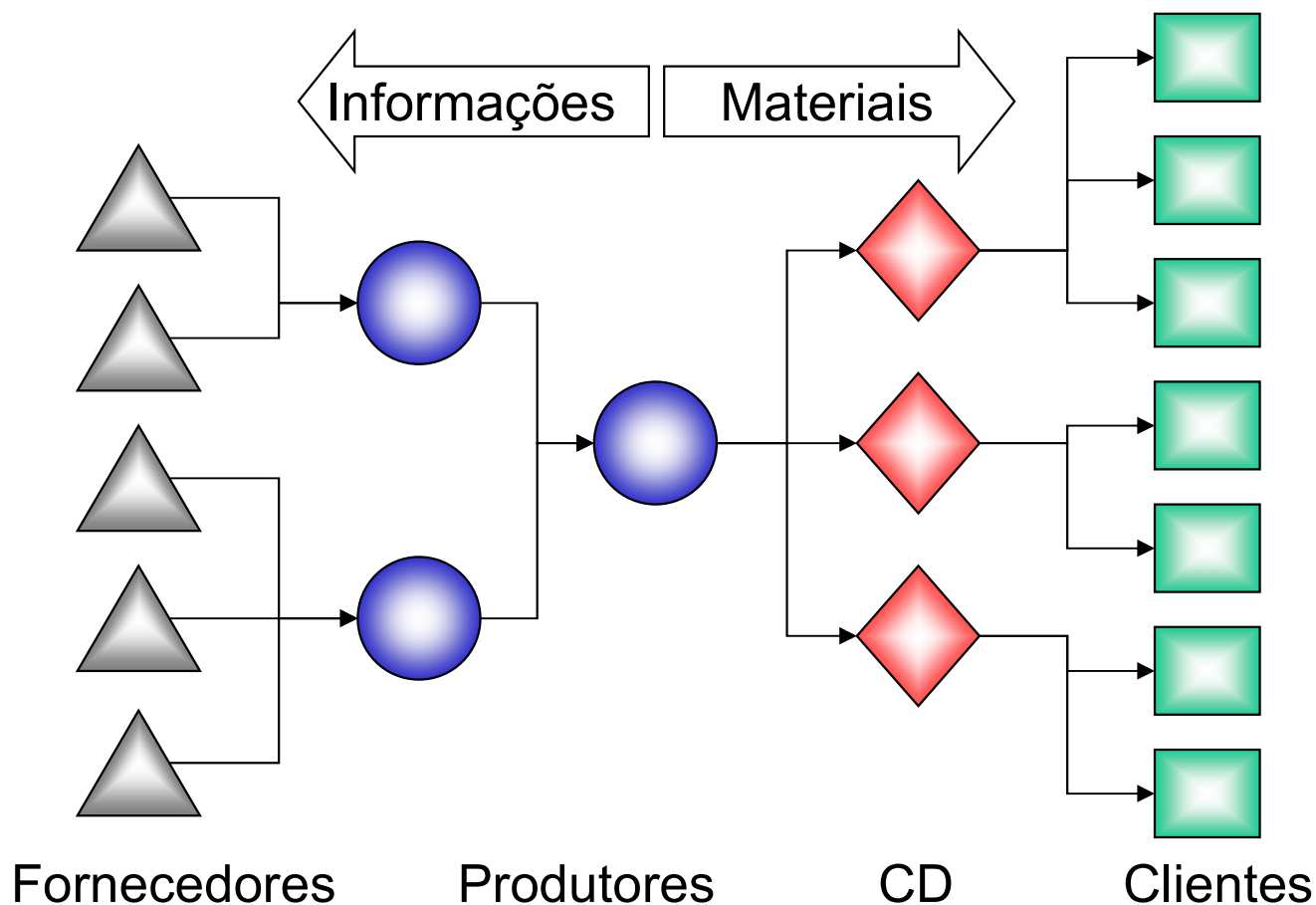


- Transporte
- Armazenagem
- Manipulação de produtos (embalagem, identificação, elaboração de kits)
- Operações industriais (montagem final, testes de qualidade)
- Operações comerciais (processamento de pedidos, de pagamentos, propaganda)
- Serviços de informação (administração de estoques, rastreamento de veículos)
- Consultoria em engenharia e logística



Conceito de Cadeia de Abastecimento

Conjunto de processos necessários para obter de recursos, agregar valor a eles conforme a demanda dos mercados, e disponibilizar os produtos e/ou serviços produzidos no lugar, tempo, valor e qualidade requeridos





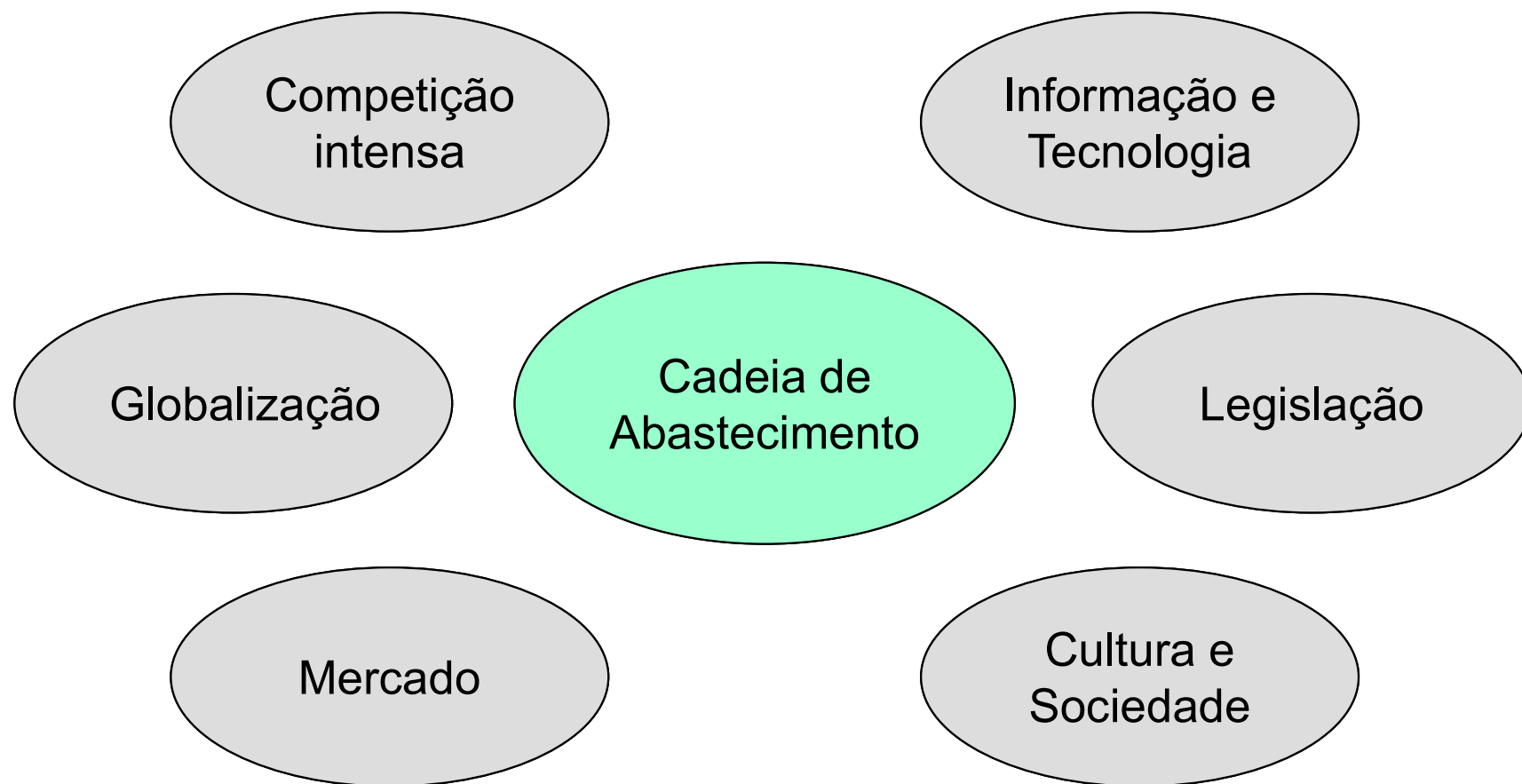
Características de uma Cadeia de Suprimentos



- Localização das Organizações – dispersão dos participantes
- Distribuição Física – Complexidade do canal de distribuição
- Administração de Estoques - Integração
- Modo de Transporte
- Fluxo de Informações – Confiabilidade, rapidez e custos
- Previsões - Planejamento
- Relacionamentos

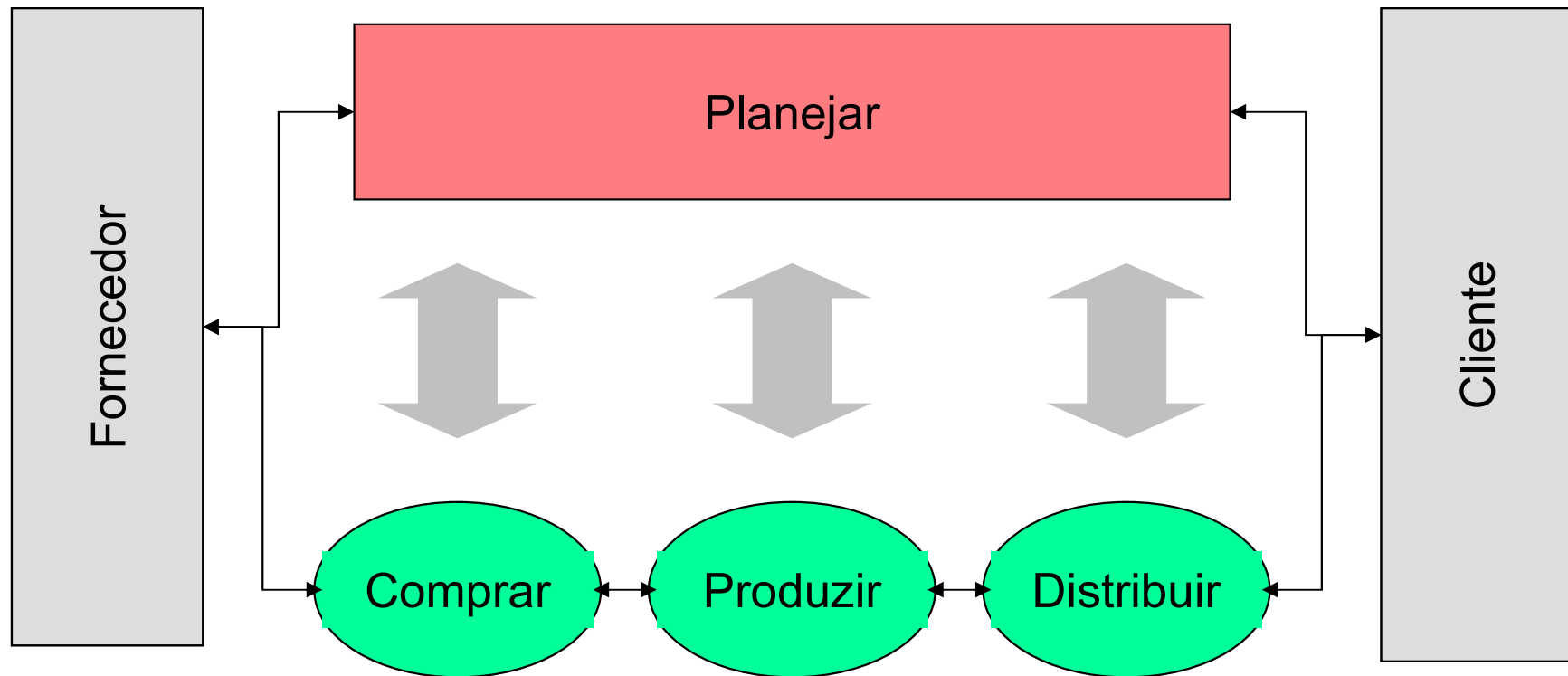


Forças que afetam a Cadeia de Abastecimento





Elementos da Cadeia de Distribuição





Exercício



- Um atacadista de materiais de construção obtém seu cimento de um fornecedor único. A demanda de cimento é razoavelmente constante ao longo do ano. No último ano, na empresa vendeu 2000 t de cimento. Seus custos estimados de colocação de um pedido são cerca de \$25, e os custos de manutenção de estoque são de 20% do custo de aquisição, por ano. A empresa adquire cimento a \$60 por tonelada. Quanto cimento deveria a empresa pedir, por vez? Depois de calcular o LEC da operação, por que não pedir 100 toneladas?



Exercício



- O gerente de uma fábrica que engarrafa refrigerantes precisa decidir qual tamanho de lote de produção, de cada tipo de refrigerante, pedir para as linhas processarem. A demanda de cada tipo de refrigerante é razoavelmente constantes em 80.000 unidades por mês (um mês tem 160 horas de produção). As linhas de engarrafamento enchem a uma taxa de 3.000 unidades por hora, mas levam uma hora para mudar entre os diferentes refrigerantes. O custo de cada troca (mão de obra e de capacidade de produção perdida) foi calculado como de \$100 por hora. Os custos de manutenção de estoque são contados a \$0,10 por unidade por mês. Calcule o LEP.
- O pessoal que opera as linhas idealizou um método de reduzir o tempo de troca de 1h para 30min. Como isso mudaria o LEP?



Exercício



Um fabricante de camisas pode produzir suas peças em sua fábrica, em Blumenau, a um custo de \$8,00. São Paulo é seu maior centro consumidor, consumindo 100.000 camisas / ano. Os custos de transporte e armazenamento de Blumenau para São Paulo são de \$10,00 para cada 100 kg. Cada camisa embalada pesa 500 g e seu preço de venda é de \$15,00.

Como alternativa a empresa pode produzir as camisas no Ceará, a um custo de \$6,50 (mão-de-obra). As matérias-primas podem ser transportadas de Blumenau para o Ceará por \$4,00/100 kg. Assim que forem produzidas, as camisas devem ser embarcadas para São Paulo, a um custo de \$12,00/100 kg. Deve-se ainda considerar outros custos de 0,50/camisa nesta alternativa.

Qual a alternativa de menor custo?



Exercício



Uma fábrica de motores elétricos tem sua fábrica localizada no Rio Grande do Sul, e utiliza um depósito de distribuição na região da Grande São Paulo. A empresa tem um contrato de transporte entre a fábrica e o depósito nos seguintes termos: frete de \$ 5,00 / 100 kg para cargas maiores que 10 ton e de \$ 9,00 para cargas menores que 10 ton.

A empresa recebeu uma proposta de redução de frete da transportadora: frete de \$ 3,00 / 100 kg para cargas de no mínimo 20 ton. Ela deve aceitar a proposta? Considere:

- Demanda anual no armazém: 5000 motores
- Peso de um motor: 90 kg
- Pedidos anuais de reposição do depósito: 43 pedidos
- Custo padrão de um motor no depósito: \$ 200
- Custo de processamento de um pedido de reposição: \$ 15/pedido
- Custo de manutenção anual do estoque: 25% sobre o valor do estoque médio
- Custo de manuseio no depósito: \$ 0,60 / 100 kg