

SEP 325

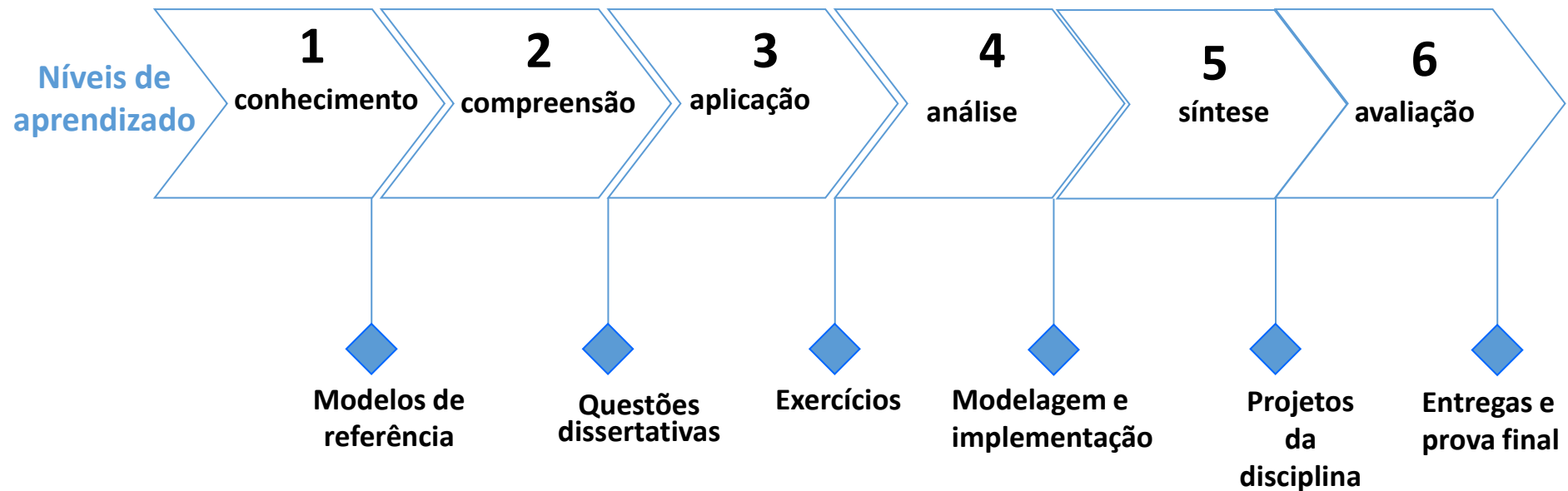
COMPREENDA...

Os processos básicos do PCP através de diferentes perspectivas de modelagem

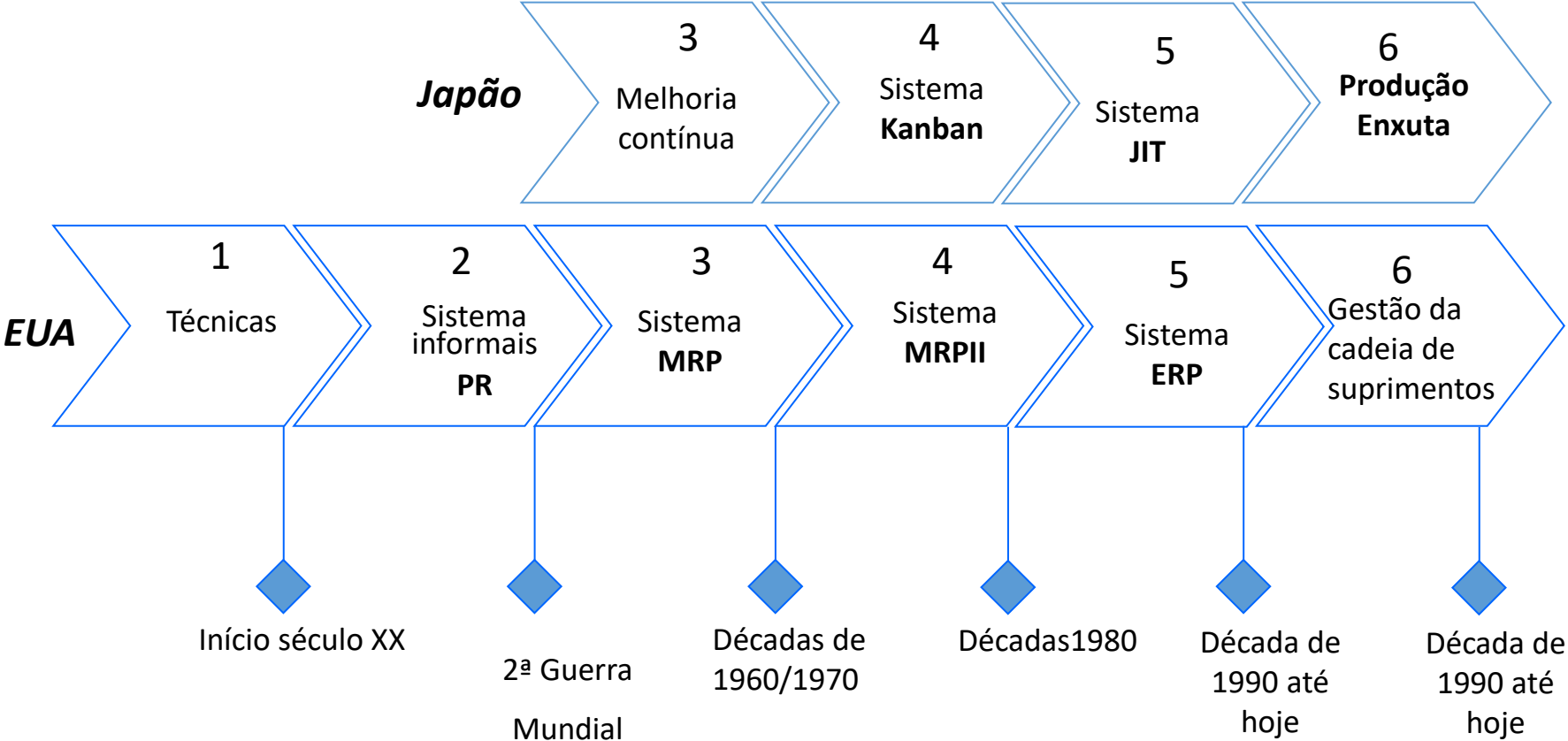


Objetivo da disciplina

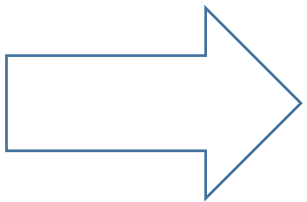
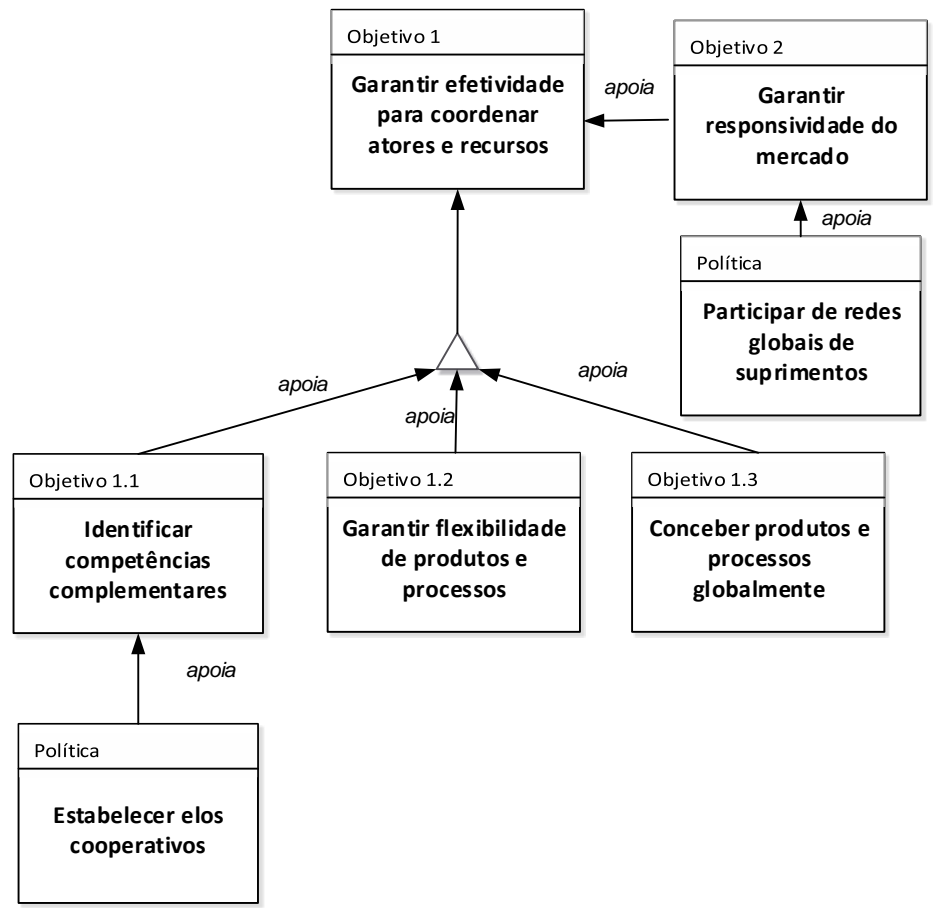
- ❖ **Capacitar** os alunos para a modelagem dos processos básicos do planejamento e controle da produção, e para o uso dos correspondentes métodos e técnicas de solução.



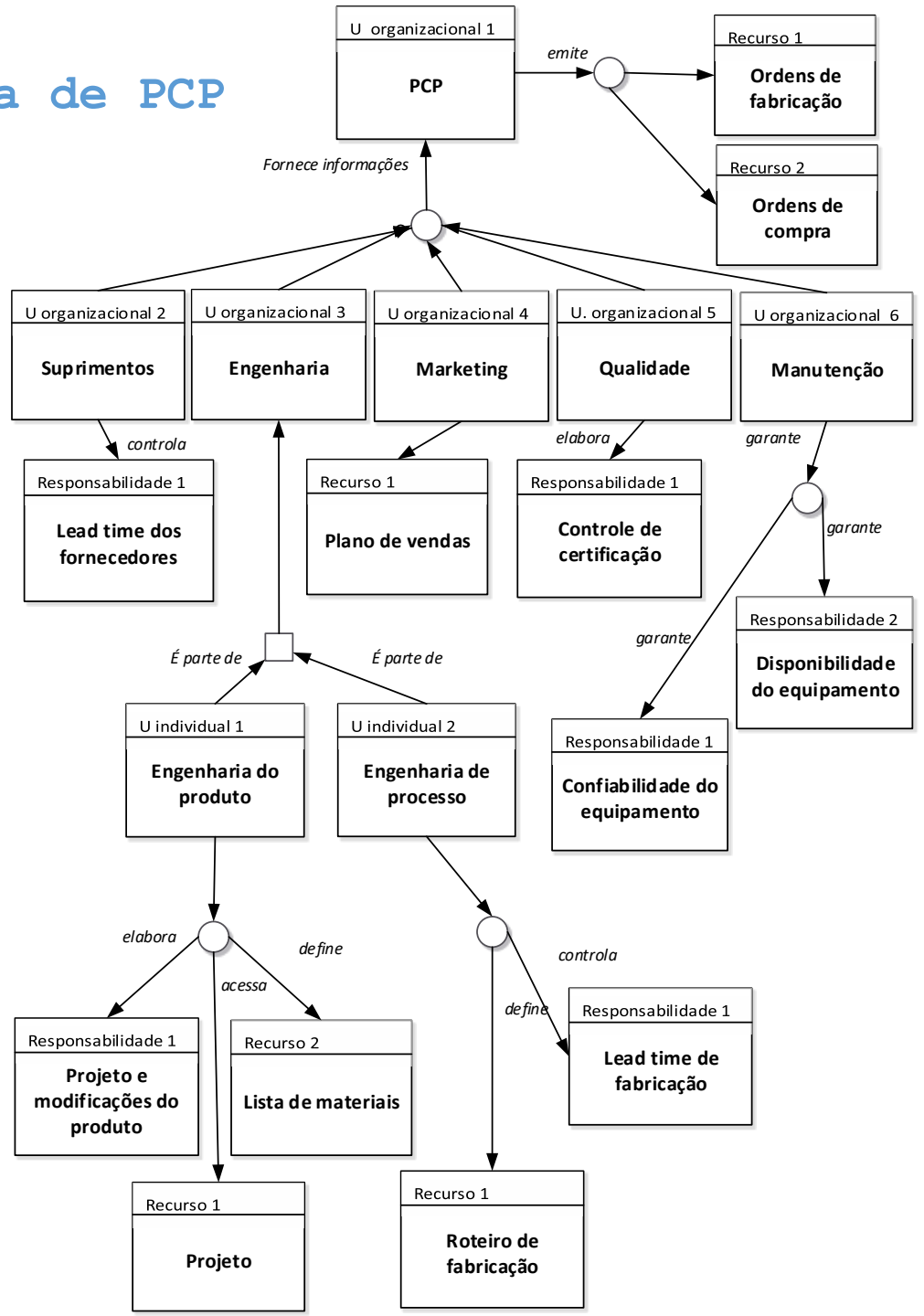
Evolução conceitual de PCP



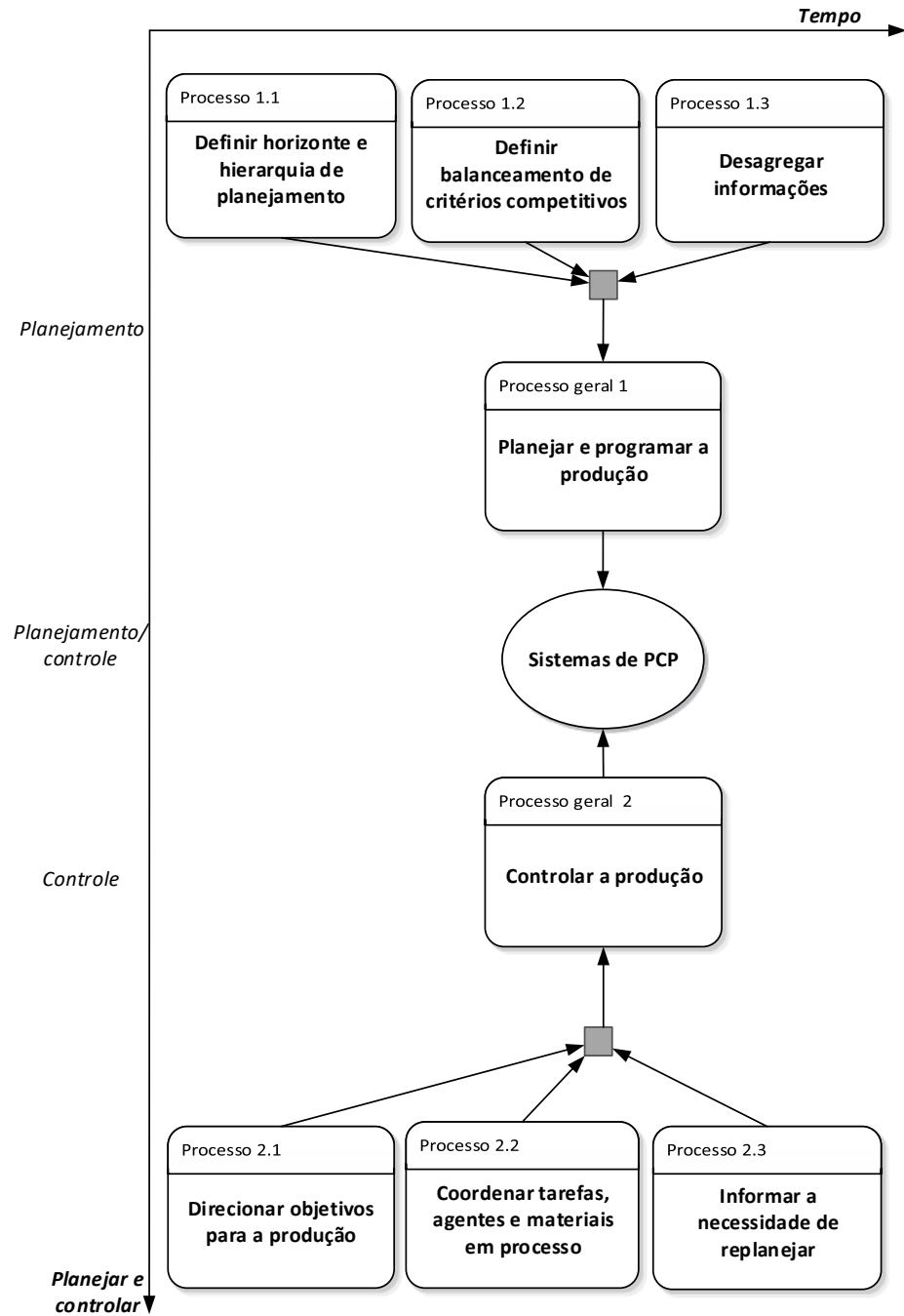
Objetivo do PCP



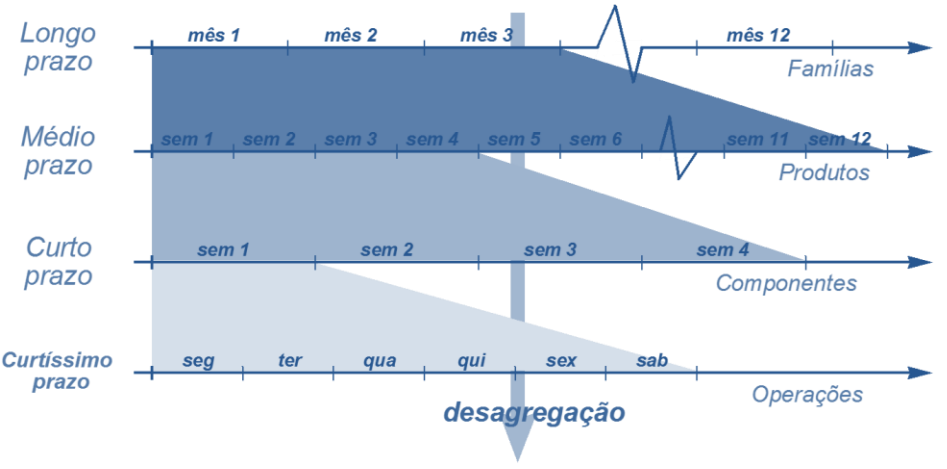
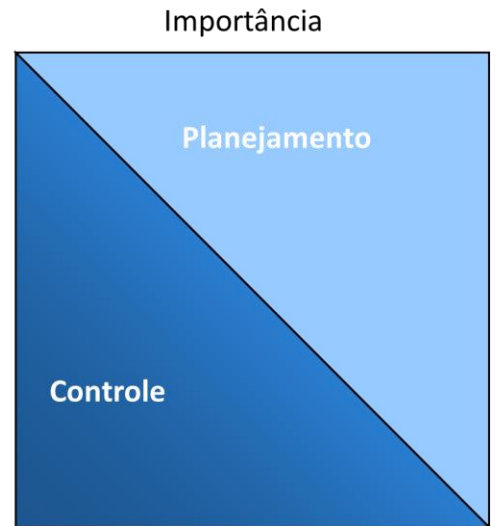
Área de PCP



O que é planejar e controlar a produção?

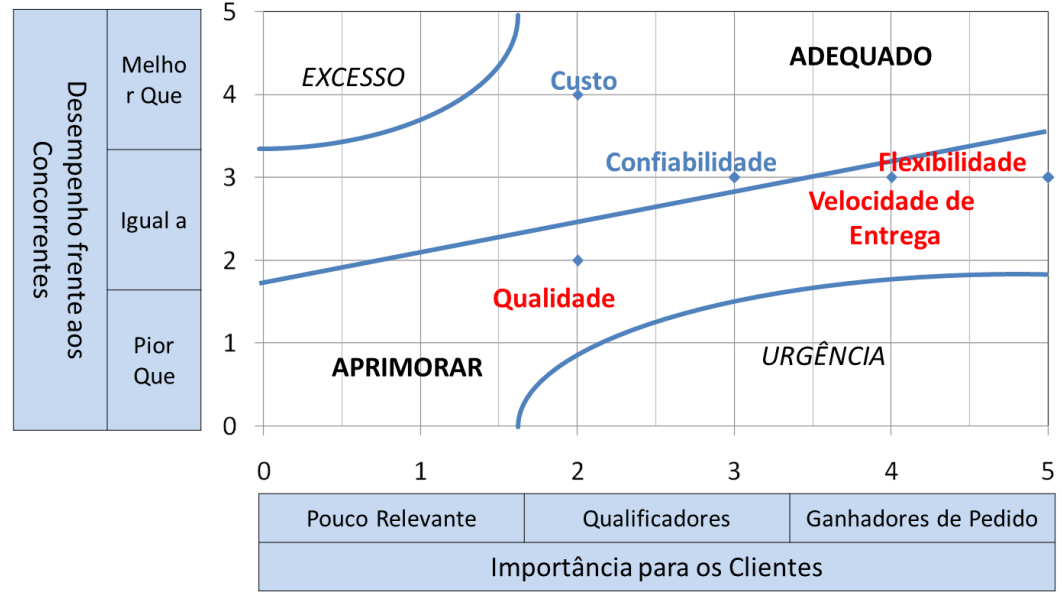


Anos/Meses
Meses/Semanas
Semanas/Dias

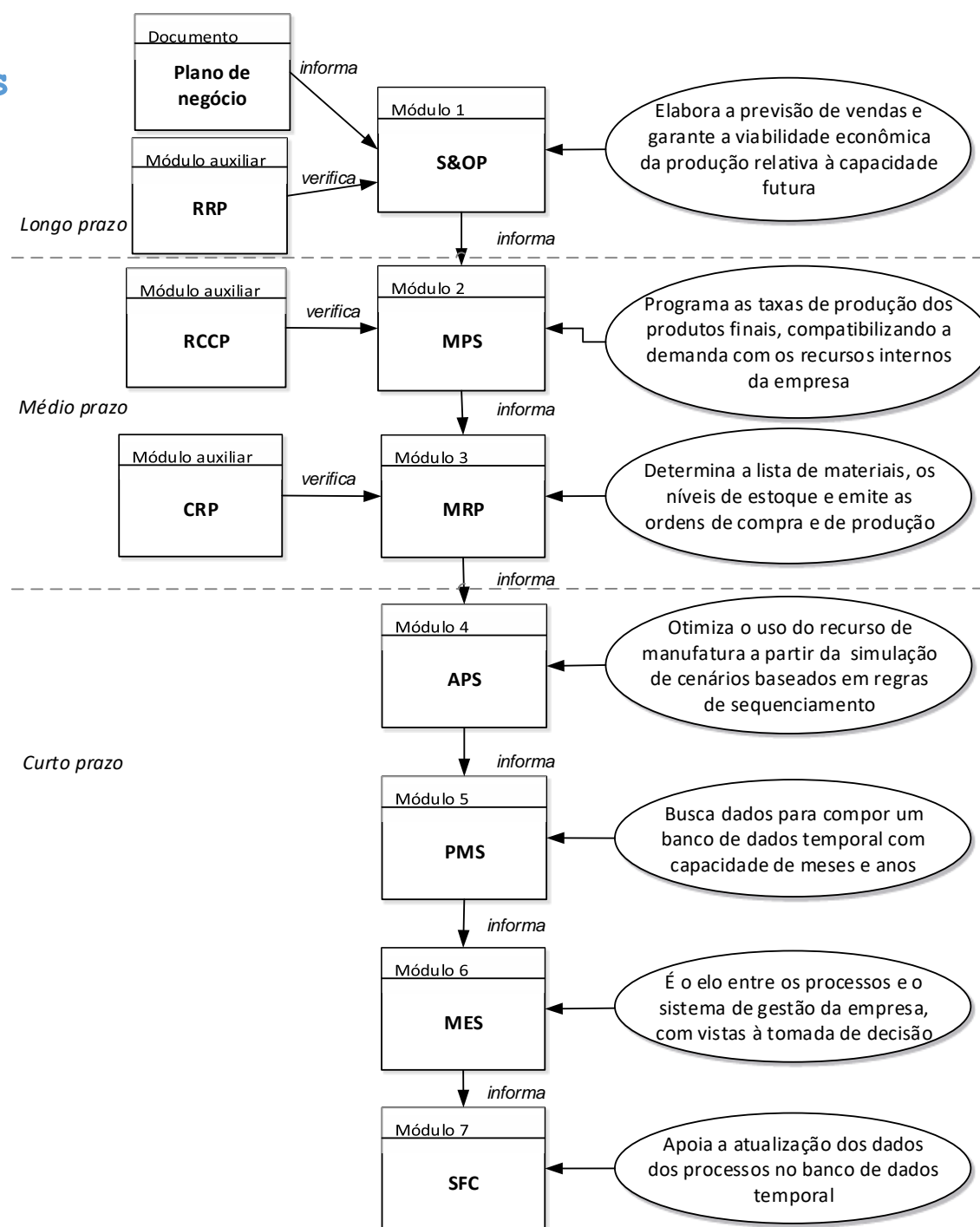


Fonte: SLACK et. al., 1998

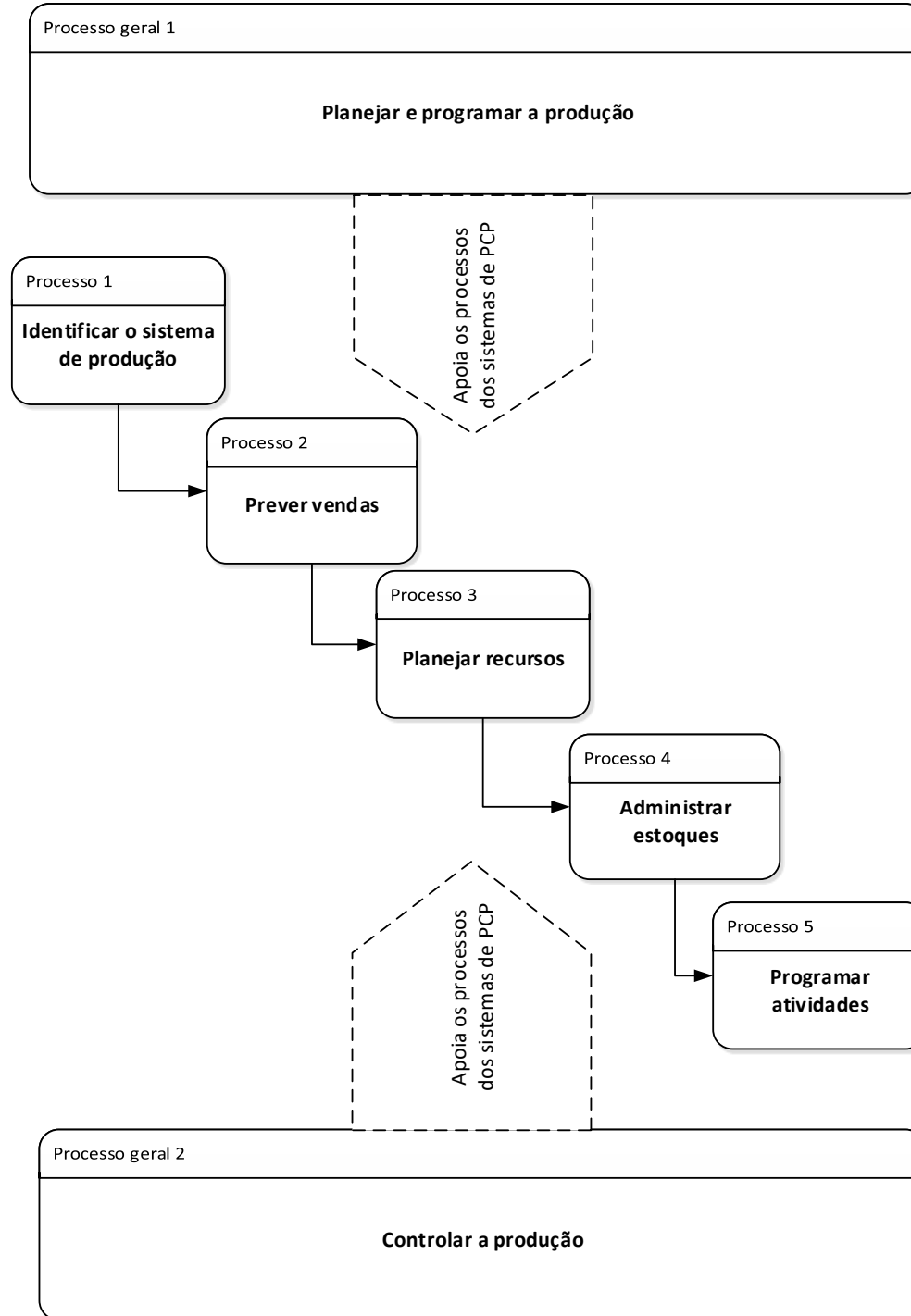
Fonte: CORREA et. al., 2001



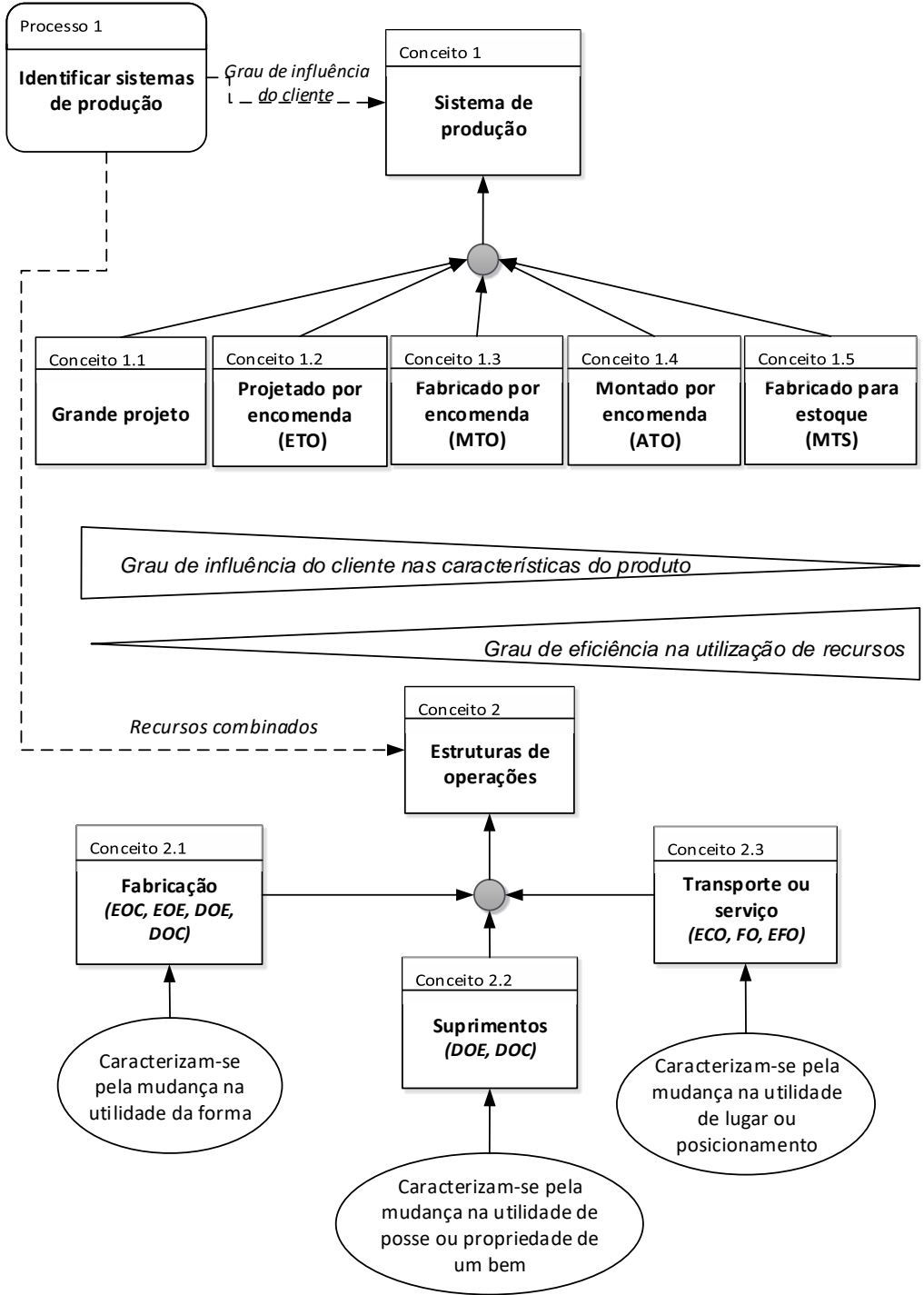
Níveis hierárquicos e módulos do PCP



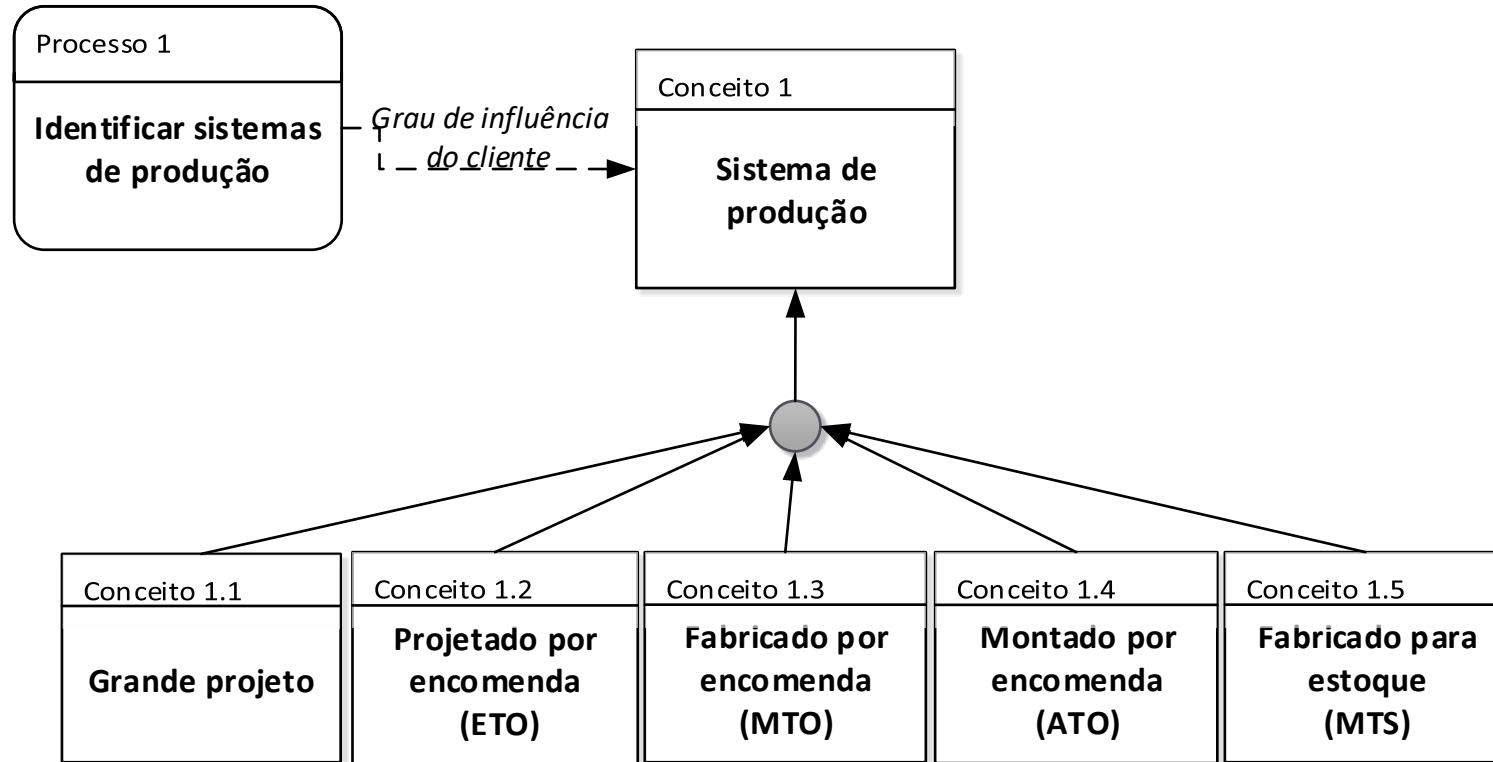
Atividades do PCP



Sistemas de produção e estrutura de operações



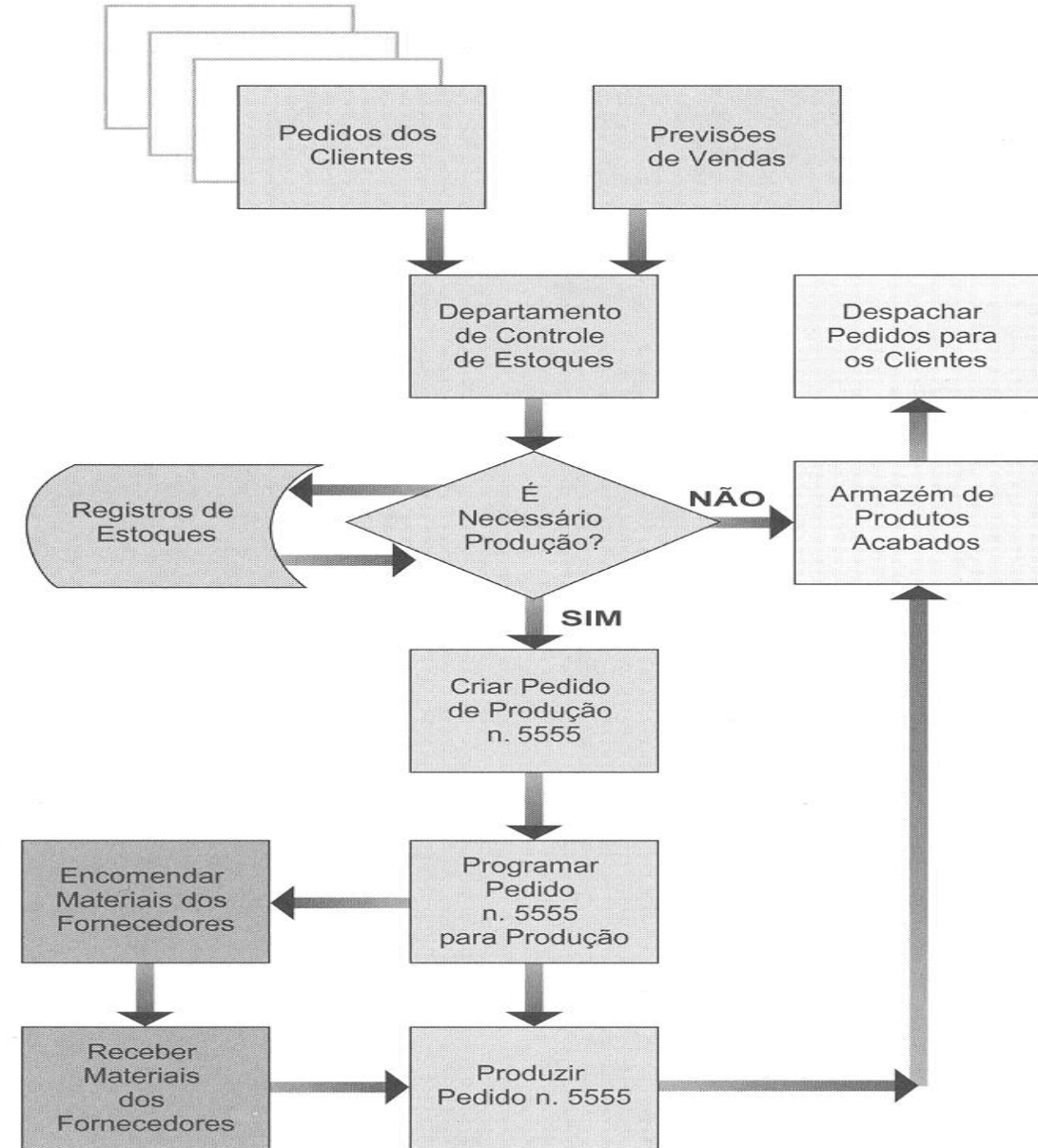
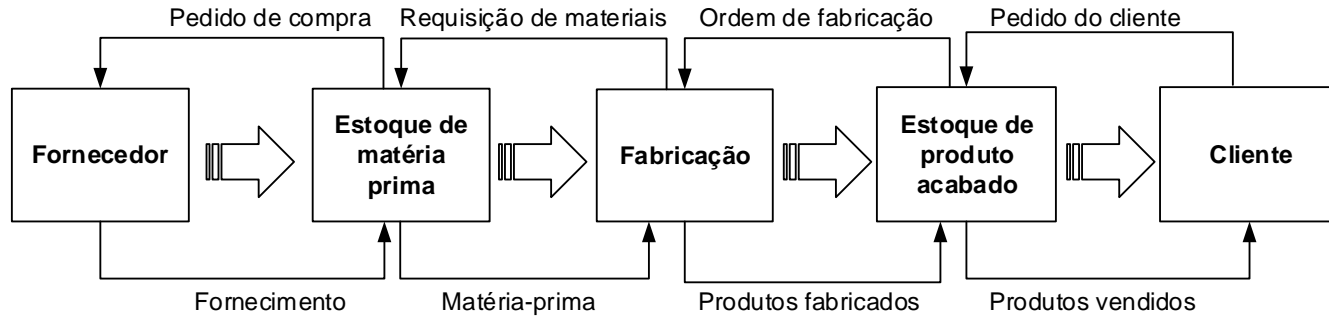
Sistemas de produção



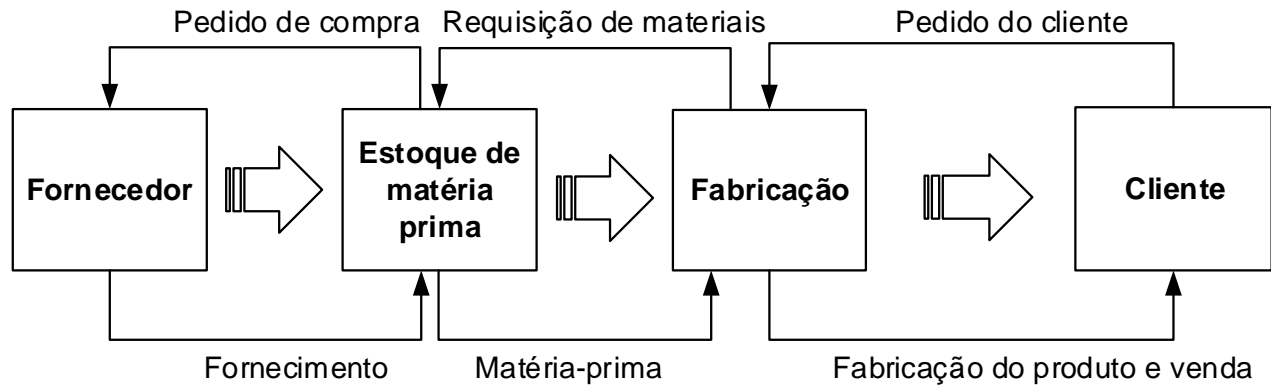
Grau de influência do cliente nas características do produto

Grau de eficiência na utilização de recursos

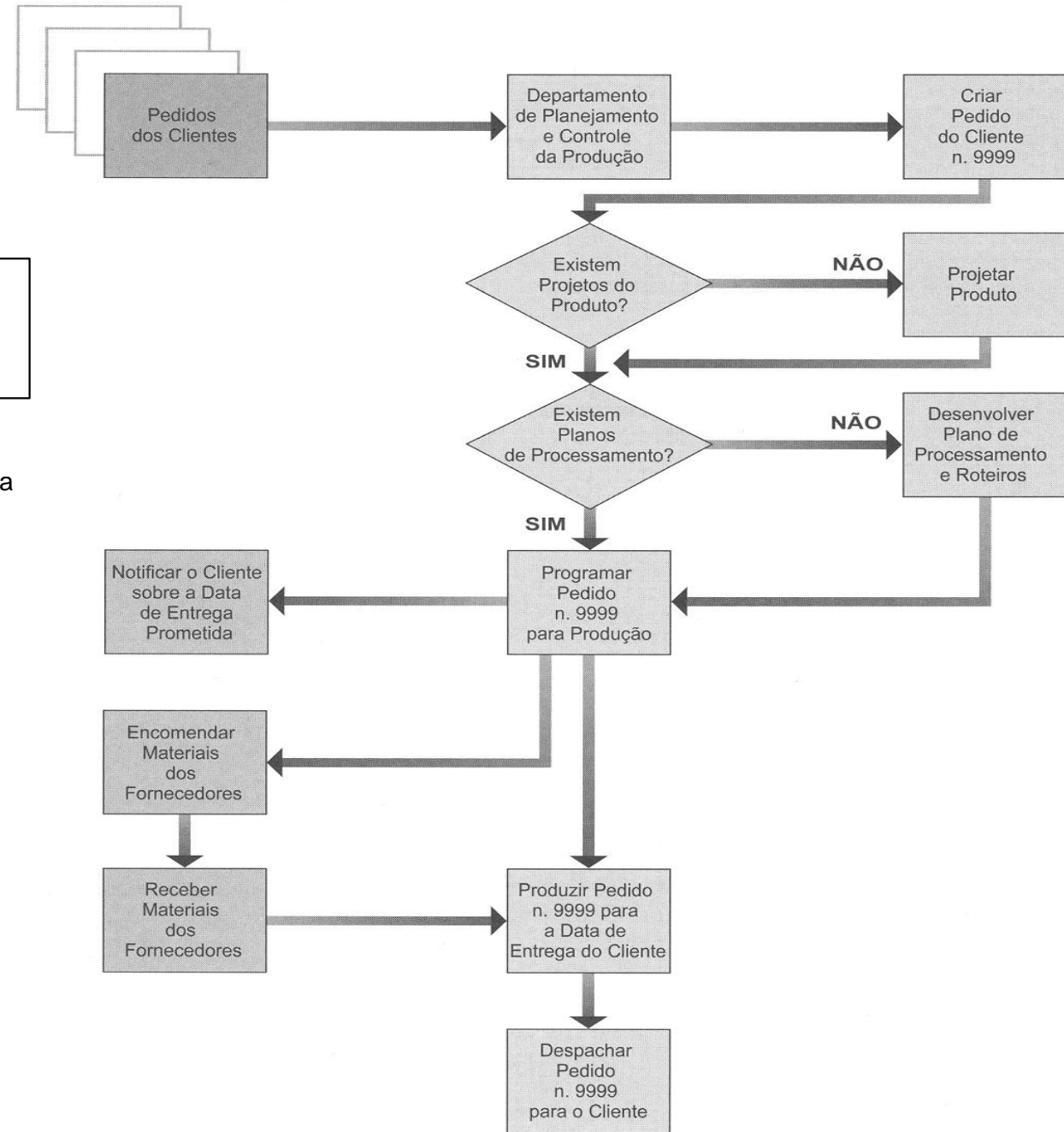
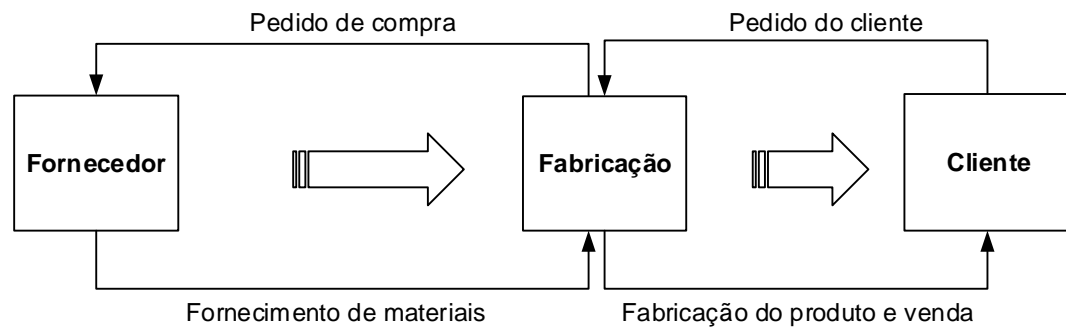
Produto padronizado MTS



Produto personalizado conforme MTO



Produto personalizado conforme ETO



Personalização em massa: Nike

The image shows a screenshot of the Nike Store website interface for a custom shoe. The top navigation bar includes the Nike logo and the text "NikeStore". Below this is a search bar with the word "SEARCH" and a magnifying glass icon. A vertical menu on the left contains the following items: "SHOP", "CUSTOMIZE", "77 BURNSIDE", "GET HELP", and "LOGIN" with a user icon. The main content area features a 3D rendering of a Nike Shox NZ ID Shoe in a custom colorway: pink mesh upper, blue overlays, and lime green accents. To the right of the shoe is a product information panel. It displays the product name "Nike Shox NZ ID Shoe" and the price "\$134.00". Below this is a "DESIGN PROGRESS" section with a progress bar and the text "9/10" and "What's left?". A "Size" selector shows the number "7". There are two buttons: an orange "Add To Cart" button and a "Save and Share" button with a plus icon. At the bottom of the page, there is a footer with "Design Search" (with a blue square icon), "More Views" (with a refresh icon), and zoom in/out icons.

(ATO) – montagem por encomenda



The screenshot shows a web browser window with two tabs titled "Sua Solicitação de Compra...". The address bar shows a file path: file:///C:/Documents%20and%20Settings/FABMG/Meus%20documentos/Sua%20Solicitação%20de%20Compra%20foi%20Confirmada%20Número%20de%20Pedido%20%. The browser's taskbar includes "Gestão & Produção", "Revista Produção", "MIT", "Moodle", "Thomas Crown", "PRPG-USP", and "Outros favoritos".

The website header features the **DELL™ Brasil** logo with a Brazilian flag. Below the logo are three navigation buttons: "Atendimento ao Cliente", "Suporte Técnico", and "Contate-nos".

Solicitação de Compra Confirmada

O seu pedido está sendo processado e será concluído assim que autorizarmos o seu método de pagamento. Clique na barra de **Status do Pedido** abaixo para visualizar a situação atual de seu pedido.

Lembrando que, o prazo médio de entrega é de 15 dias úteis para máquinas nacionais e 30 dias úteis para máquinas importadas.

Status do Pedido

A progress bar shows five stages: "Recebido", "Processado", "Confirmado", "Embarcado", and "Entregue". The "Confirmado" stage is currently selected and highlighted in blue.

Informações do Pedido

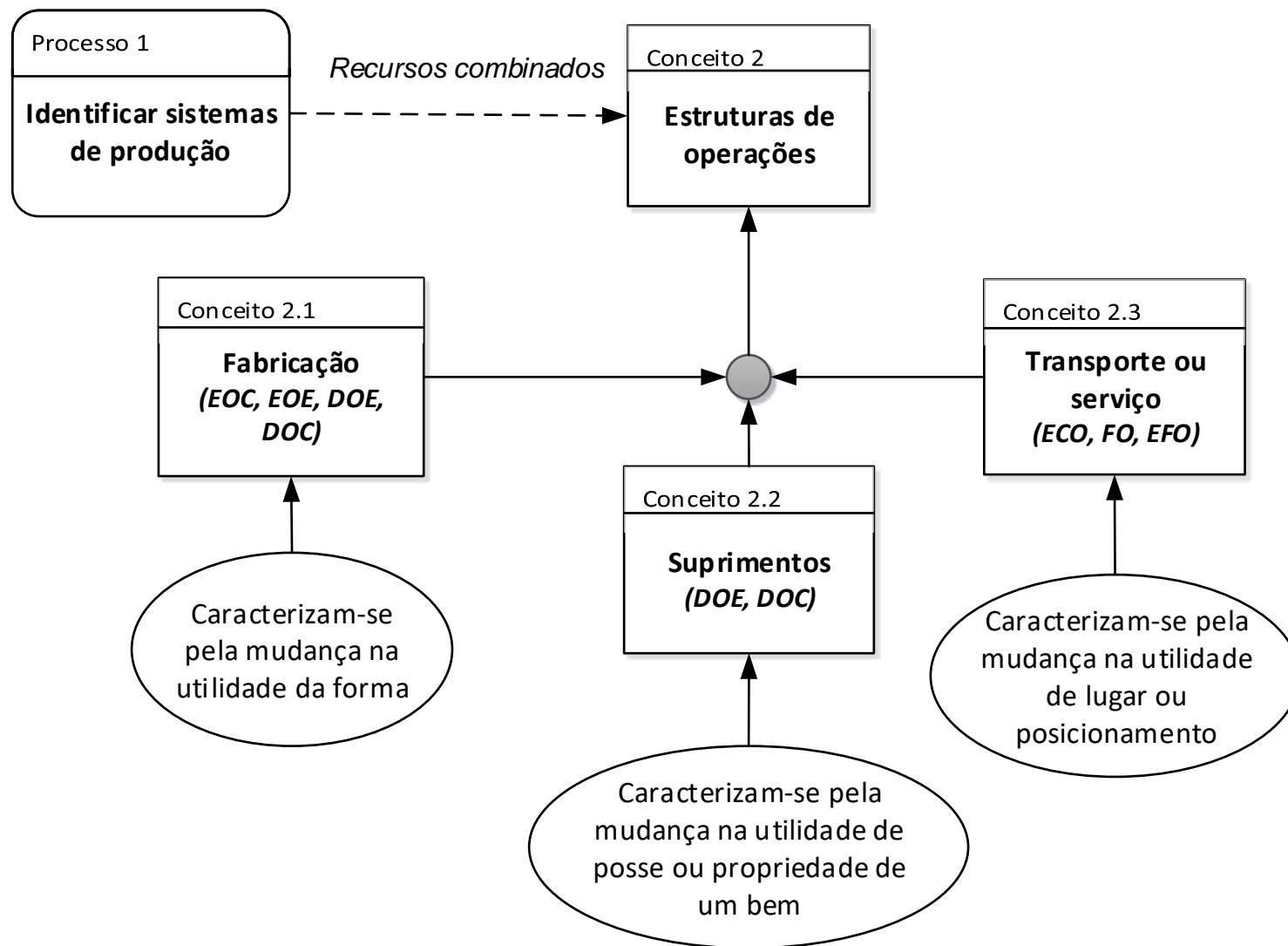
Data do Pedido:	07/02/2011
Número de Cliente:	104884474
Número do Pedido Online:	2003026386948

The Windows taskbar at the bottom shows the "Iniciar" button, several application icons, and the system tray with the time 17:18.

Sistema de grande projeto



Estruturas de operações



Simbologia

“C”: Cliente

▽ : Estoque

□ : Operação

➡ : Fluxo

Fabricação

- Caracteriza-se pela mudança na utilidade da forma, ou seja, o produto (saída do sistema) consiste de bens que diferem fisicamente (quanto a forma, conteúdo etc) dos insumos (entradas do sistema).

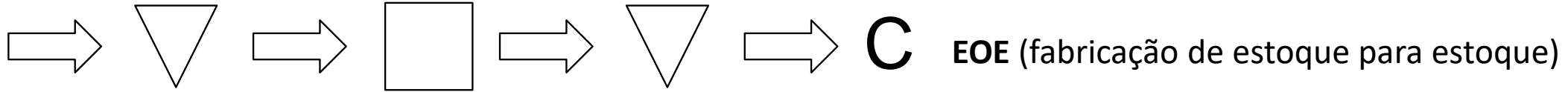
Suco vendido na cantina



EOC – fabricação sob encomenda com estoque de insumos

Fabricação

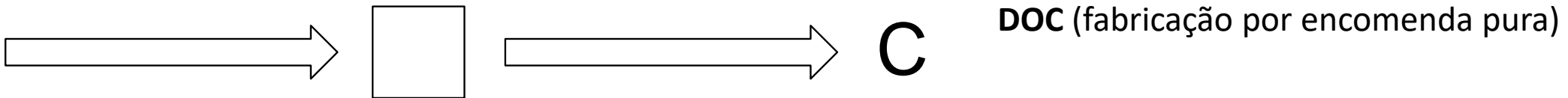
Ford Modelo T



Cerveja (cevada)

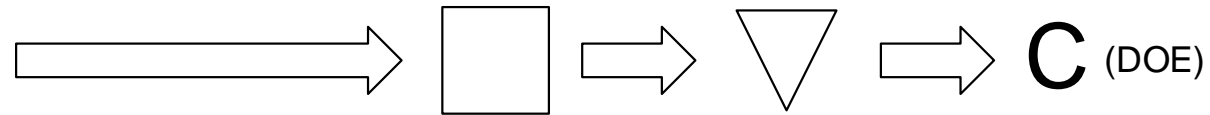


Hindenburg

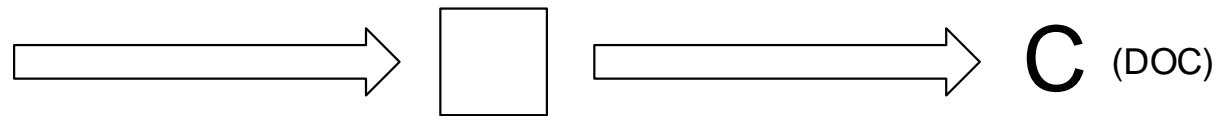


Suprimento

- Caracteriza-se pela mudança na utilidade de posse ou propriedade de um bem.
- Não há transformação física, o produto é igual ao insumo.
- A função é de transferência de posse. *Ex: supermercado, loja, posto de gasolina.*



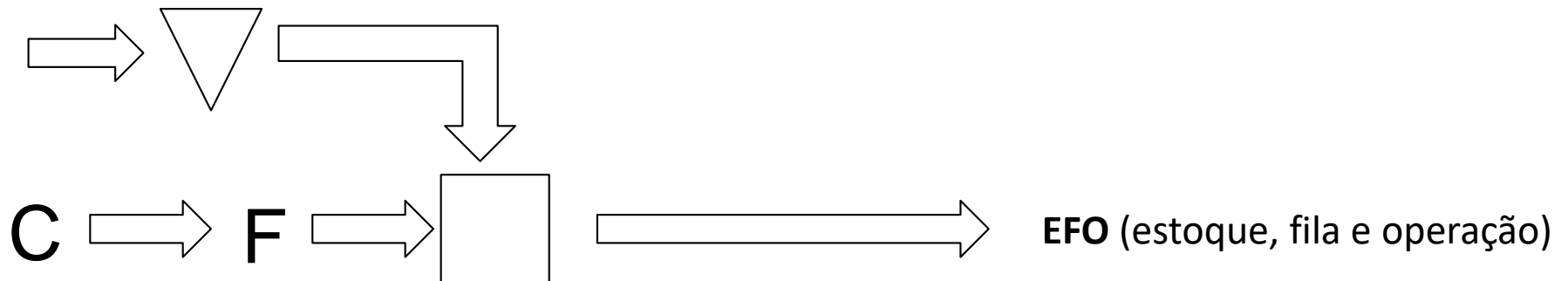
Canal de Suez



Transporte ou serviço

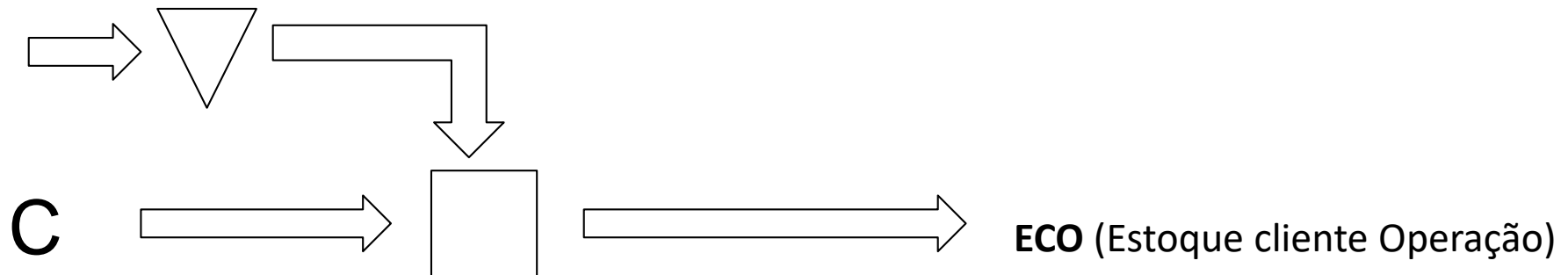
- Não pode ser estocado e nem ser feito por antecipação
- Evidencia uma mudança na utilidade de lugar ou posicionamento.
- A característica principal é que o cliente, ou algo pertencente a ele, move-se de um lugar para outro. *Ex: táxi, ambulância.*

Pizzaria



Transporte ou serviço

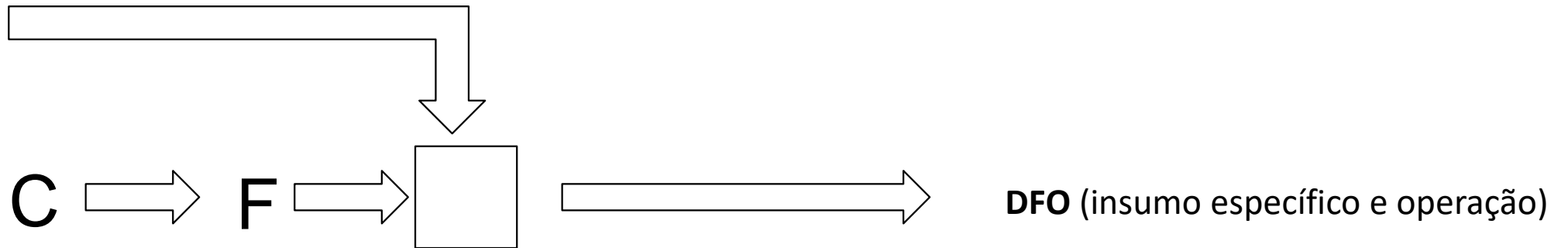
Serviço de resgate do bombeiro



Os insumos (recursos) são estocados exceto o insumo do cliente que não está sujeito a fila (espera). A fila de clientes não pode ser tolerada e, os recursos devem ser suficientes para garantir o atendimento das exigências dos clientes.

Transporte ou serviço

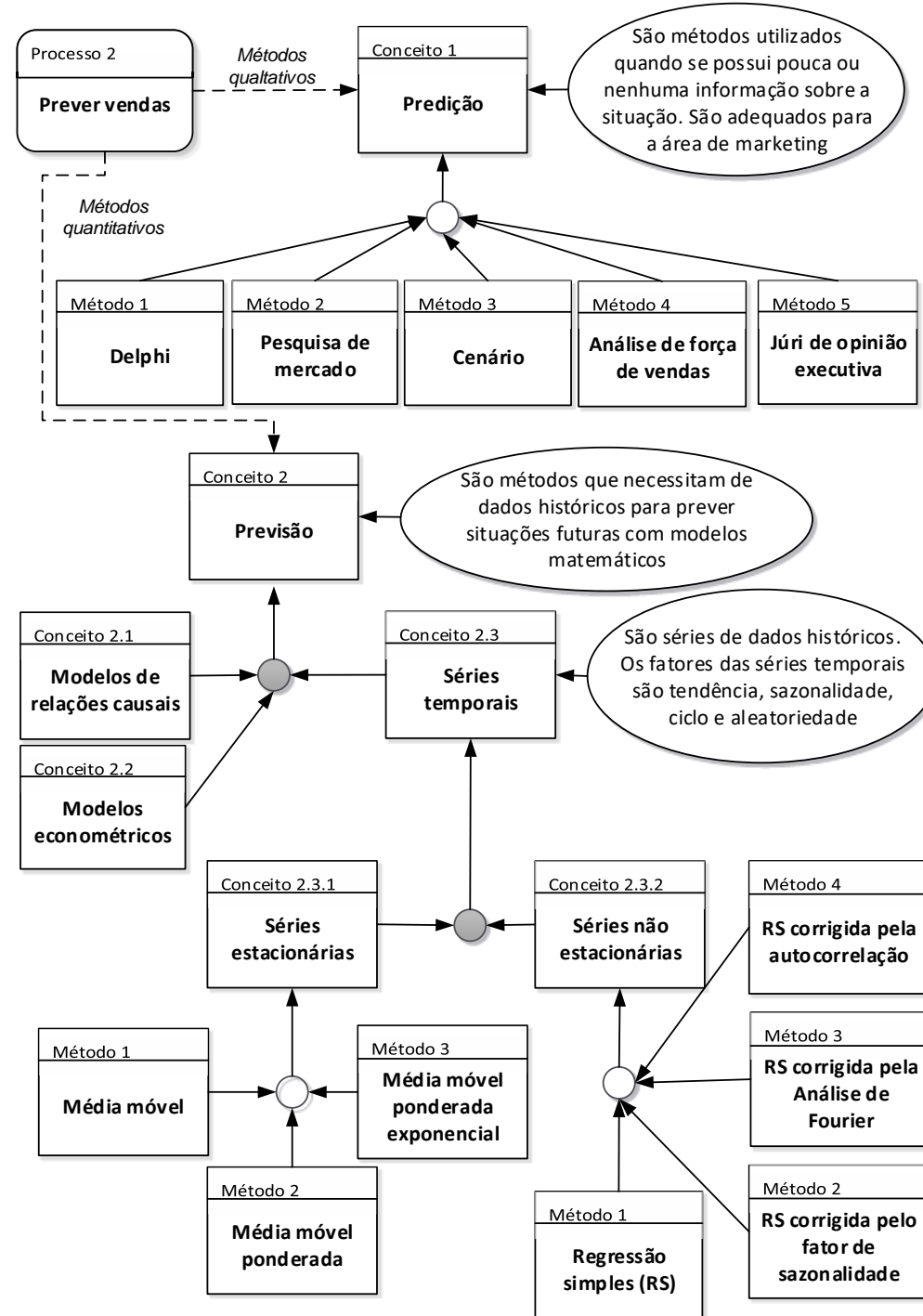
- Lançamento de um ônibus espacial



Não há estoque de insumos e os clientes aguardam a realização da função, que não ocorre enquanto os recursos não forem adquiridos.

Tal situação aplica-se nos casos em que é necessário satisfazer plenamente demandas, exigências ou circunstâncias novas, ou inesperadas.

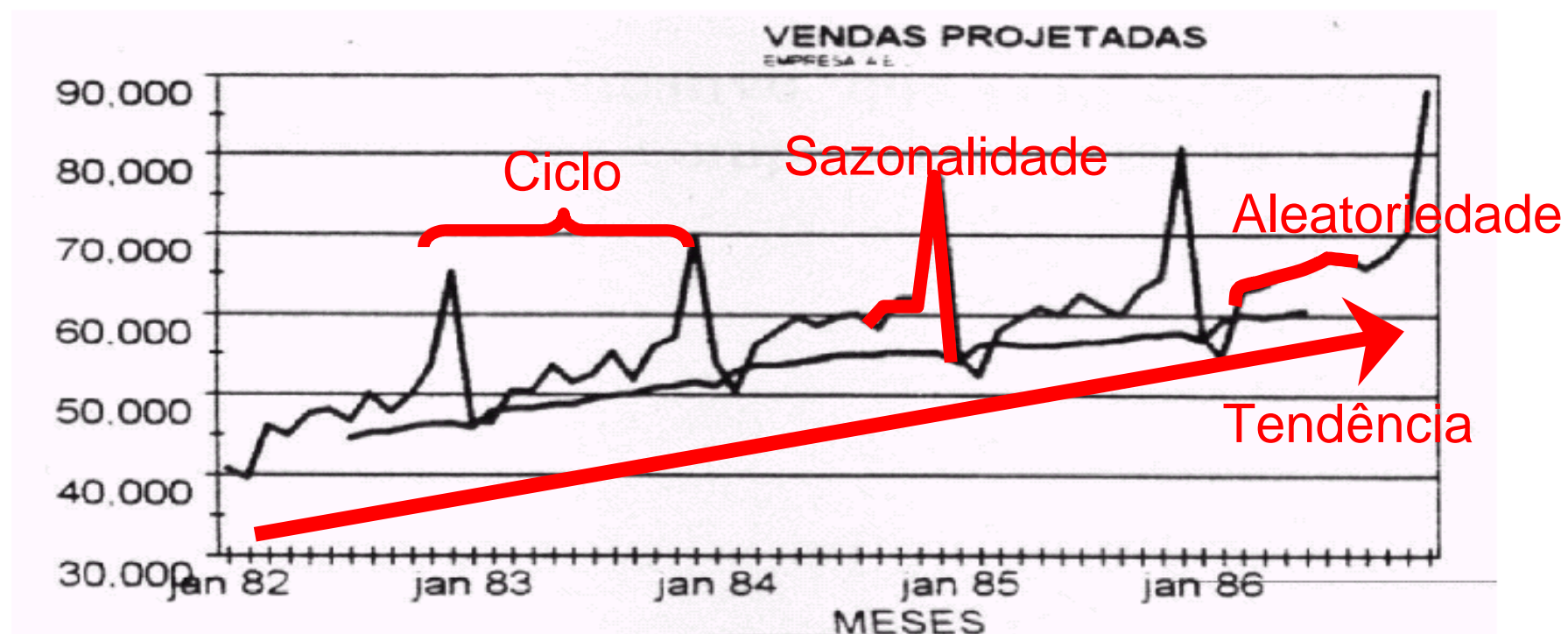
Previsão de vendas



Componentes das séries temporais

$$x_t = f(T_t, S_t, C_t, E_t)$$

tendência (T_t),
sazonalidade (S_t),
ciclos (C_t) e
aleatoriedade (E_t)



Previsão de vendas para séries não estacionárias

Regressão simples

$$Y = a + bx$$

$$a = \frac{\sum x^2 \cdot \sum y - \sum x \cdot \sum x \cdot y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n \cdot \sum x \cdot y - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$r = \frac{n \cdot \sum x \cdot y - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{[n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2] \cdot [n \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Exemplo:

Um comerciante de computadores precisa estimar suas vendas para o próximo ano. Os seis últimos anos de dados de receita correspondentes à venda de uma determinada linha de computadores está na Tabela 1. Pede-se: prever as receitas de vendas para o próximo ano (ano 7)

Tabela 1: Receita de vendas

Ano	Receitas de vendas	Ano	Receitas de vendas
1	3	4	28
2	6	5	36
3	16	6	38

Previsão de vendas para séries não estacionárias

Sazonalidade

$$P_{t+1} = S_{t+1} \cdot F_{t+1}$$

Fator de Sazonalidade:

$$F_t = \frac{D_t}{S_t}$$

onde:

F_t = Fator de Sazonalidade para o período t

D_t = venda ocorrida no período t

S_t = Previsão de Vendas para o período t (dado pela reta)

Exemplo:

Considere as vendas de um artigo de inverno, conforme a Tabela 2. Pede-se: Determine a previsão para do segundo trimestre do ano 5.

Tabela 2: Vendas de inverno

Ano	Trimestre			
	I	II	III	IV
1	11	20	51	22
2	13	31	60	28
3	12	39	62	40
4	23	25	88	45

Previsão de vendas para séries estacionárias

Média móvel

$$P_t = \frac{x_{t-1} + x_{t-2} + \dots + x_{t-n}}{n}$$

Média móvel ponderada

$$P_{t+1} = p_1 \cdot D_t + p_2 \cdot D_{t-1} + \dots + p_k \cdot D_{t-N+1}$$

Média móvel ponderada exponencialmente

$$P_{t+1} = P_t + \alpha \cdot (E_t)$$

$$\alpha = \frac{2}{N+1}$$

Exemplo:

As horas de estudo de um determinado aluno por semana correspondem a Tabela 3. Determine a previsão para a semana 11.

Tabela 3: Suas horas de estudo por semana

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Horas de estudo	15	18	12	12	20	14	18	17	14	20

Erro de previsão

$$E_t = D_t - P_t$$

Erro Acumulado de Previsão (EAP)

$$EAP = \sum_{t=1}^n E_t$$

Erro Acumulado de Previsão
Absoluto

$$EAPa = \sum_{t=1}^n |E_t|$$

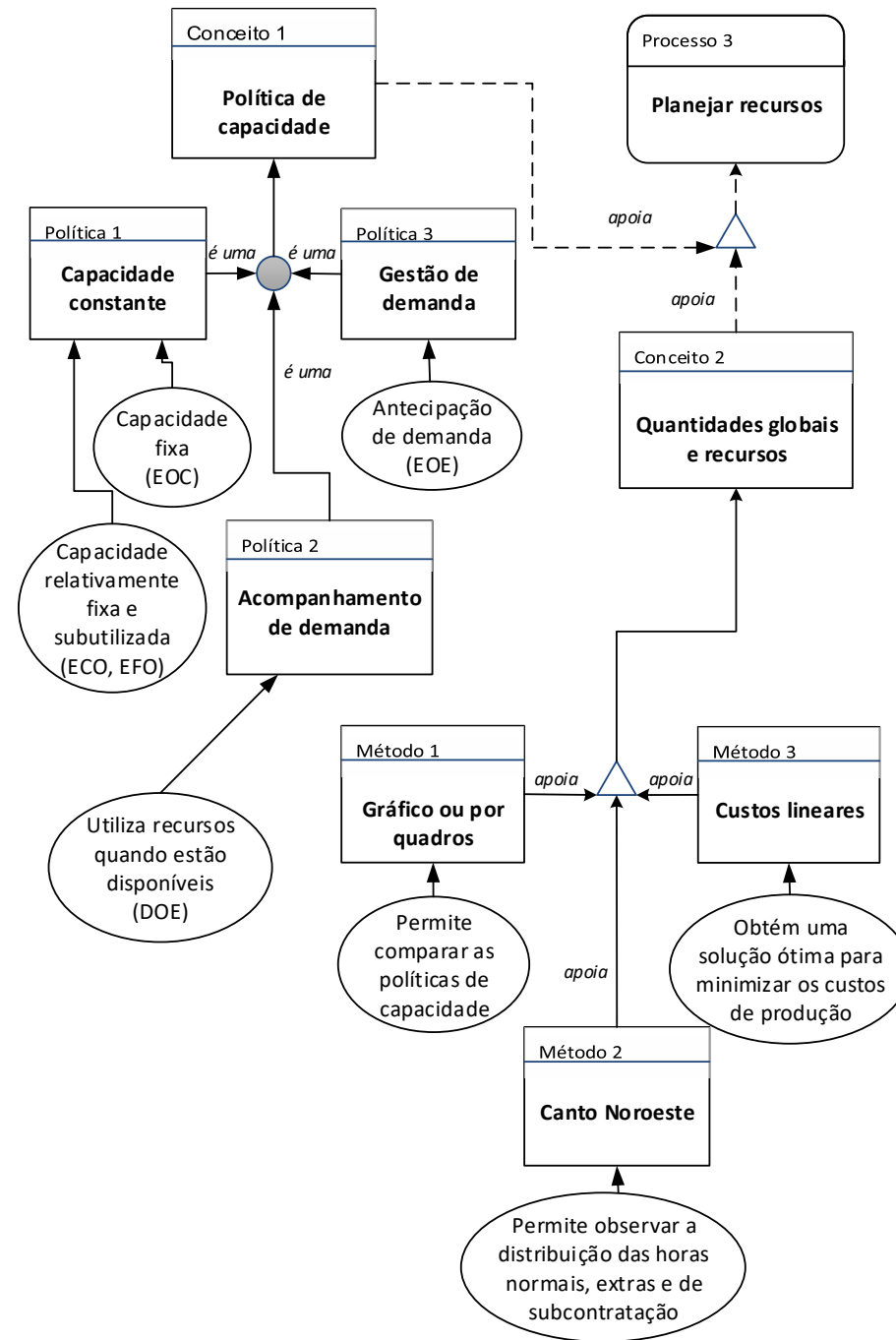
Erro Quadrático Médio (EQM)

$$EQM = \sum_{t=1}^n \frac{(E_t)^2}{N}$$

Desvio absoluto médio (DAM)

$$DAM = \sum_{t=1}^n \frac{|E_t|}{N}$$

Plano de recursos



PCP também é cultura



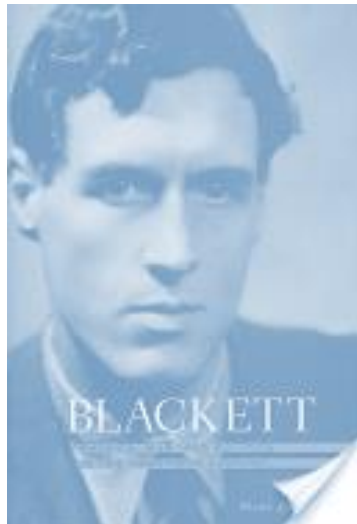
Cem dias entre o céu e o mar- Amyr Klink

FICHA TÉCNICA DO BARCO

capacidade máxima de lastros (210 litros)

tanques de água doce (275 litros)

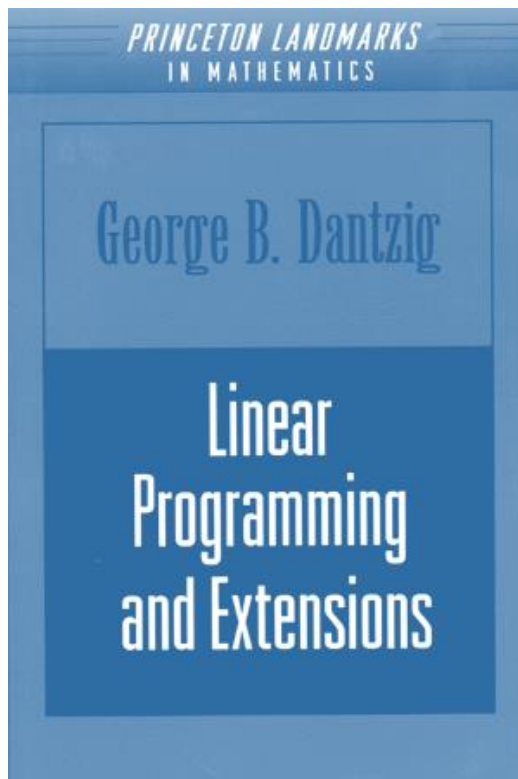
deslocamento : vazio(310 kg) e carregado (1.190kg).



Blackett: Physics, War, and Politics in the Twentieth Century

- ❖ 1939 – **Patrick Blackett** liderou uma equipe para tornar Blackout operacional o sistema de radares da Grã-Bretanha na guerra anti-submarina
- ❖ 1940 - Blackett analisou um pedido de aviões feito pelos franceses

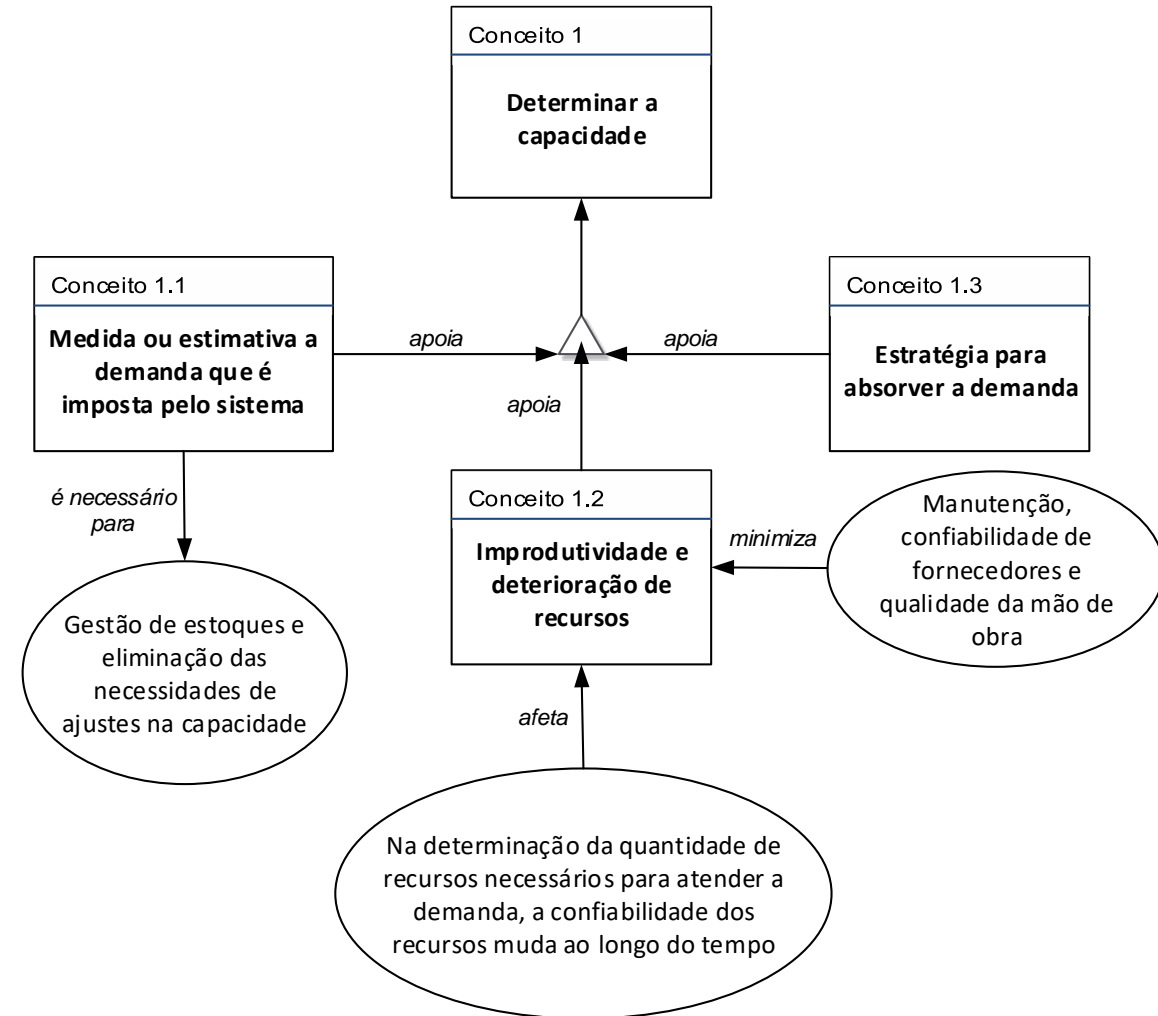
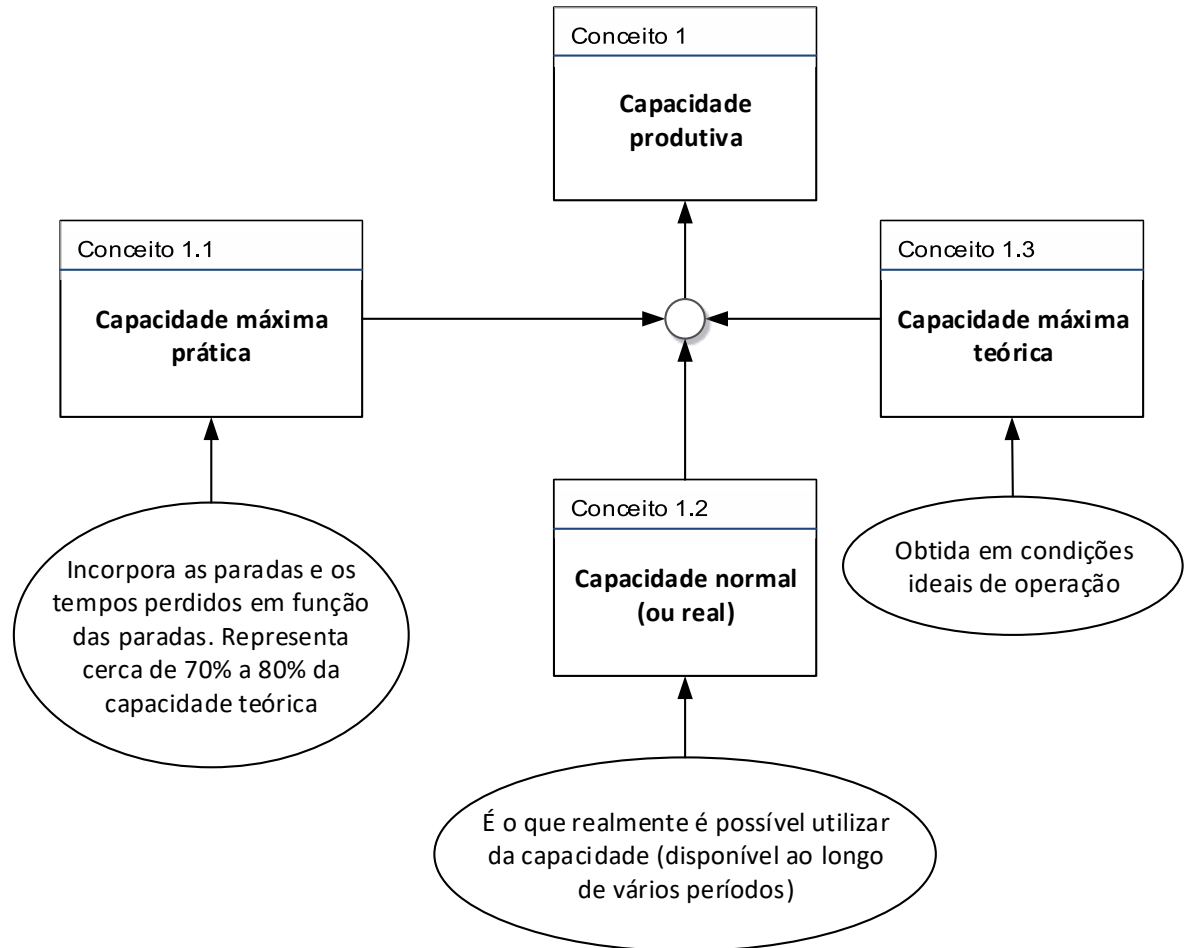
PCP também é cultura



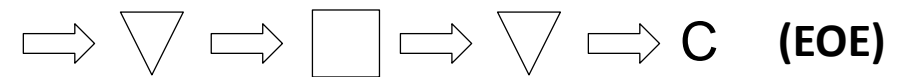
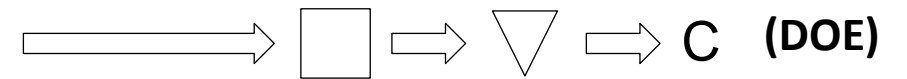
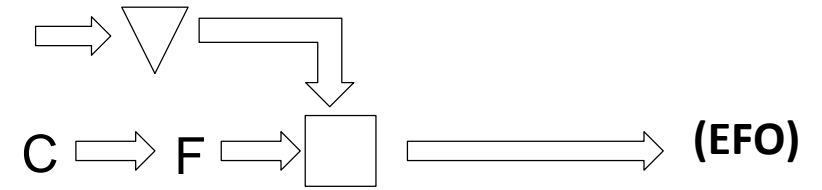
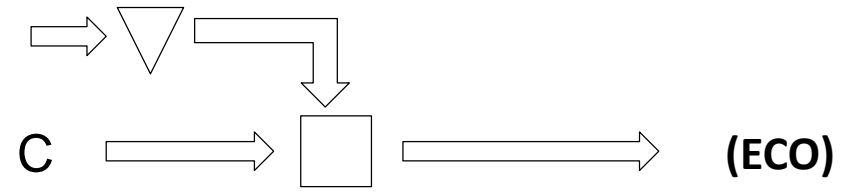
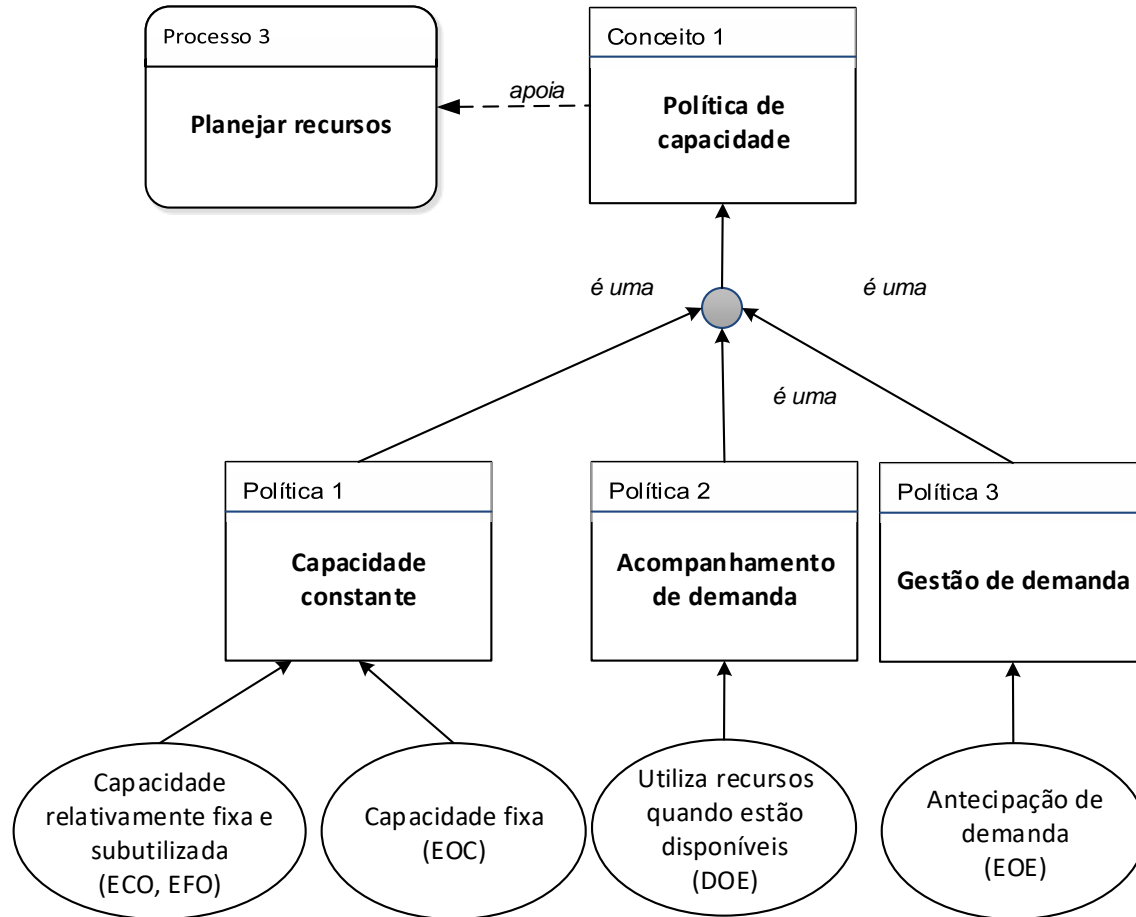
- ❖ 1941a 1946 - **George Dantzig** foi líder da sucursal de análise de combate da Força Aérea Americana
- ❖ 1947- **Método Simplex** de Otimização referente a planos ou programações de treinamento, logística e suprimentos

“Minha divisão coletou dados sobre planos de vôo, bombas lançadas, aviões desaparecidos. Eu também ajudei outras divisões do Apoio Aéreo a preparar planos chamados “programas” ... tudo foi planejado com grande detalhamento: todos os pinos, aviões, detalhes da manufatura de tudo. Nesse particular, havia centenas de milhares de diferentes tipos de dados coletados sobre o combate aéreo que diziam respeito a um determinado número de planos de vôo, as toneladas de bombas jogadas, padrões de atritos. Eu também vim a ser um especialista em fazer planos por técnicas manuais.”

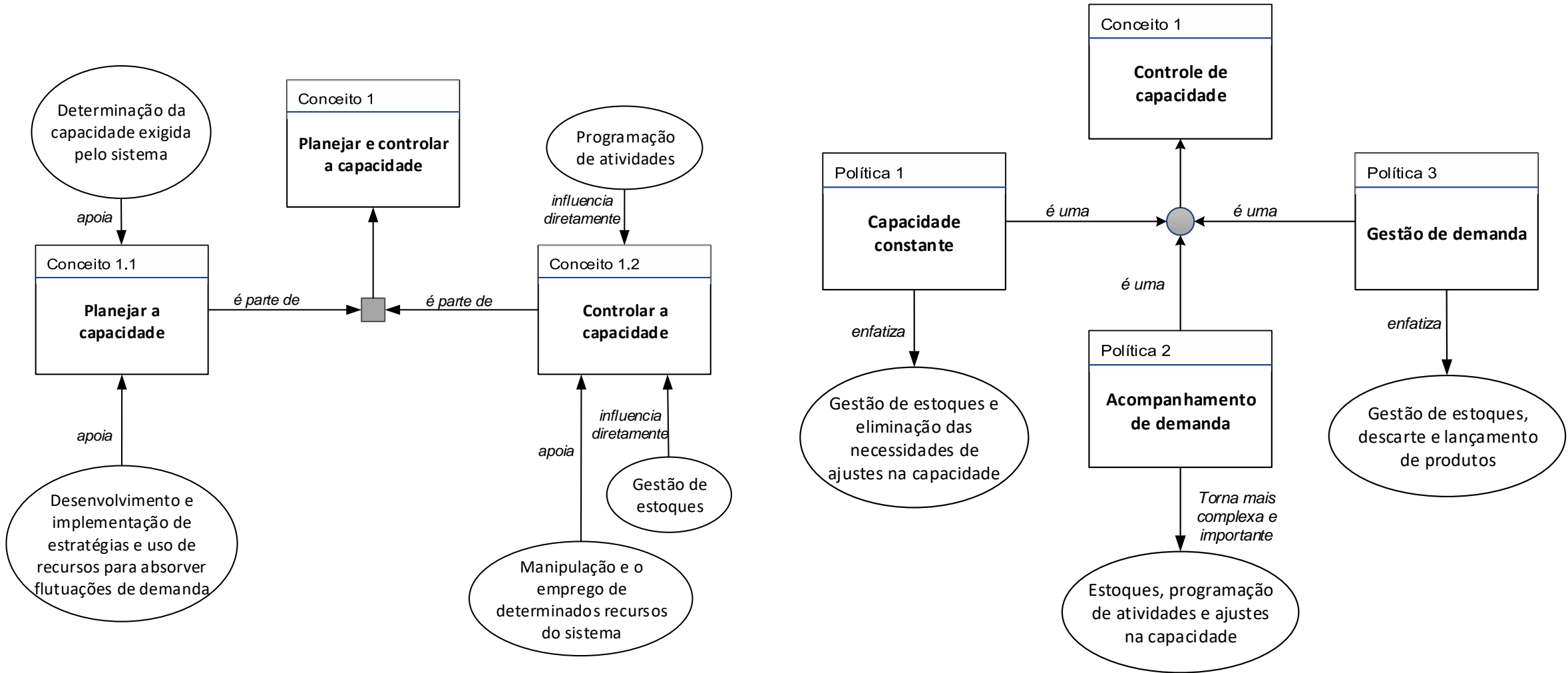
Capacidade produtiva: como medir



Políticas de capacidade



Políticas de capacidade



Método dos quadros

Exemplo : Fonte: Monks (1987).

Sejam os dados de uma demanda para o próximo ano, conforme a Tabela 4. Assuma que a capacidade de produção é de 17 unidades por dia. Pede-se: verifique a política de acompanhamento de demanda e a política de capacidade constante.

Tabela 4: Dados da demanda

Mês	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d	Total
Demanda prevista	220	90	210	396	616	700	378	220	200	115	95	260	3500
Dias de produção	22	18	21	22	22	20	21	22	20	23	19	20	250

Método Canto Noroeste

Exemplo

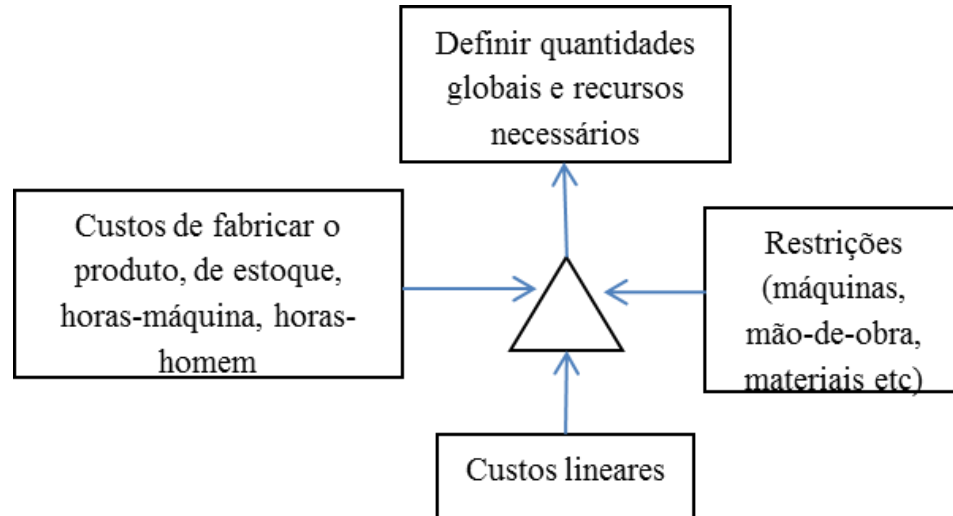
O plano global de produção de uma empresa que fabrica tela LCD para computadores está na Tabela abaixo. Os níveis de estoque a serem mantidos: no início do período 1 existem 30 unidades e no final do período 4 devem sobrar 40 unidades. Pode-se considerar que: o uso do estoque inicial tem custo zero; a produção de um período pode ser utilizada nos períodos seguintes; o custo de mão-de-obra de \$ 60 e um custo de armazenagem de \$ 3 por unidade do produto.

Pede-se:

Determinar a distribuição inicial de capacidade de produção para atender a previsão de vendas a cada período a um custo mínimo.

Meses	Previsão de vendas	Capacidade de produção		
		(horas normais)	(horas extras)	(subcontratação)
janeiro	110	70	22	90
fevereiro	60	60	18	90
março	80	70	22	90
abril	90	77	25	90
Custo unitário do produto		\$ 120	\$ 150	\$ 170

Método dos custos lineares



As variáveis de decisão são identificadas como:

X_{it} = unidades do Produto i fabricadas, no Período t

E_{it} = unidades do Produto i em estoque, no Período t

$NHRU_t$ = horas-homem regular, usadas no Período t

$NHEU_t$ = horas-homem extra, usadas no Período t

Outros dados:

i = Tipo de Produto

t = Período de Tempo do horizonte de planejamento

CP_{it} = Custo unitário para fabricar o Produto i , no período t

CE_{it} = Custo de estocar uma unidade do Produto i , no período t

Chr_t = Custo da Hora-homem regular, no período t

Che_t = Custo da Hora-homem extra, no período t

D_{it} = Demanda pelo Produto i , no período t

$NHRD_t$ = Total de Horas-homem regular disponíveis no período t

$NHED_t$ = Total de Horas-homem extra disponíveis no período t

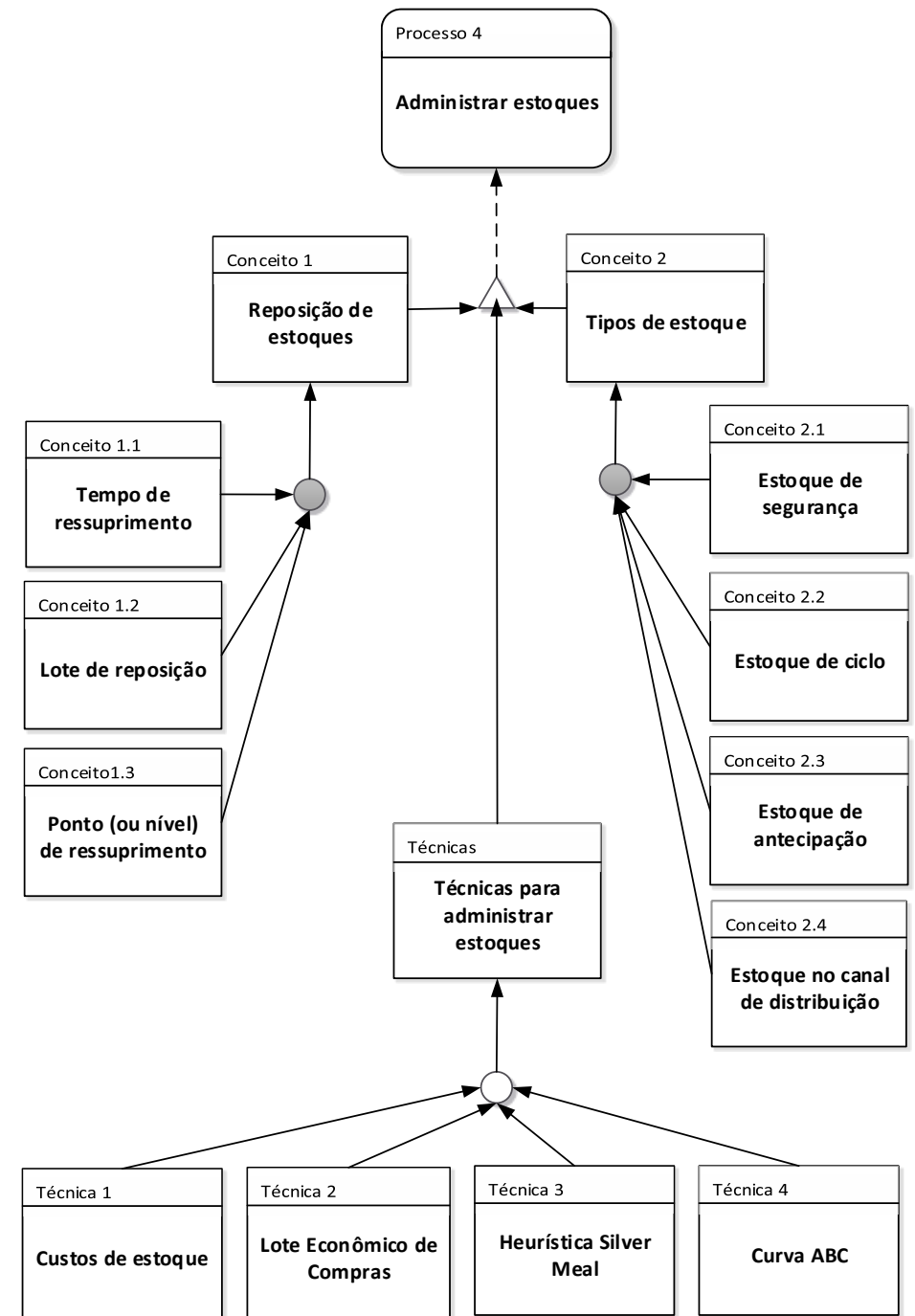
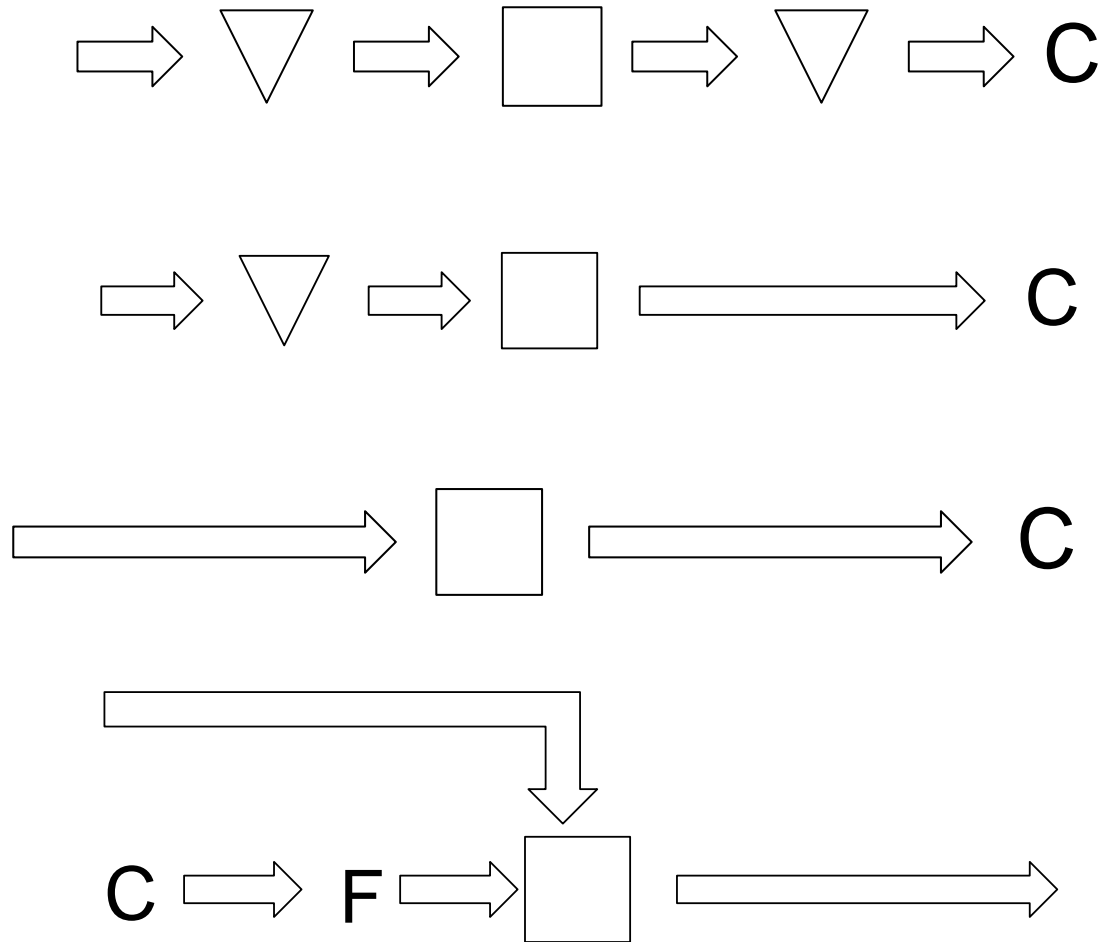
K_i = Horas-homem necessárias para produzir uma unidade do Produto i

Método dos custos lineares

Exemplo:

Uma empresa quer determinar o número ótimo de mesas e cadeiras que produz para maximizar o lucro. Para produzir uma cadeira são necessários 01 Bloco Grande e 02 Pequenos. Para a mesa, 02 Blocos Grandes e 02 Blocos Pequenos. Matéria-prima disponível: 06 Blocos Grandes, 08 Blocos Pequenos. Preço de Venda da Cadeira: Consumidor: \$ 41,00; Lojista: \$ 37,00. Preço de Venda da Mesa: Consumidor: \$ 61,00; Lojista: \$ 57,00. Obs.: Lojista compra no máximo 01 mesa e 01 cadeira. Custos: Bloco Grande: \$ 8,00; Bloco Pequeno: \$ 5,00. Neste exemplo, o objetivo é a construção de um modelo linear.

Administração de estoques



PCP também é cultura



Johann Wolfgang Von Goethe

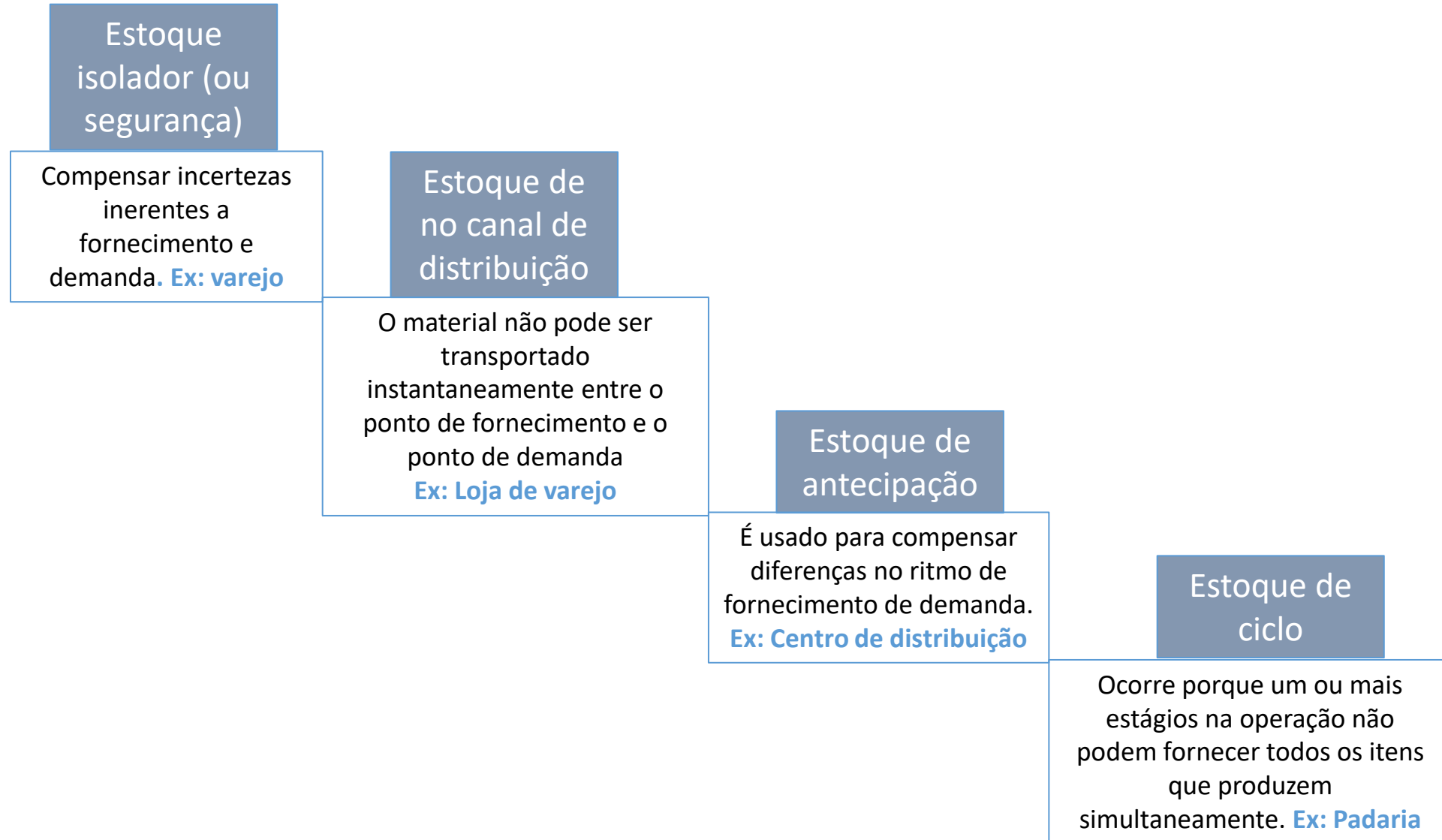
*Em cada olhar, uma observação;
Em cada observação, uma análise;
Em cada análise, uma síntese.*

Caso: Loja de sanduíche *fast food*

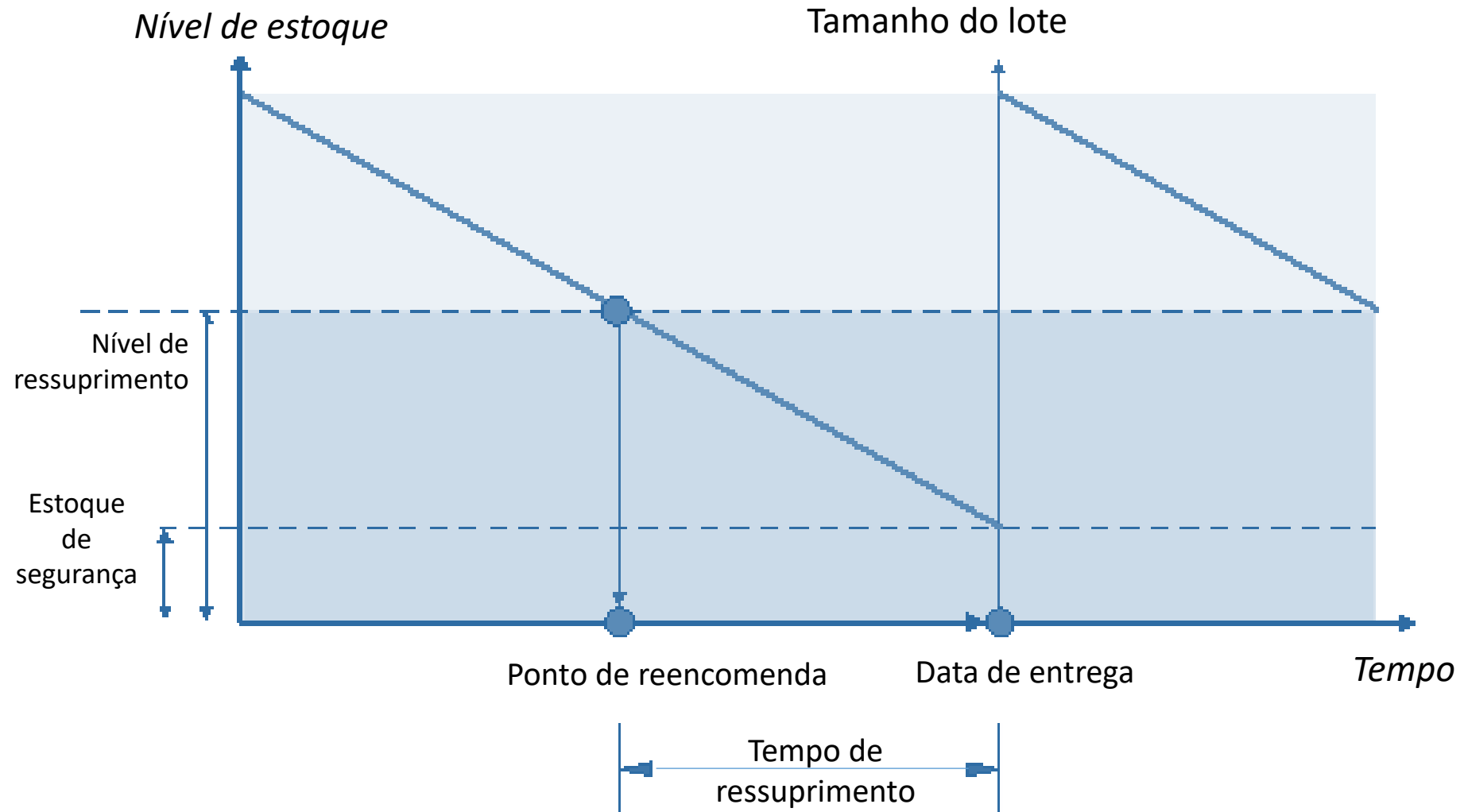
Caso: Empresa de bens de capital

Caso: Fabricante de móveis e artesanato

Tipos de estoque



Reposição de estoques



Técnicas de controle estoques

Custo total dos estoques (CT)

Onde:

λ - demanda do produto em unidades por período;

C_p - custo do pedido;

C_A - custo de armazenagem;

Q - quantidade do pedido.

$$CT = \left(\frac{\lambda}{Q}\right) \cdot C_p + \left(\frac{Q}{2}\right) \cdot C_a$$

$$LEC = \sqrt{\frac{2\lambda \times C_p}{C_a}}$$

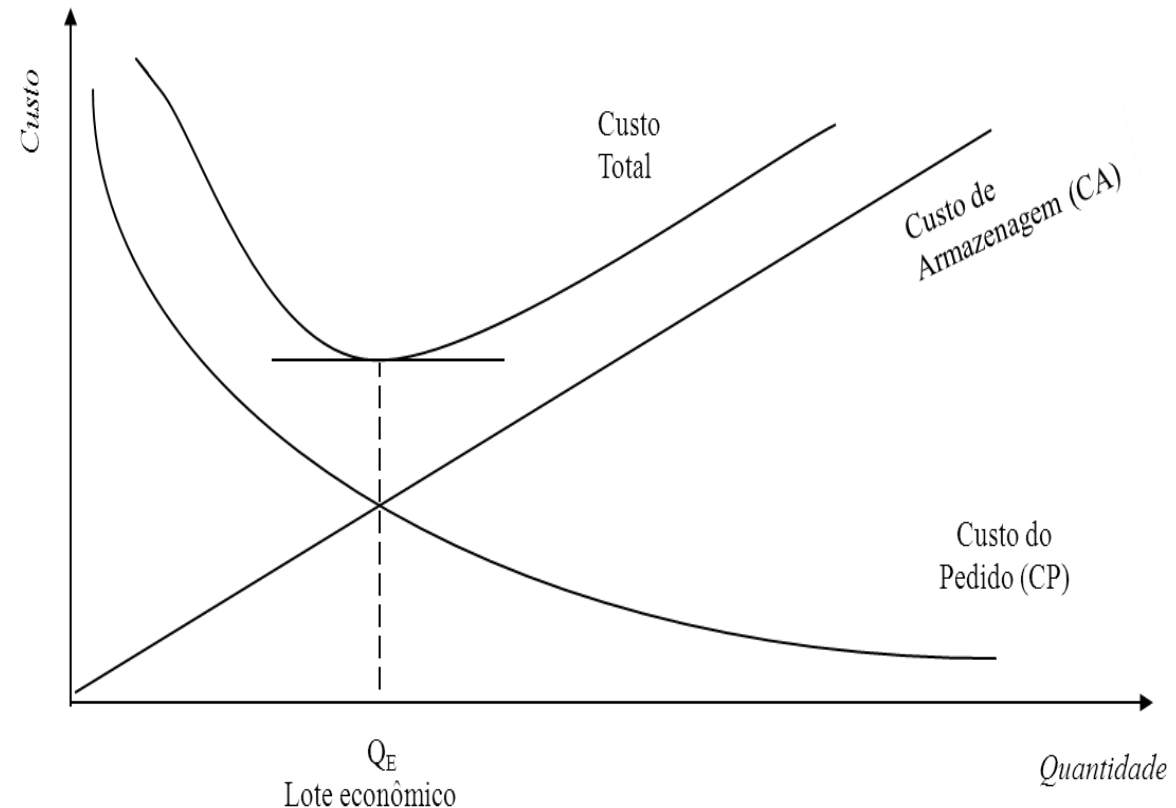


Figura 8: Lote Econômico de compra

Lote Econômico de Compra

Exemplo de aplicação: Fonte: Adaptado de Shimizu (2001)

Uma empresa adquire mídias de CD. Não é permitida a ocorrência de falta do produto, e a entrega do pedido é instantânea. A demanda é constante, à taxa de demanda de 1.200 unidades por mês (25 dias). O custo fixo para um pedido de compra é constante e igual a $C_2 = \$700$. O custo C_3 para armazenar a unidade do produto, por mês, é considerado igual ao preço de aquisição C_1 . O produto pode ser adquirido de dois fornecedores: FIX, com preço fixo e DESC que oferece desconto pela quantidade adquirida. O preço unitário do fornecedor FIX para qualquer quantidade adquirida é de R\$ 6,00. Já no caso do fornecedor DESC, para um pedido de até 539 itens o preço unitário é de R\$ 6,50; na faixa entre 540 e 699 itens o preço unitário é de R\$ 6,00; e acima de 699 o preço unitário é de R\$ 5,50.

Pede-se: Escolha o fornecedor que oferece o menor custo total para administrar o estoque desse produto, usando o Lote Econômico de Compra.

Heurística Silver Meal

O método Silver-Meal faz uma relação das alternativas de compra que atendem às demandas nos K períodos seguintes e escolhe a opção com o menor custo por período. Se k não abranger o período total previsto, deve-se aplicar o método recursivamente para atender às demandas dos períodos restantes. O método do Lote Econômico de Compra (LEC) não é recomendável para demanda que apresenta flutuação. Para verificar as diferentes abordagens e a eficácia de cada método, o exemplo a seguir faz uma análise comparativa.

Exemplo:

A previsão de demanda de um produto nas próximas semanas, em uma loja especializada em informática, é a seguinte (**Tabela 2**):

Tabela 2: Previsão de demanda

Semana	1	2	3	4	5	6	Total
Demanda	5	5	5	20	30	15	80

O custo do pedido é \$4, e o custo de armazenagem de um palm-top por ano é igual a \$2.

Pede-se: Use o LEC e a heurística Silver-Meal para atender a essa demanda.

Curva ABC

A: são 10 a 15% dos itens que representam de 65 a 75% \$;

B: são 25 a 30% dos itens que representam de 20 a 25% \$;

C: são 50 a 60% dos itens que representam de 5 a 10% \$.

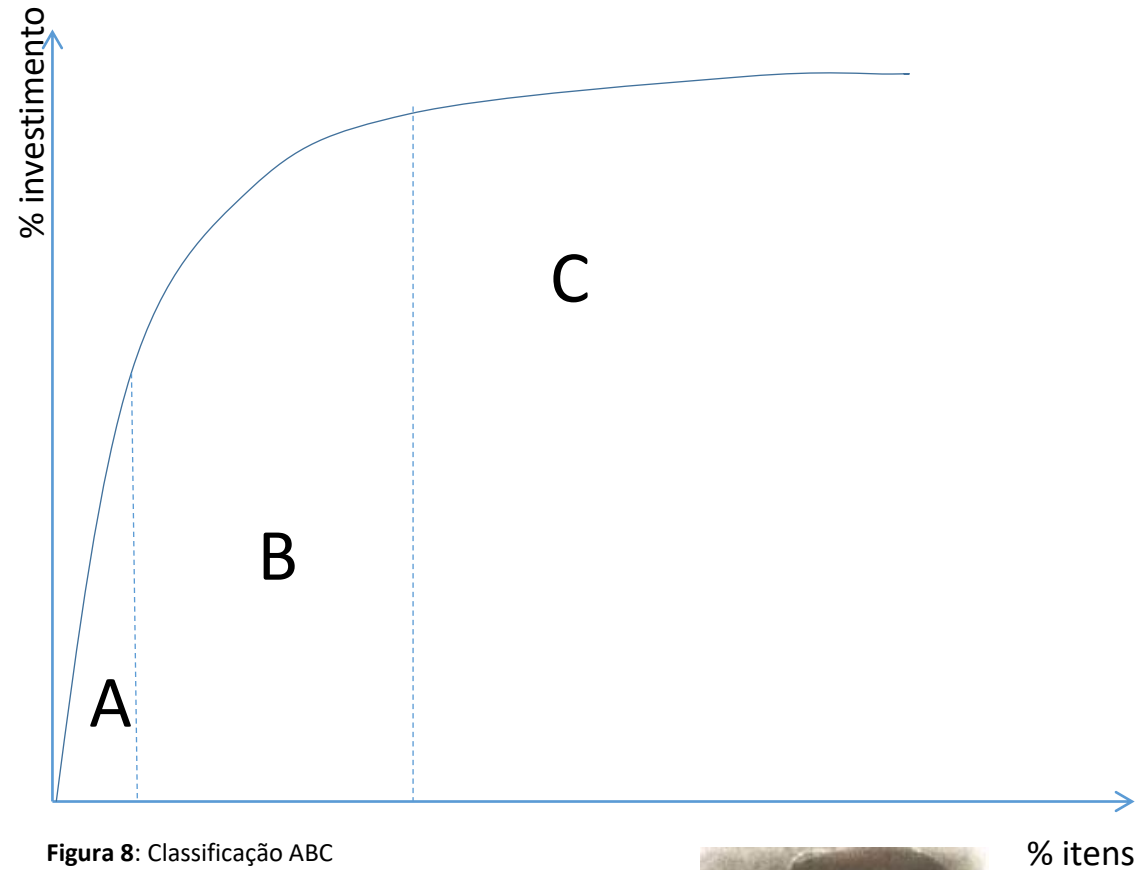


Figura 8: Classificação ABC

*Século XIX, Wilfredo Pareto :
80% da riqueza italiana estava nas mãos de 20% da população .*



General Eletric Corporation: H. F. Dixie.

Curva ABC

Exemplo:

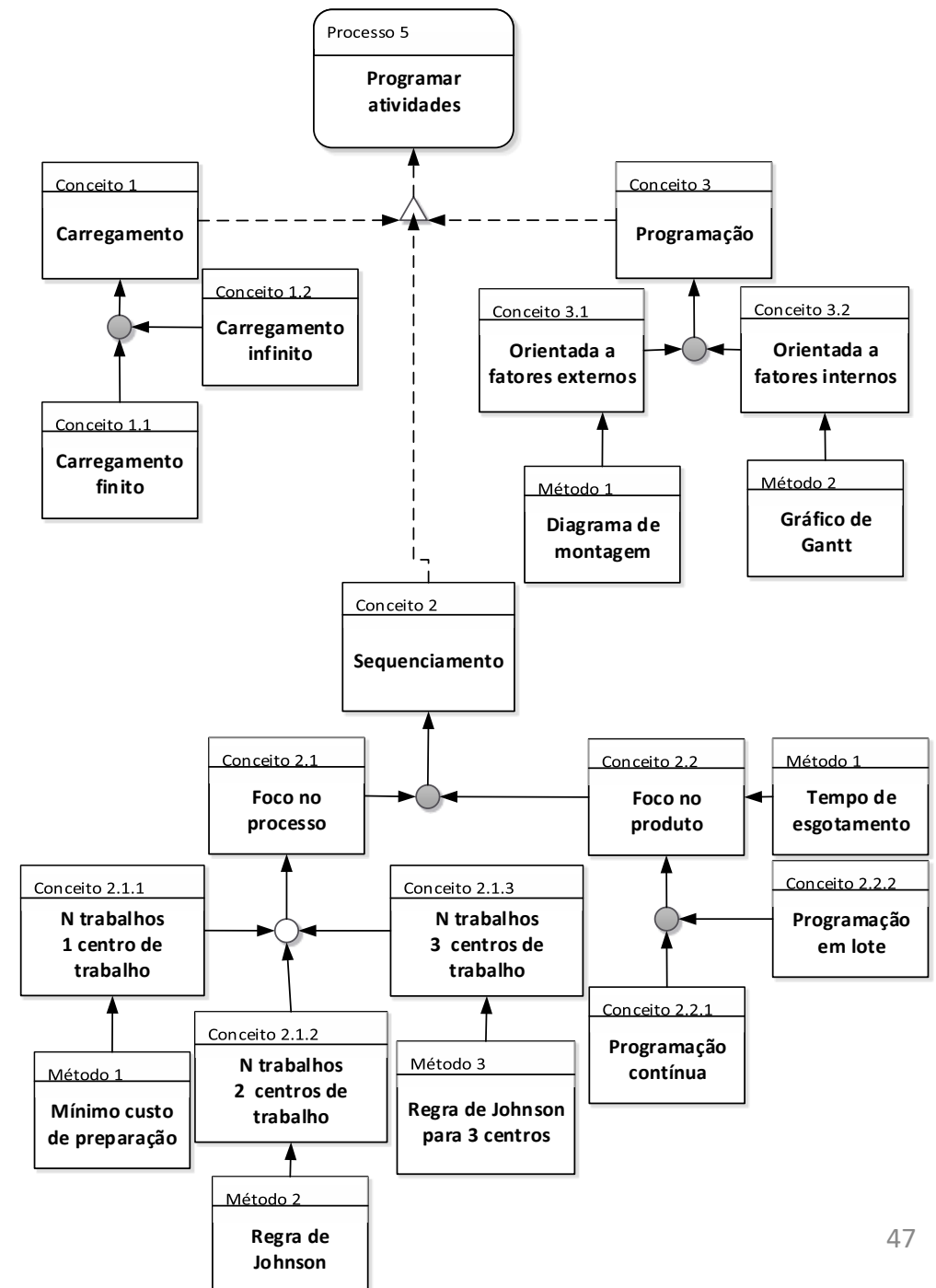
Sejam os seguintes itens, conforme a Tabela 5. Pede-se: Faça a priorização por preço, consumo e classificação ABC.

Tabela 5: Preço unitário e consumo médio de unidades por mês.

Item	Preço unitário	Consumo médio
1	1.886,60	1.096,24
2	169	200
3	6.102,00	5,0
4	638,55	1.841,58
5	4.553,33	70,75
6	6.207,71	9,7
7	370,20	435,91
8	937,20	56,10
9	45,20	464,41

Programação de atividades

- **Planejar** significa formalizar o que se pretende que aconteça em determinado período do futuro;
- **Programar** é alocar lógica e sequencialmente ordens nos recursos disponíveis de forma a buscar o melhor resultado de uma atividade.
- **Controlar** implica em confrontar os resultados de determinada atividade com o que para ela foi planejado e, caso necessário, buscar procedimentos corretivos para que as metas sejam atingidas.



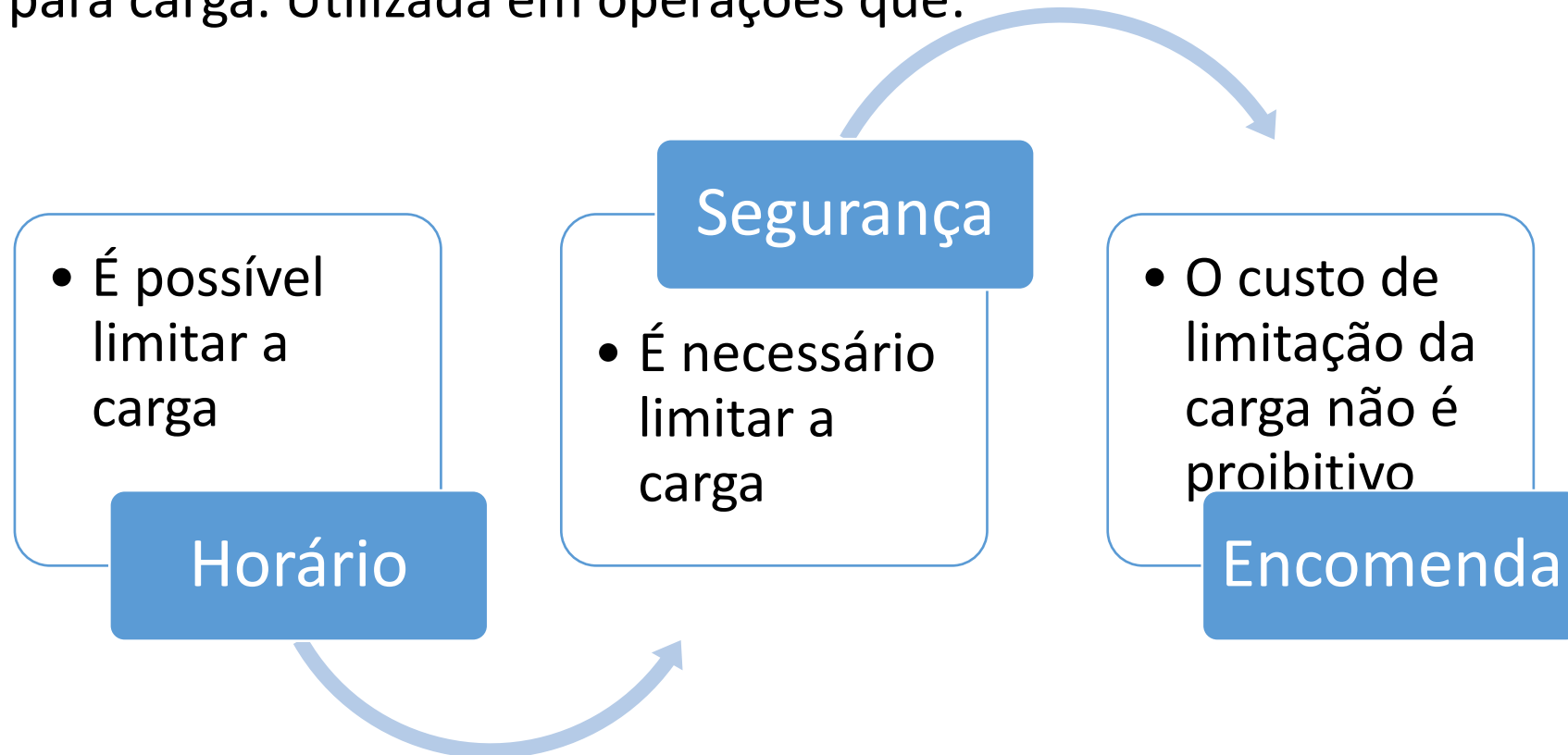
Carregamento

- Entende-se por carregamento a quantidade de tarefas alocadas num recurso em determinado período de tempo.
- Esse carregamento pode ser:



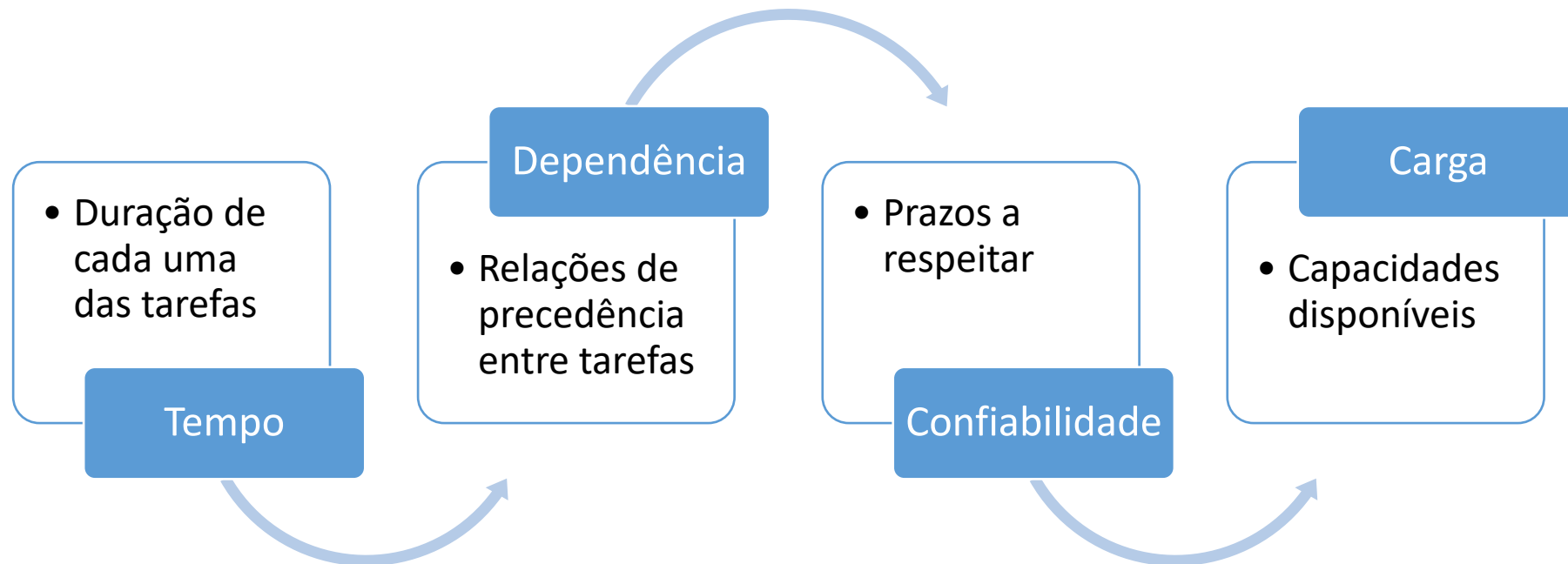
Carregamento finito

- Carregamento finito é uma abordagem que somente aloca tarefas a um centro de trabalho até um certo limite, que é a capacidade estimada para o referido centro e baseada nos tempos disponíveis para carga. Utilizada em operações que:



Sequenciamento

- Ordena e distribui as Ordens de Produção nos Centros de Trabalho, de acordo regras baseadas em:



Técnicas de programação

B) Orientada a Fatores Internos: Gráfico de Gantt

Pedido	Sequencia das tarefas				
	1	2	3	4	5
5	C3	B5	A5	C4	
8	A5	C3	A3	B5	C3

A programação foi feita seguindo a seqüência:

Primeiro o Pedido 05

Depois o Pedido 08

O que acontece se a seqüência for invertida? Analise:

o prazo de término; e

a taxa de ocupação das máquinas

Evolução do conceito: MRP

Década de 1970

- ❖ Programa mestre de produção
- ❖ Lista de materiais
- ❖ Quantidades de estoque

Reprogramação

Regenerative: toda programação é refeita
Net change: as mudanças são limitadas somente aos itens cujas demanda foram modificadas

Limitações

- 1) O modelo não propõe ação para eventuais limitações de capacidade detectadas. Pode-se alterar o MPS
- 2) O modelo não determina o sequenciamento das ordens alocadas aos diferentes centros de produção.

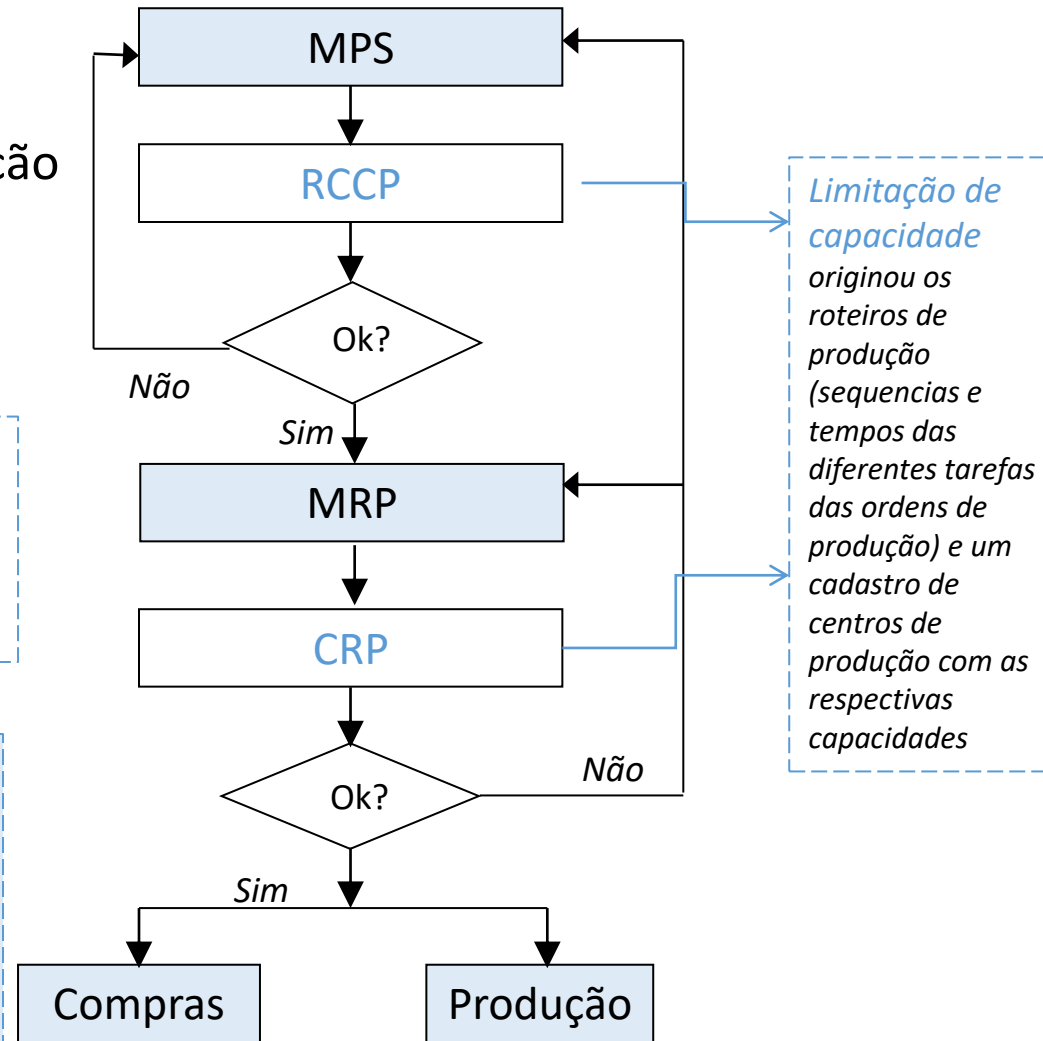


Figura 12: Fluxo de informações do MRP

Fonte: Laurindo; Mesquita (2000)

Evolução do conceito: MRP II

Década de 1980

- ❖ Oliver Wight publicou em 1981 o livro "Manufacturing Resources Planning (MRP II)"

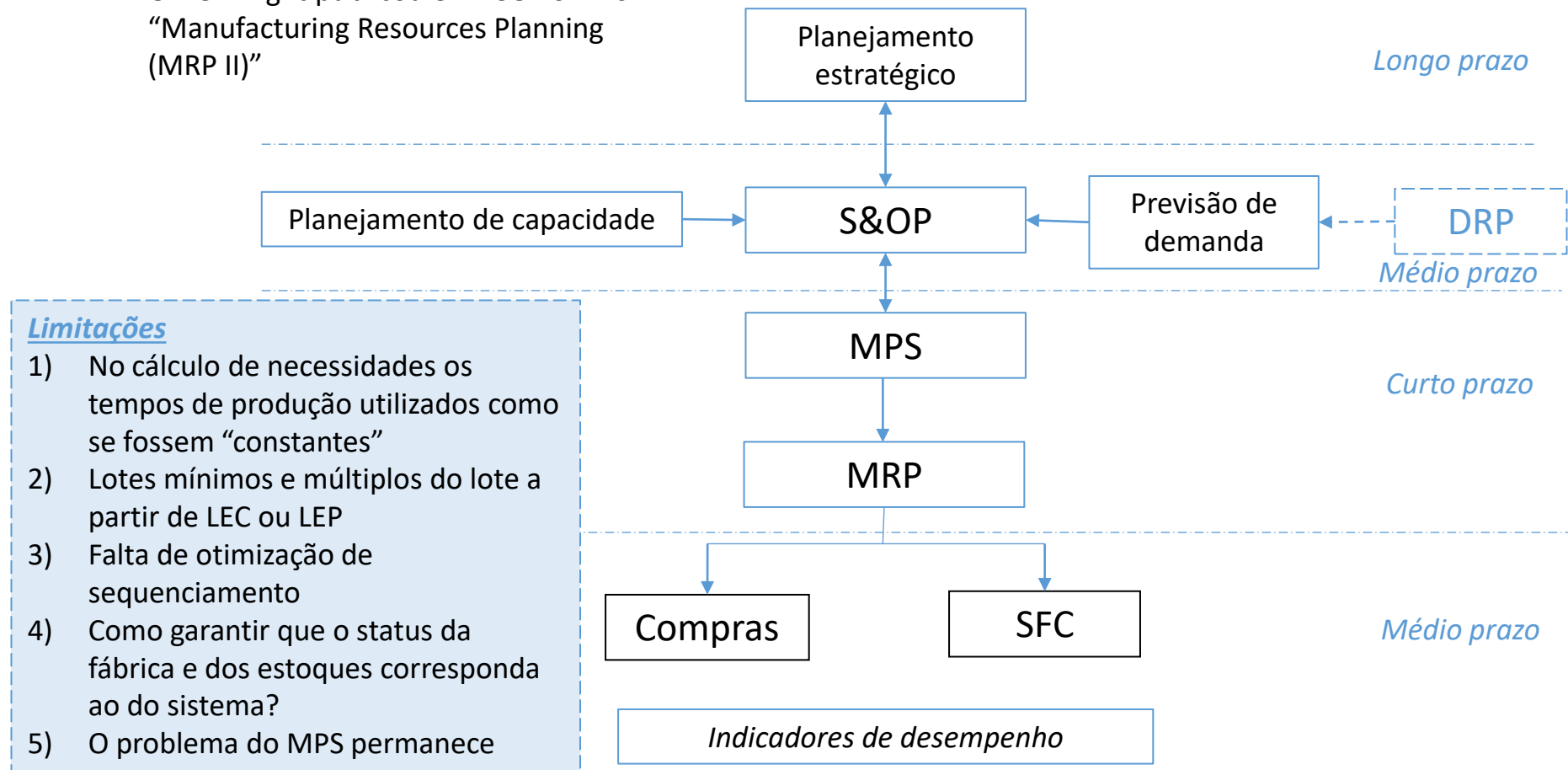
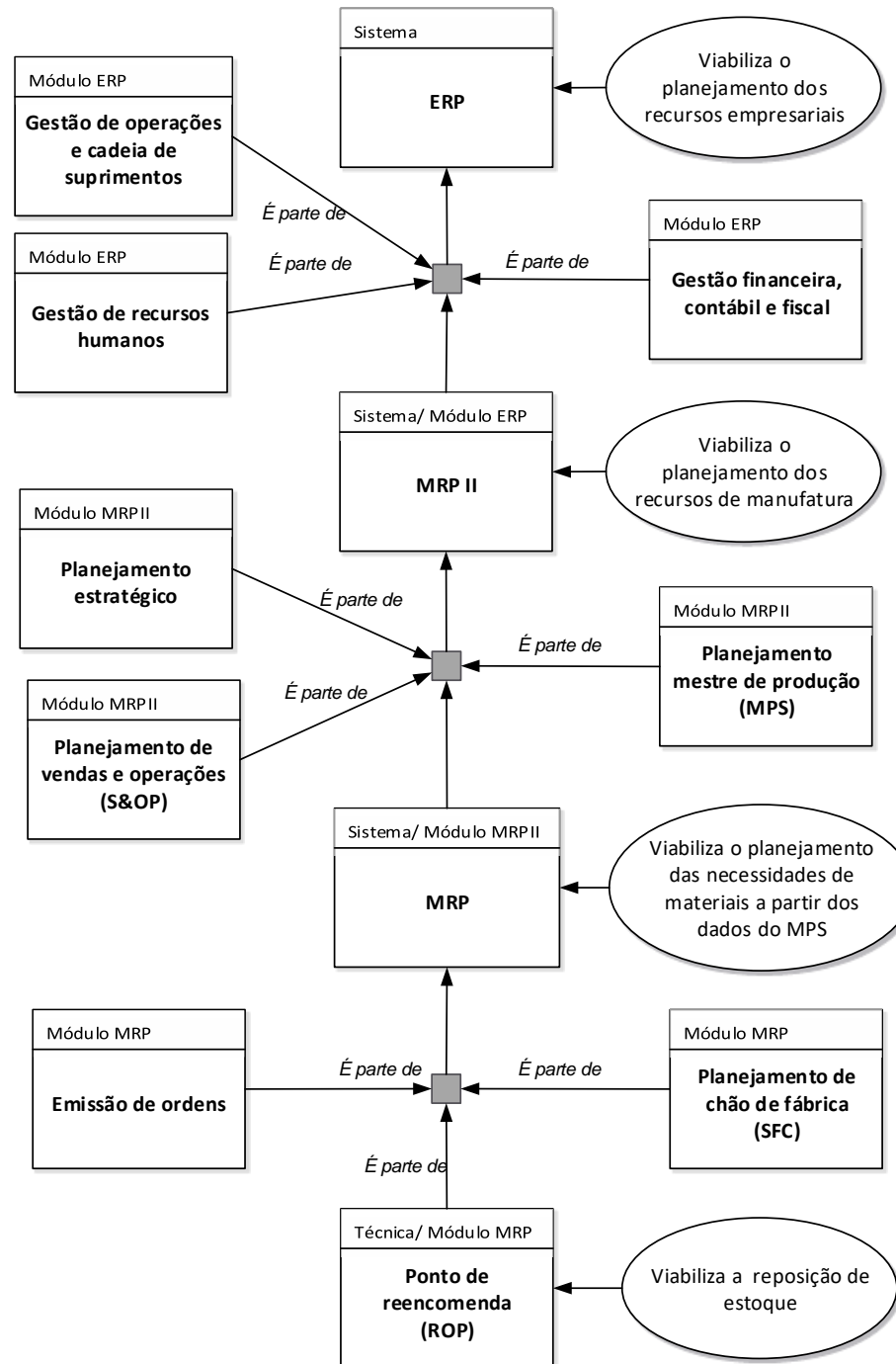


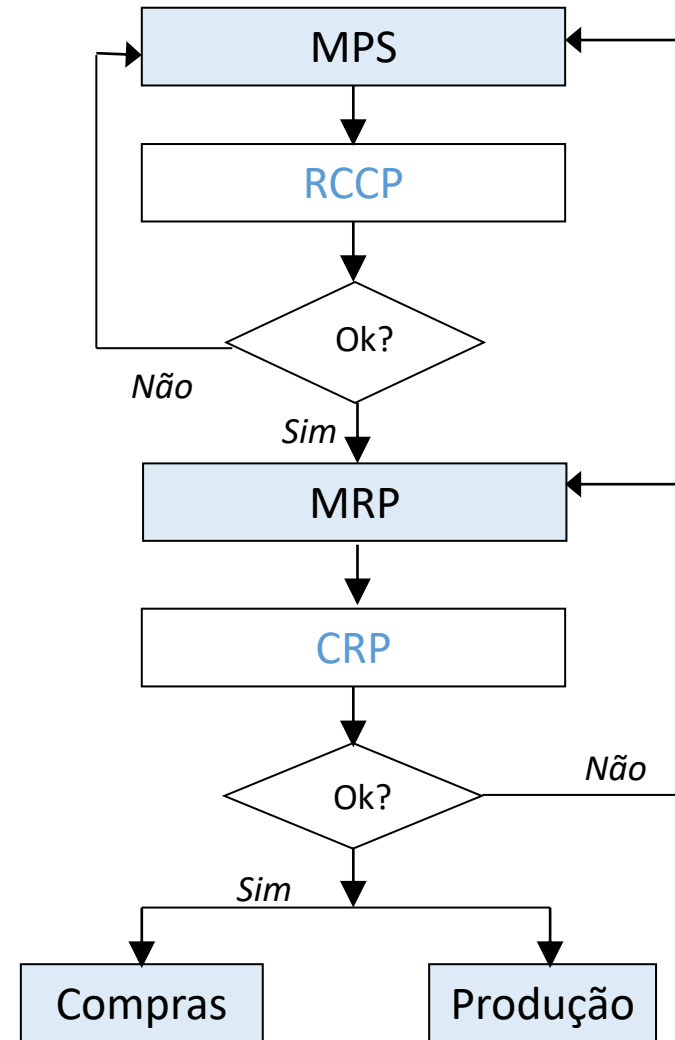
Figura 13: Fluxo de informações do MRPII

Fonte: Laurindo; Mesquita (2000)

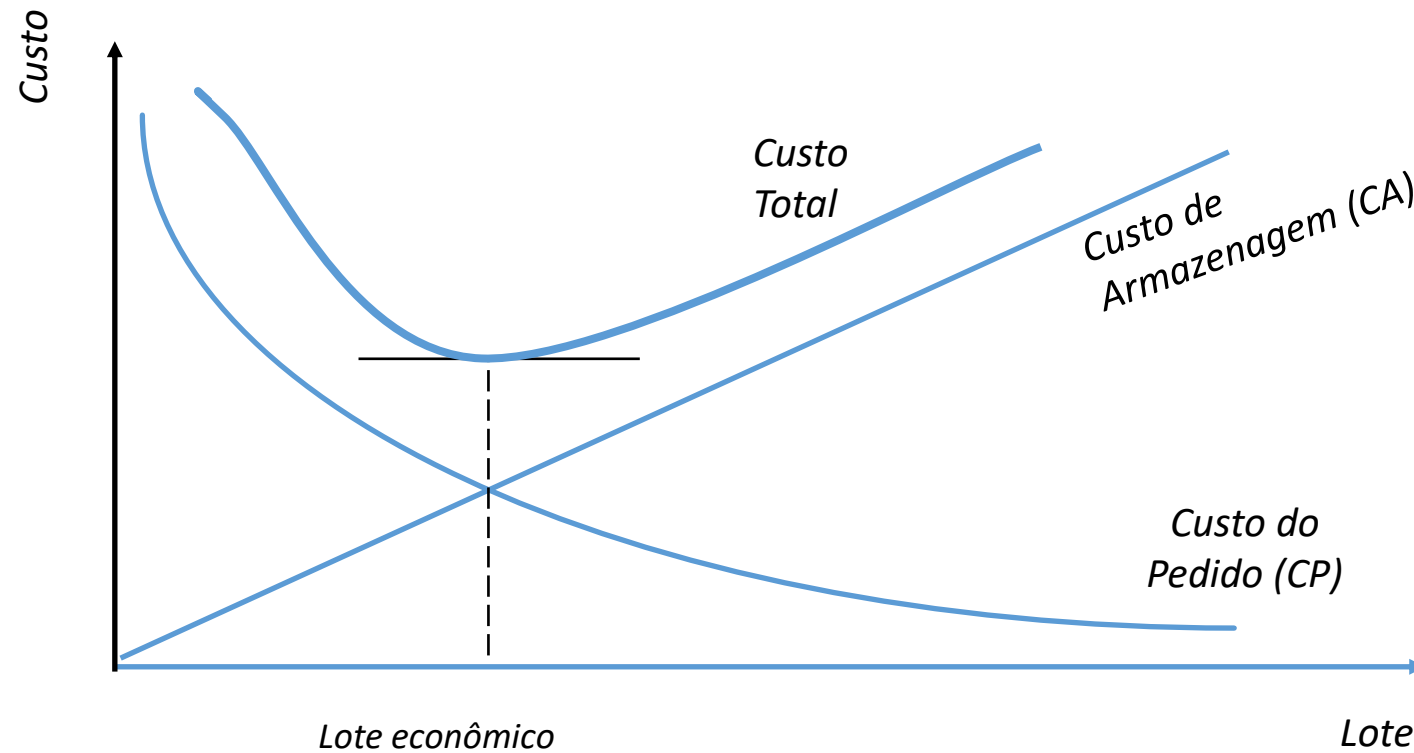


Definição de MRP

- É um método fasado no tempo (time phased)
- Parte de uma programação de entrega dos produtos finais
 - Gera ordens de montagem
 - Gera ordens de fabricação
 - Gera ordens de compras para matéria prima e componentes comprados
- É um método essencialmente dependente de uso de computador.
- Utiliza o conceito de lote econômico



Conceito de Lote Econômico de Compra



Informações básicas do MRP

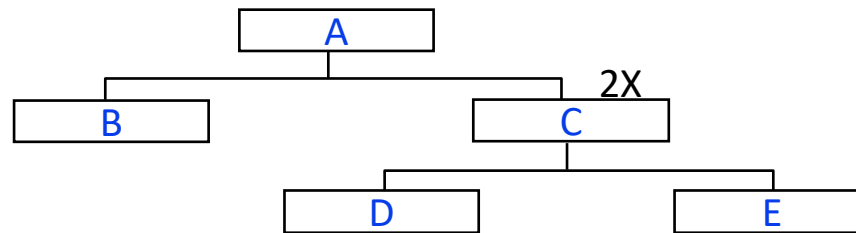
- Necessidades brutas de produtos (produtos a serem entregues)
- Estrutura do produto
- Lead times dos itens
- Posição dos estoques

Necessidades Líquidas = Necessidades Brutas - Quantidades em Estoque

Dinâmica de produção fasada no tempo

Lead Time é o tempo de ressuprimento de um item.

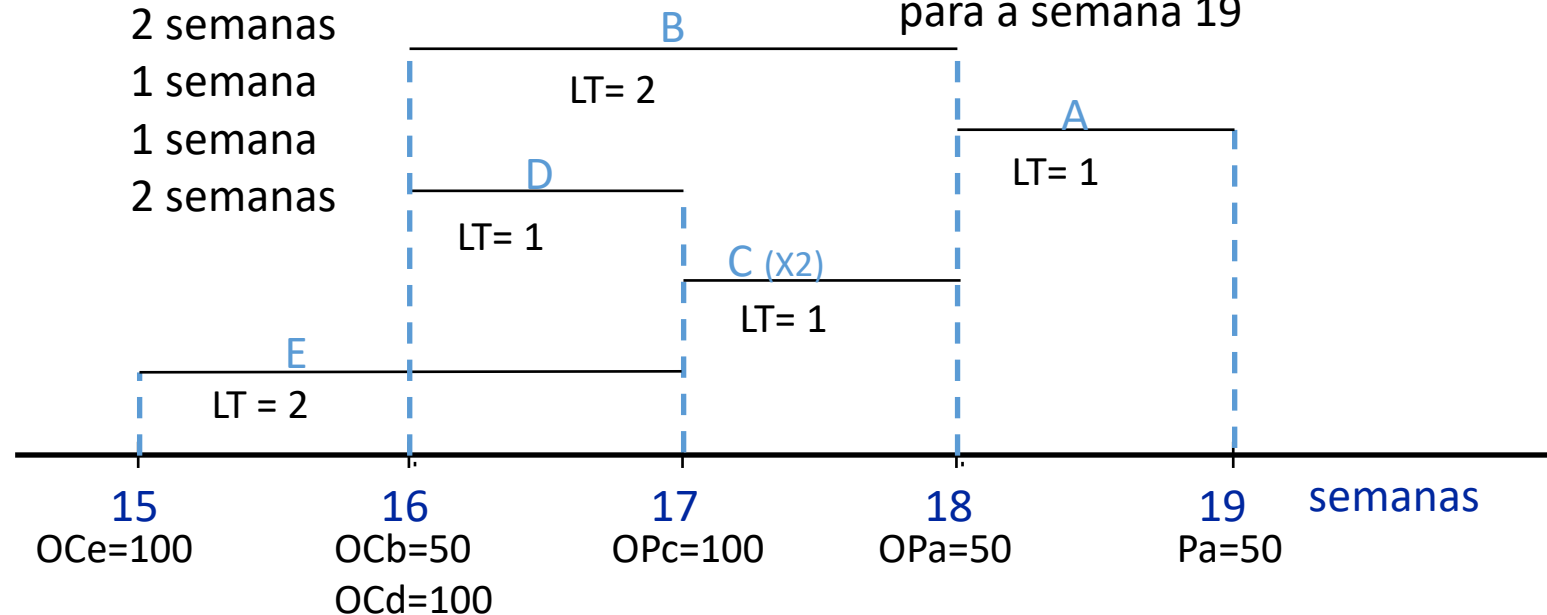
Ex. Produto a ser planejado:



Lead Times:

- A 1 semana
- B 2 semanas
- C 1 semana
- D 1 semana
- E 2 semanas

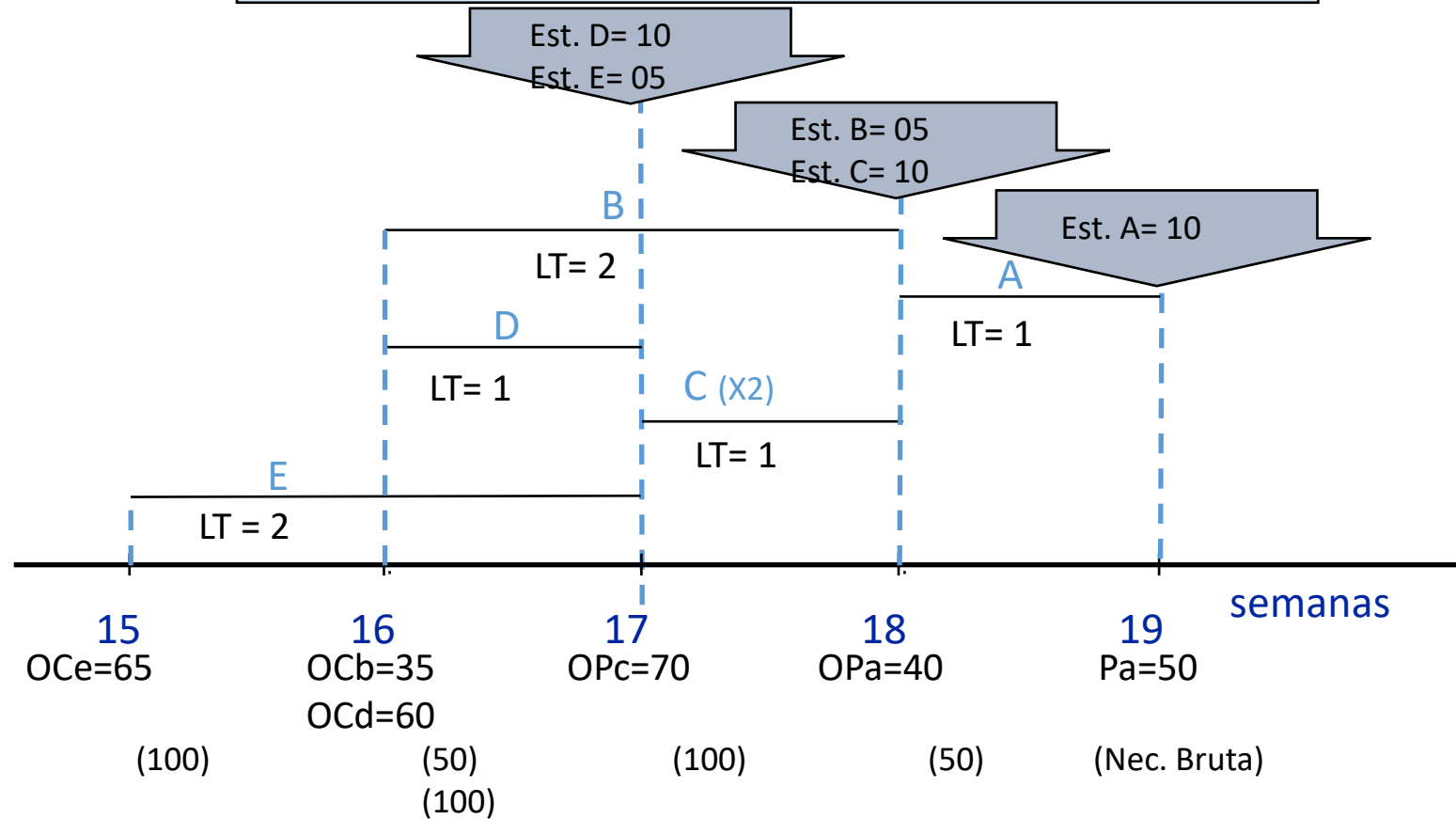
Pedido: 50 unidades de A para a semana 19



Cálculo de Necessidades Líquidas

Exemplo:

Item	Semana	Posição do estoque
A	19	10
B	18	05
C	18	10
D	17	10
E	17	05



Programação para frente e para trás

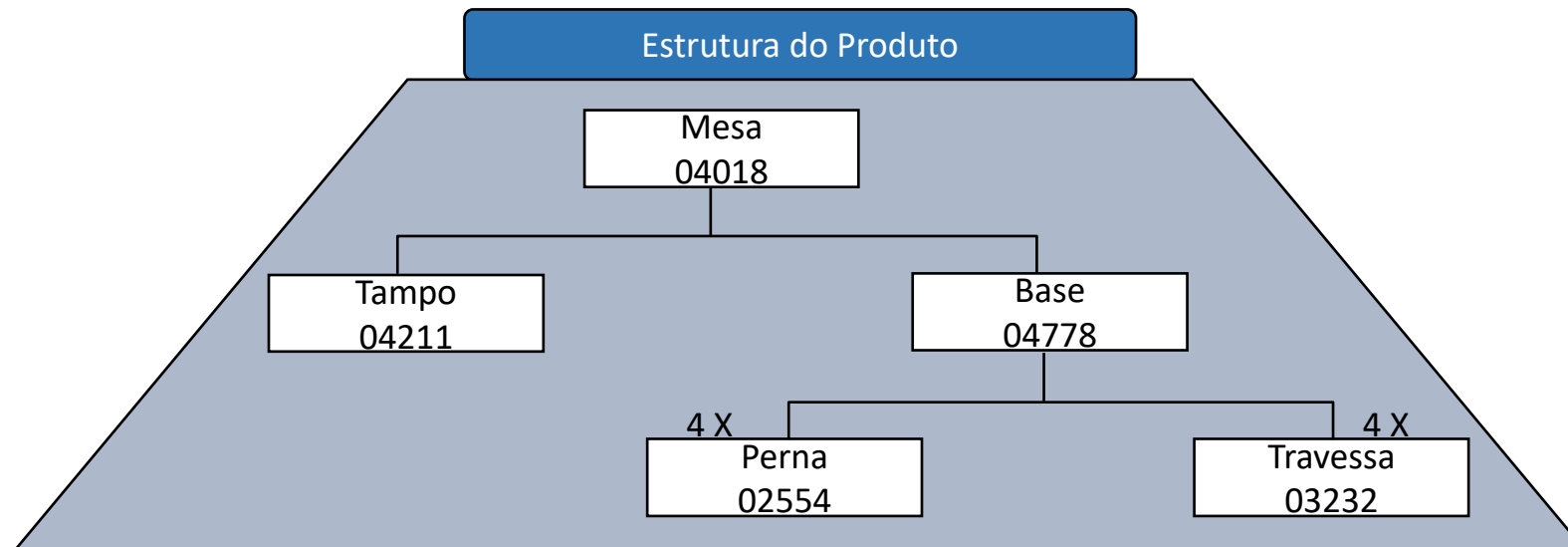
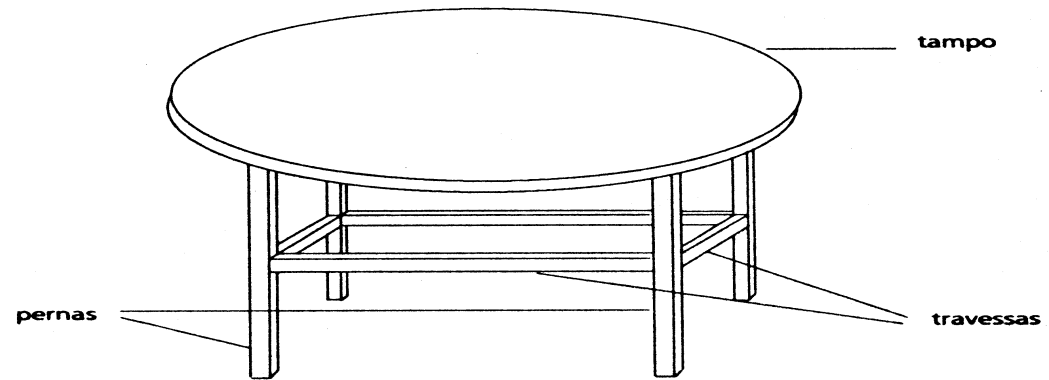
- ❖ **Programação para frente:** a partir da primeira data possível
- ❖ **Programação para trás:** a partir da última data possível

Exemplo prático

Faça a programação para frente e para trás da mesa e discuta as implicações de cada uma

Montagem da Mesa
Montagem da Base
Compra das travessas
Compra das pernas
Compra do tampo

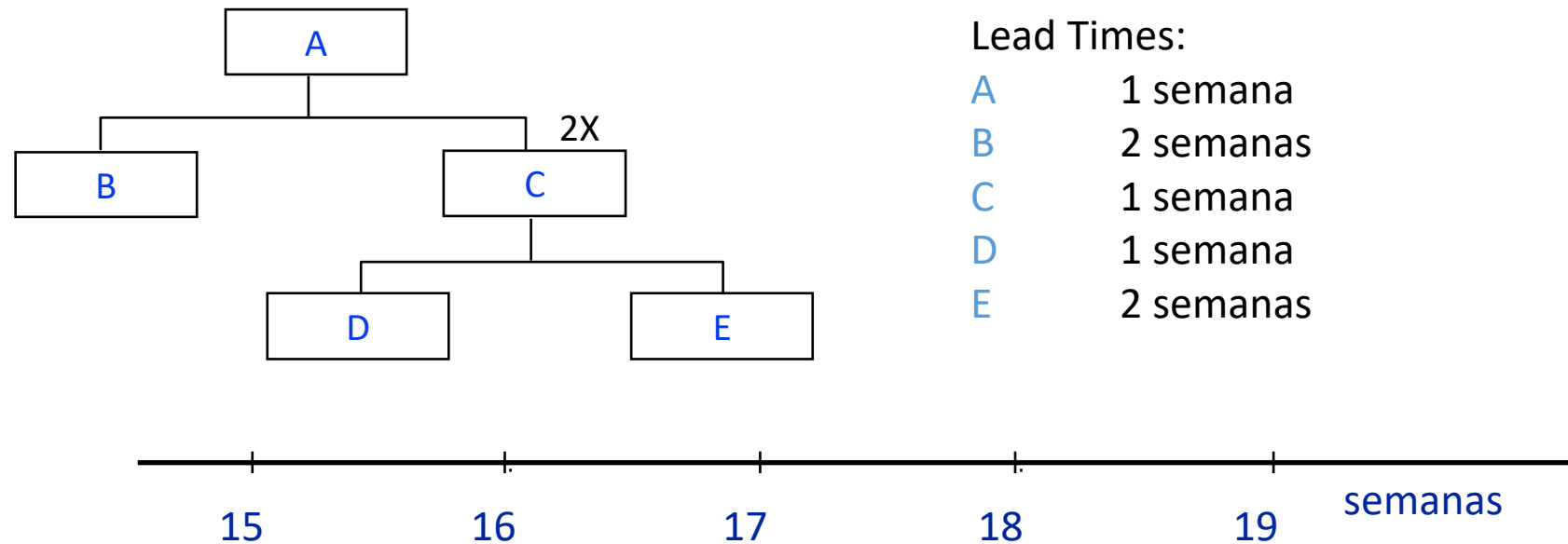
Lead Times:
1 semana
1 semana
1 semana
2 semana
2 semanas



Programação para frente e para trás

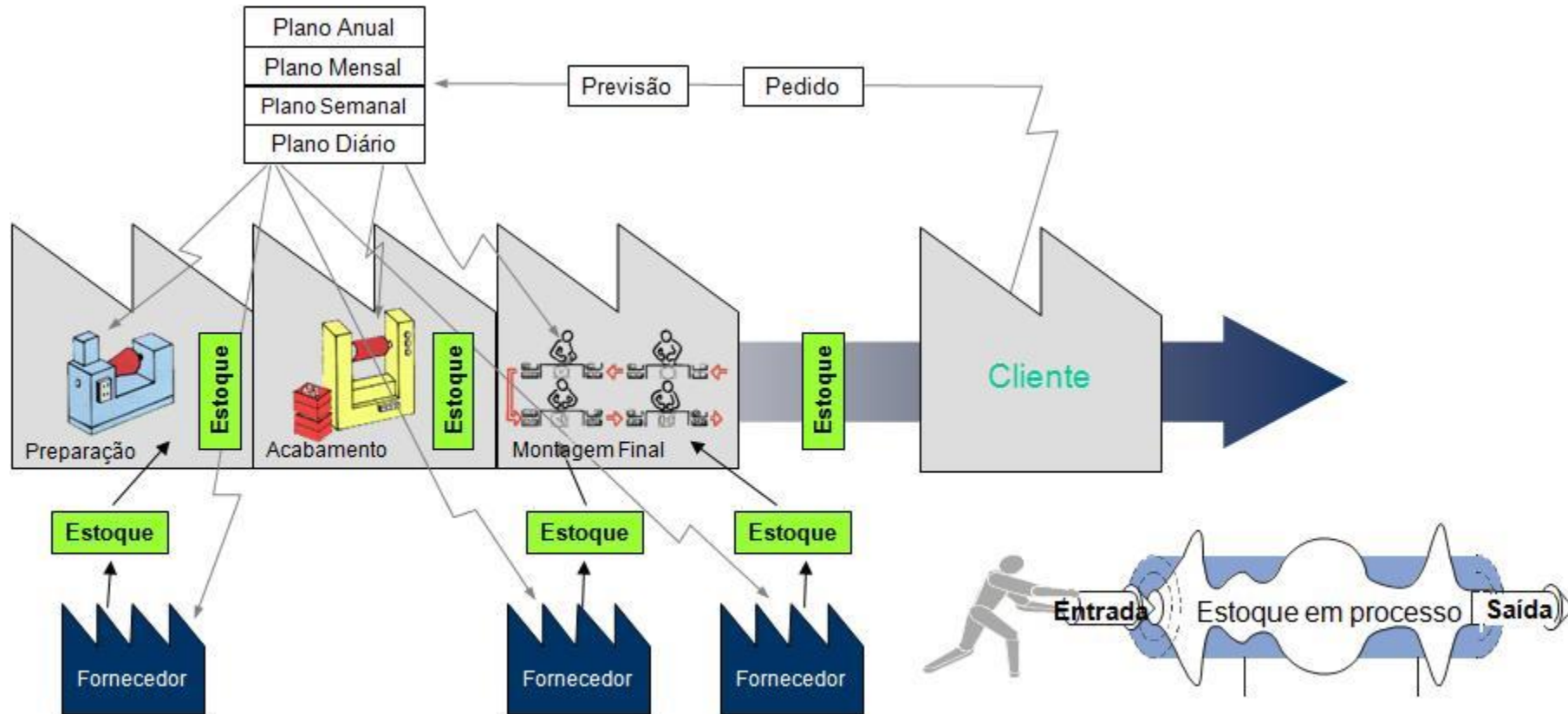
- ❖ **Programação para frente:** a partir da primeira data possível
- ❖ **Programação para trás:** a partir da última data possível

Exercício: Faça a programação para frente e para trás do produto A



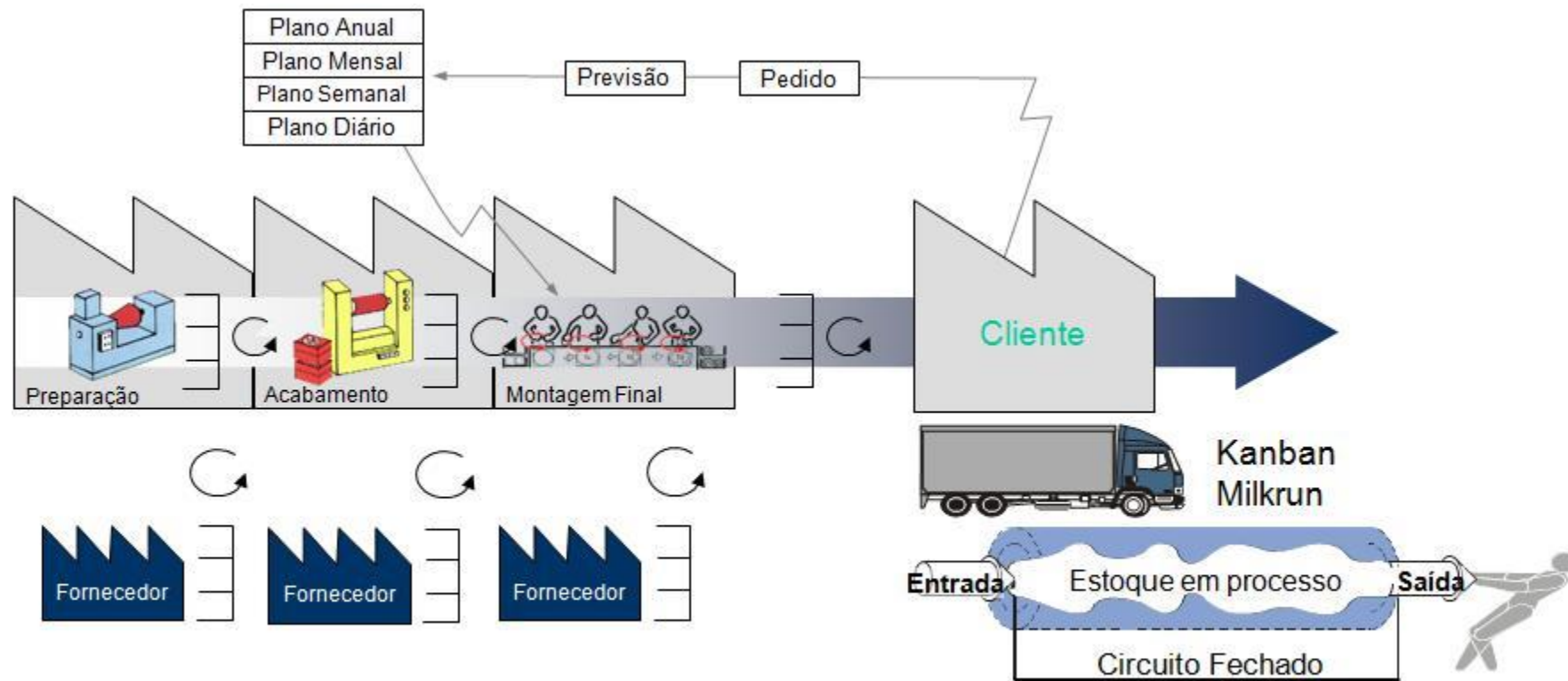
Produção empurrada

Baseada em uma previsão da demanda onde cada processo produz uma determinada quantidade independentemente do consumo do processo seguinte.



Produção puxada

É uma produção controlada pelo consumo realizado no “Processo Puxador” (geralmente o processo seguinte).



Registro do MRP

Necessidades Brutas		150	150	150		300	150
Recebimentos Programados				400		400	
Estoque Projetado Disp.	320	170	20	170	270	370	220
Plano de Liberação de Ordens		400		400			

Lead Time = 2 períodos
Tamanho do Lote= 400
Estoque de Segurança= 0

Estoque atual

Necessidades Brutas: demanda do item durante cada período

Recebimentos Programados: ordens firmes, repondo estoques no início de cada período

Estoque Projetado Disponível: a posição e os níveis ao final de cada período

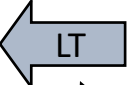
Plano de Liberação de Ordens: ordens a serem liberadas no início de cada período

Lead Time: tempo entre a liberação da ordem e a disponibilidade do material

Tamanho do Lote: lote mínimo de fabricação/compra

Estoque de Segurança: quantidade mínima a ser prevista no estoque

Formulação do MRP

<i>Período</i>	<i>P</i>	<i>P+1</i>
Necessidades Brutas		A
Recebimentos Programados		B
Estoque Projetado Disponível	C	C'
Plano de Liberação de Ordens		X

$$C' = B + C - A$$

$$C' \geq \text{Estoque de Segurança}$$

Se $C' < ES$ então é gerada Ordem

$$X = A - B - C + ES$$

ou

$$X = \text{Lote mínimo ou}$$

$$X = N \times \text{Lote mínimo (múltiplo de lote mínimo} > A - B - C + ES)$$

Lead Time

Exemplo de MRP

Período	1	2	3	4	5	6
Necessidades Brutas		20		50	40	
Recebimentos Programados						
Estoque Projetado Disp.	5					
Plano de Liberação de Ordens						

Lead Time = 1 período

Lote mínimo= 30

Estoque de Segurança= 5

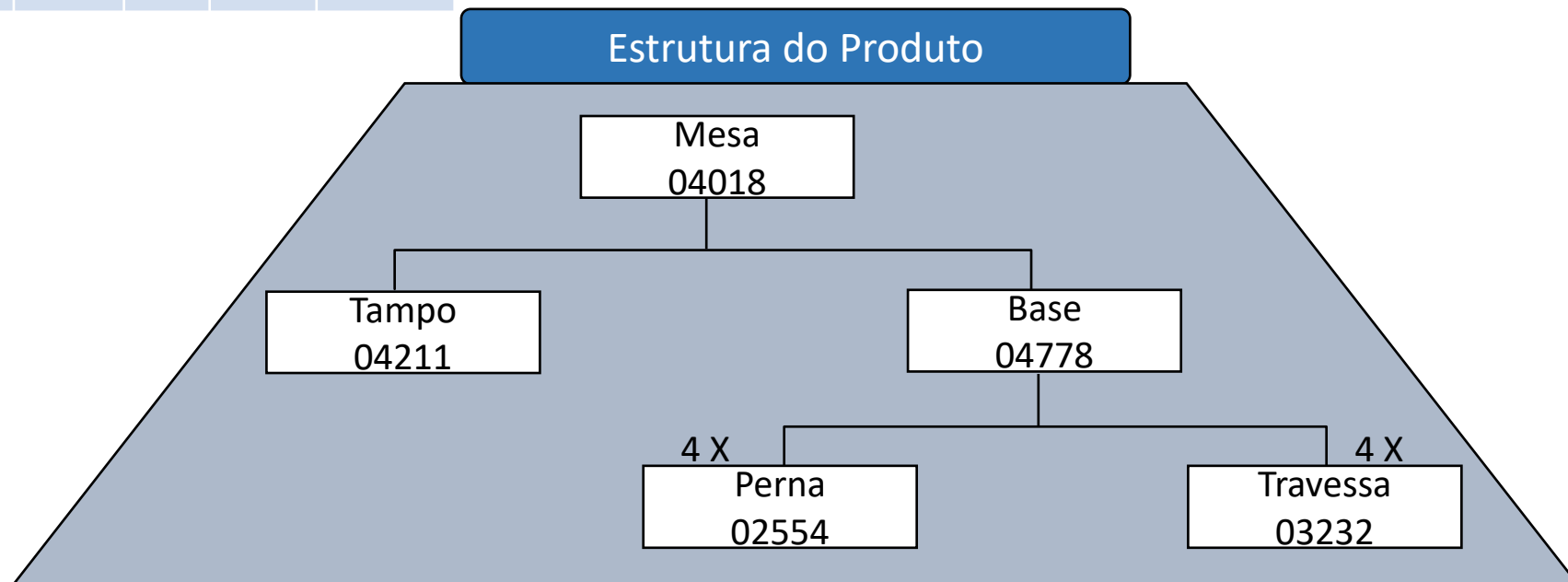
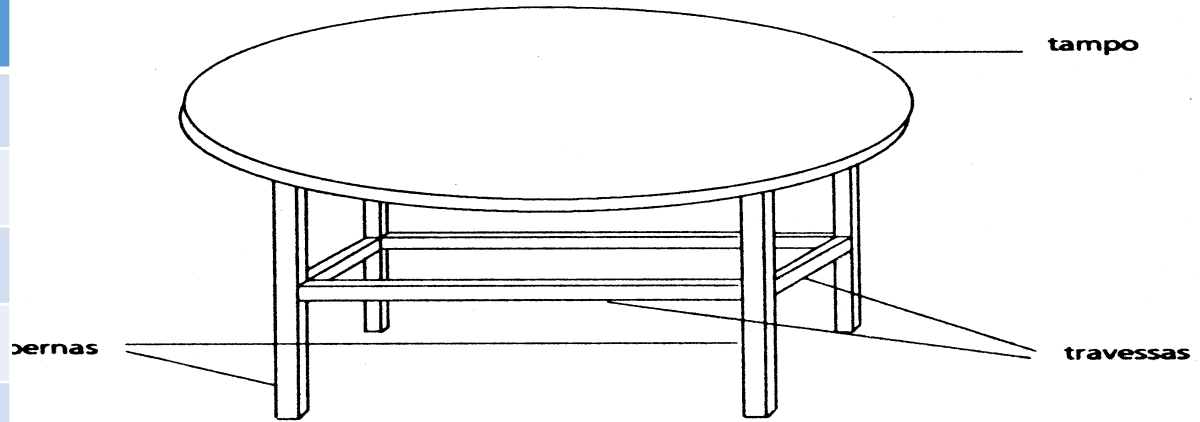
Testando...

Período	1	2	3	4	5	6
Necessidades Brutas	30	10		40	15	
Recebimentos Programados	50					
Estoque Projetado Disp.	20					
Plano de Liberação de Ordens						

Lead Time = 1 período
Tamanho do Lote= 50
Estoque de Segurança= 10

Exemplo prático

	LT	ES	Lote	Estoque
Mesa	1	-	-	
Tampo	1	15	-	45
Base	1	-	20	25
Travessa	1	-	50	140
Perna	1	-	50	140



Período	Mesa	1	2	3	4	5	6
MPS mesa			20		10		30
Plano de liberação de ordens							
LT = 1							

Período	Mesa	1	2	3	4	5	6
MPS mesa			20		10		30
Plano de liberação de ordens		20		10		30	
LT = 1							

Período	Mesa	1	2	3	4	5	6
MPS mesa			20		10		30
Plano de liberação de ordens		20		10		30	
LT = 1							

Período	Tampo	1	2	3	4	5	6
Necessidades brutas		20		10		30	
Recebimentos programados							
Estoque projetado disponível	45						
Plano de liberação de ordens							
LT = 1; ES= 15							

Período	Mesa	1	2	3	4	5	6
MPS mesa			20		10		30
Plano de liberação de ordens		20		10		30	
LT = 1							

Período	Tampo	1	2	3	4	5	6
Necessidades brutas		20		10		30	
Recebimentos programados						30	
Estoque projetado disponível	45	25	25	15	15	15	5
Plano de liberação de ordens					30		
LT = 1; ES= 15							

Período	Mesa	1	2	3	4	5	6
MPS mesa			20		10		30
Plano de liberação de ordens		20		10		30	
LT = 1							
Período	Tampo	1	2	3	4	5	6
Necessidades brutas		20		10		30	
Recebimentos programados						30	
Estoque projetado disponível	45	25	25	15	15	15	5
Plano de liberação de ordens					30		
LT = 1; ES= 15							
Período	Base	1	2	3	4	5	6
Necessidades brutas		20		10		30	
Recebimentos programados							
Estoque projetado disponível	25						
Plano de liberação de ordens							
LT = 1; Lote= 20							

Período	Mesa	1	2	3	4	5	6
MPS mesa			20		10		30
Plano de liberação de ordens		20		10		30	
LT = 1							
Período	Tampo	1 ^v	2	3 ^v	4	5 ^v	6
Necessidades brutas		20		10		30	
Recebimentos programados						30	
Estoque projetado disponível	45	25	25	15	15	15	5
Plano de liberação de ordens					30		
LT = 1; ES= 15							
Período	Base	1	2	3	4	5	6
Necessidades brutas		20		10		30	
Recebimentos programados				20		20	
Estoque projetado disponível	25	5	5	15	15	5	5
Plano de liberação de ordens			20		20		
LT = 1; Lote= 20							

Período	Base	1	2	3	4	5	6
Necessidades brutas		20		10		30	
Recebimentos programados				20		20	
Estoque projetado disponível	25	5	5	15	15	5	5
Plano de liberação de ordens			20		20		
LT = 1; Lote= 20							

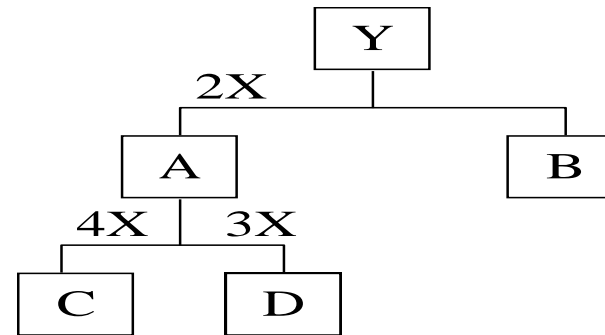
Período	Base	1	2	3	4	5	6
Necessidades brutas		20		10		30	
Recebimentos programados				20		20	
Estoque projetado disponível	25	5	5	15	15	5	5
Plano de liberação de ordens			20		20		
LT = 1; Lote= 20							

Período	Travessa	1	2	3	4	5	6
Necessidades brutas			80		80		
Recebimentos programados							
Estoque projetado disponível	140						
Plano de liberação de ordens							
LT = 1; ES= 50							

Período	Base	1	2	3	4	5	6
Necessidades brutas		20		10		30	
Recebimentos programados				20		20	
Estoque projetado disponível	25	5	5	15	15	5	5
Plano de liberação de ordens			20		20		
LT = 1; Lote= 20							

Período	Travessa	1	2	3	4	5	6
Necessidades brutas			80		80		
Recebimentos programados					50		
Estoque projetado disponível	140	240	60	60	30	30	30
Plano de liberação de ordens				50			
LT = 1; Lote= 50							

Exercício



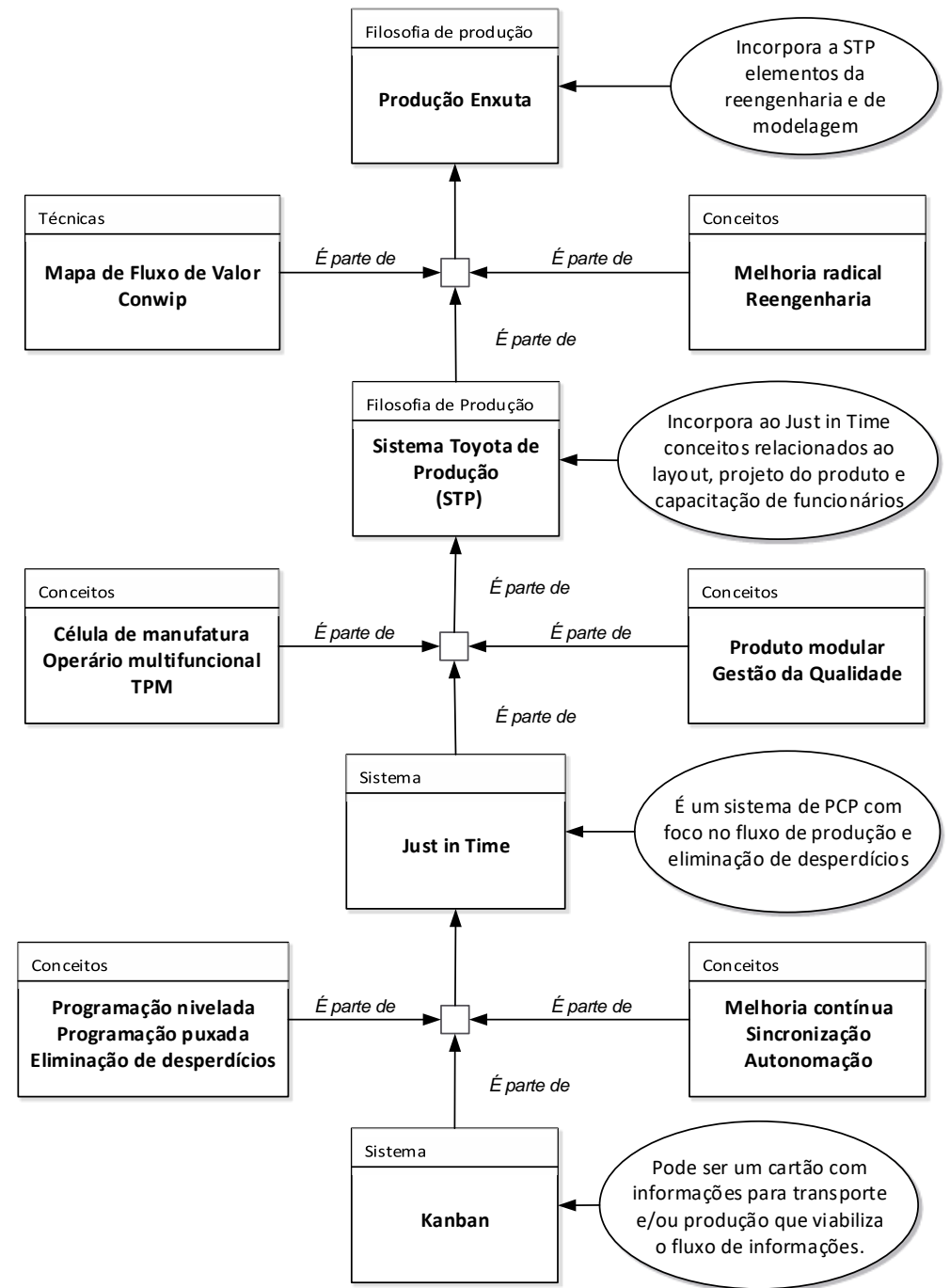
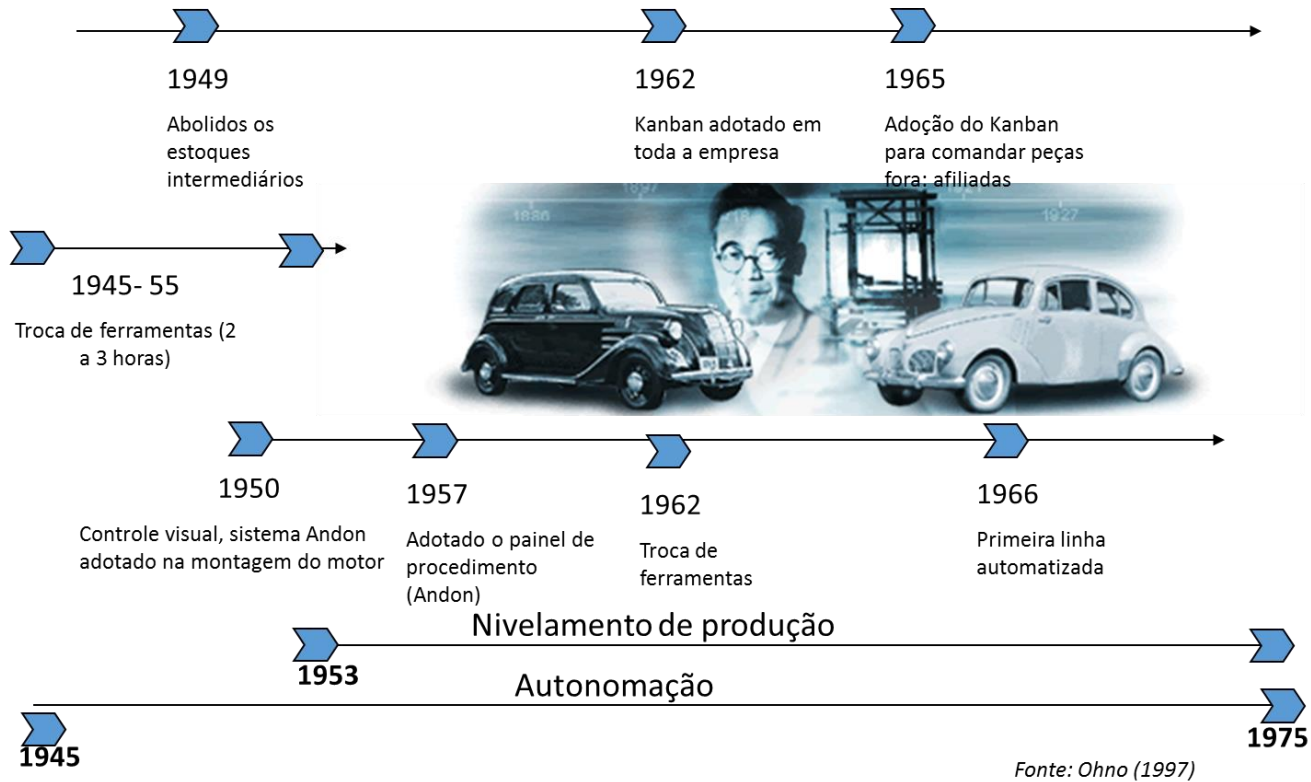
Considerando a demanda de Y para as próximas 12 semanas:

		Previsão para as semanas											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Y		0	0	0	120	0	50	80	90	0	180	80	90

MPS do produto acompanha a previsão de vendas (MPS é igual ao quadro de previsão). Efetue o Cálculo de Necessidades de Materiais (MRP) para o produto e para os seus componentes, considerando a seguinte tabela:

	Y	A	B	C	D
Estoque Atual	120	50	50	100	100
Lead Time	1	1	2	1	2
Est. Segurança	0	0	0	50	100
Lote Mínimo	140	200	80	600	400

Produção enxuta



Principais publicações sobre a Produção Enxuta

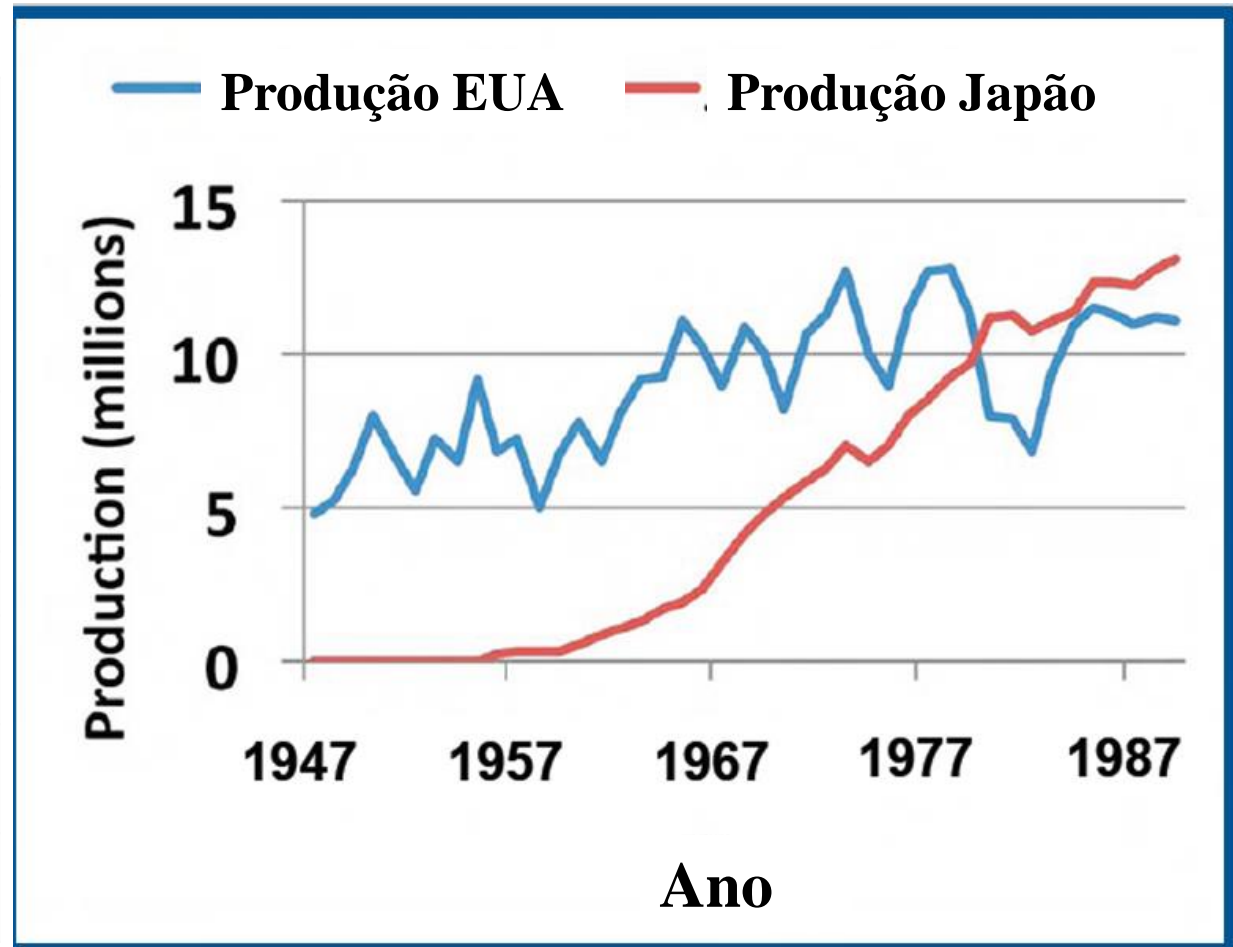


Figura 19: Genealogia de publicações da Produção Enxuta

Fonte: Adaptado de Araújo (2009)

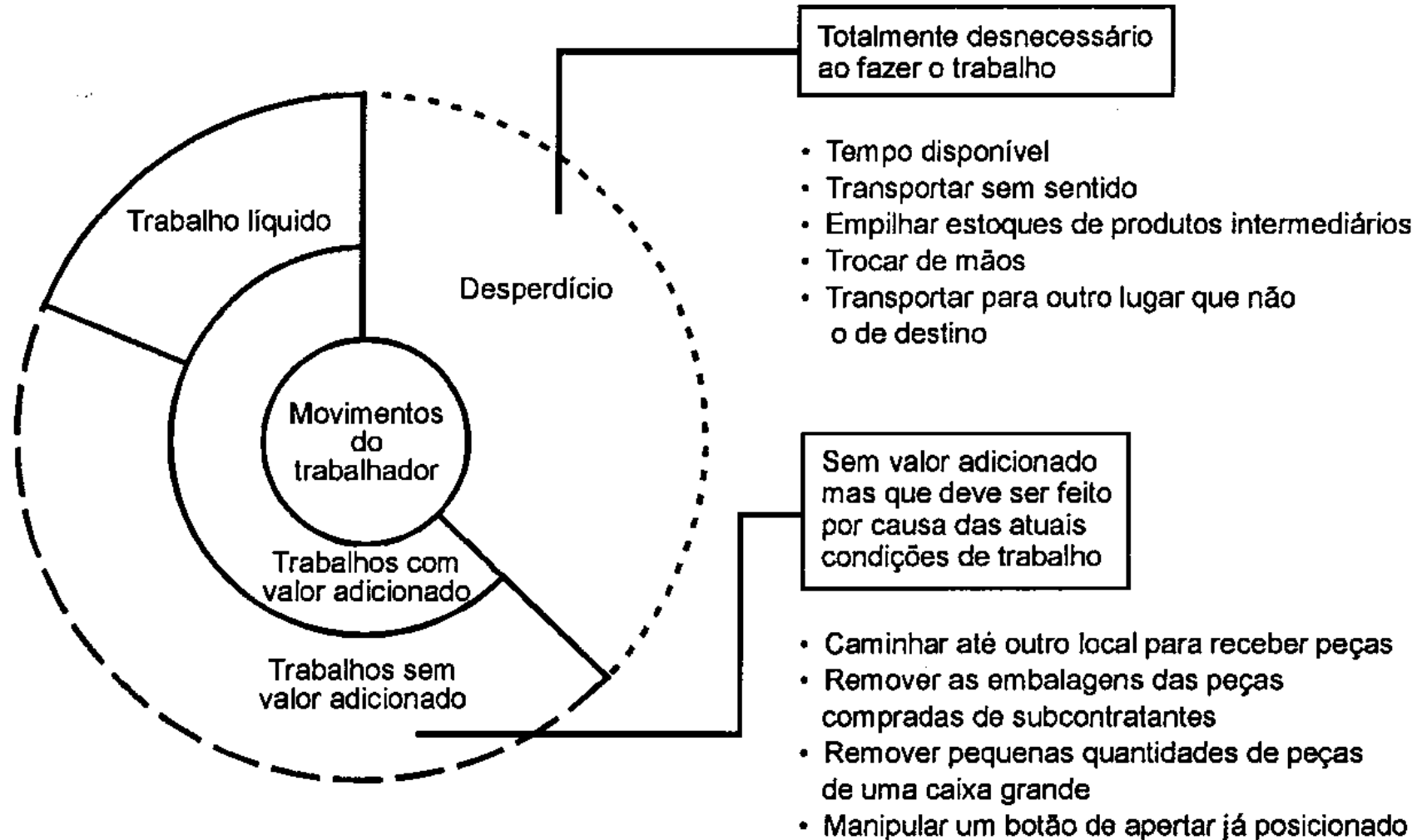
Evolução da produção Enxuta

Índices comparativos entre GM (EUA) e Toyota (Japão) (~1985)		
	Japão	EUA
Produtividade (horas/veículo)	16,8	25,1
Qualidade (defeitos/ 100 veículos)	60	82,3
Estoque (dias)	0,2	2,9
Trabalho equipe	69,3%	17,3%
Sugestões por empregados	61,6	0,4
Classificações de trabalho	11,9	67,1
Horas de treinamento	380,4	46,4



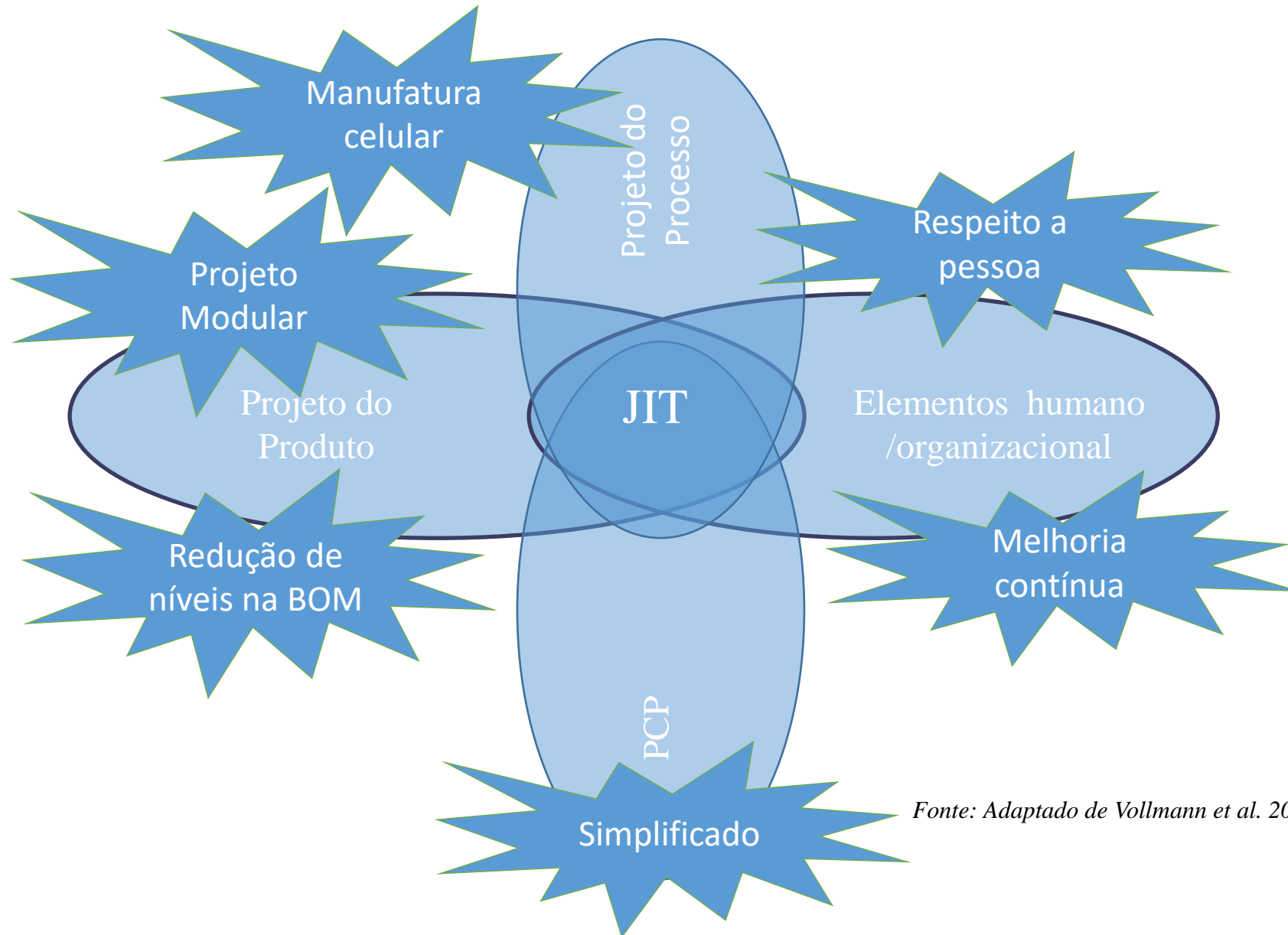
Fonte: MIT (2009)

Compreendendo a função manufatura



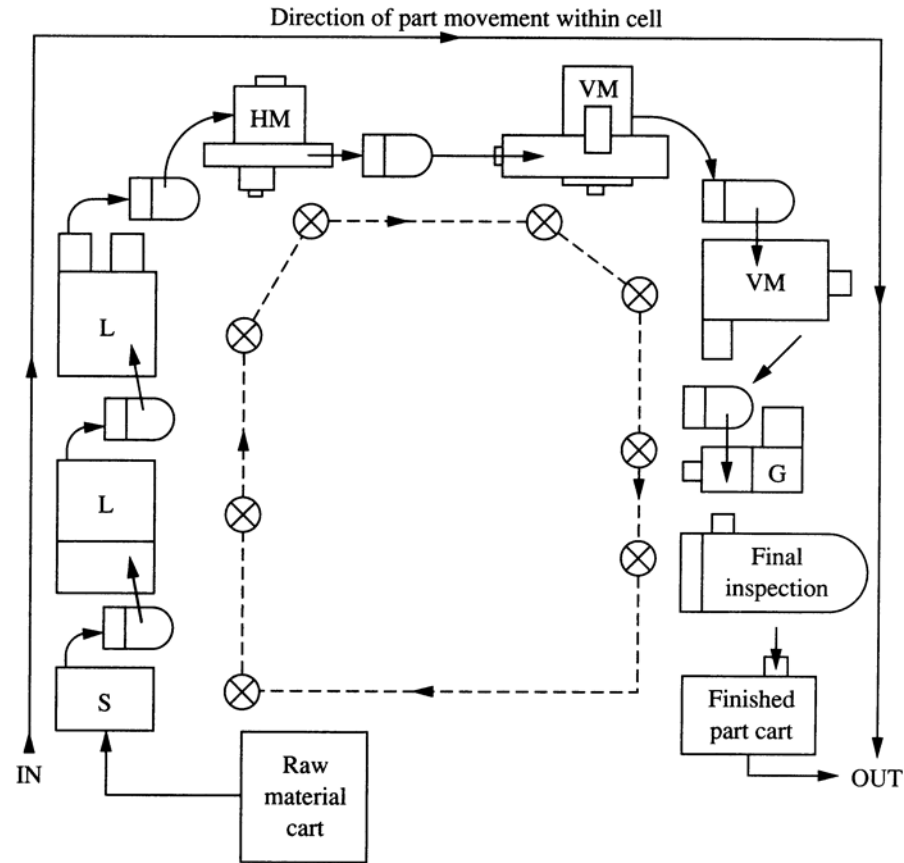
Fonte: Ohno (1997)

O Just in time no PCP



Fonte: Adaptado de Vollmann et al. 2005

Projeto do processo



Key:

S = Saw

L = Lathe

HM = Horizontal milling machine

VM = Vertical milling machine

G = Grinder

⊗ = Worker positions

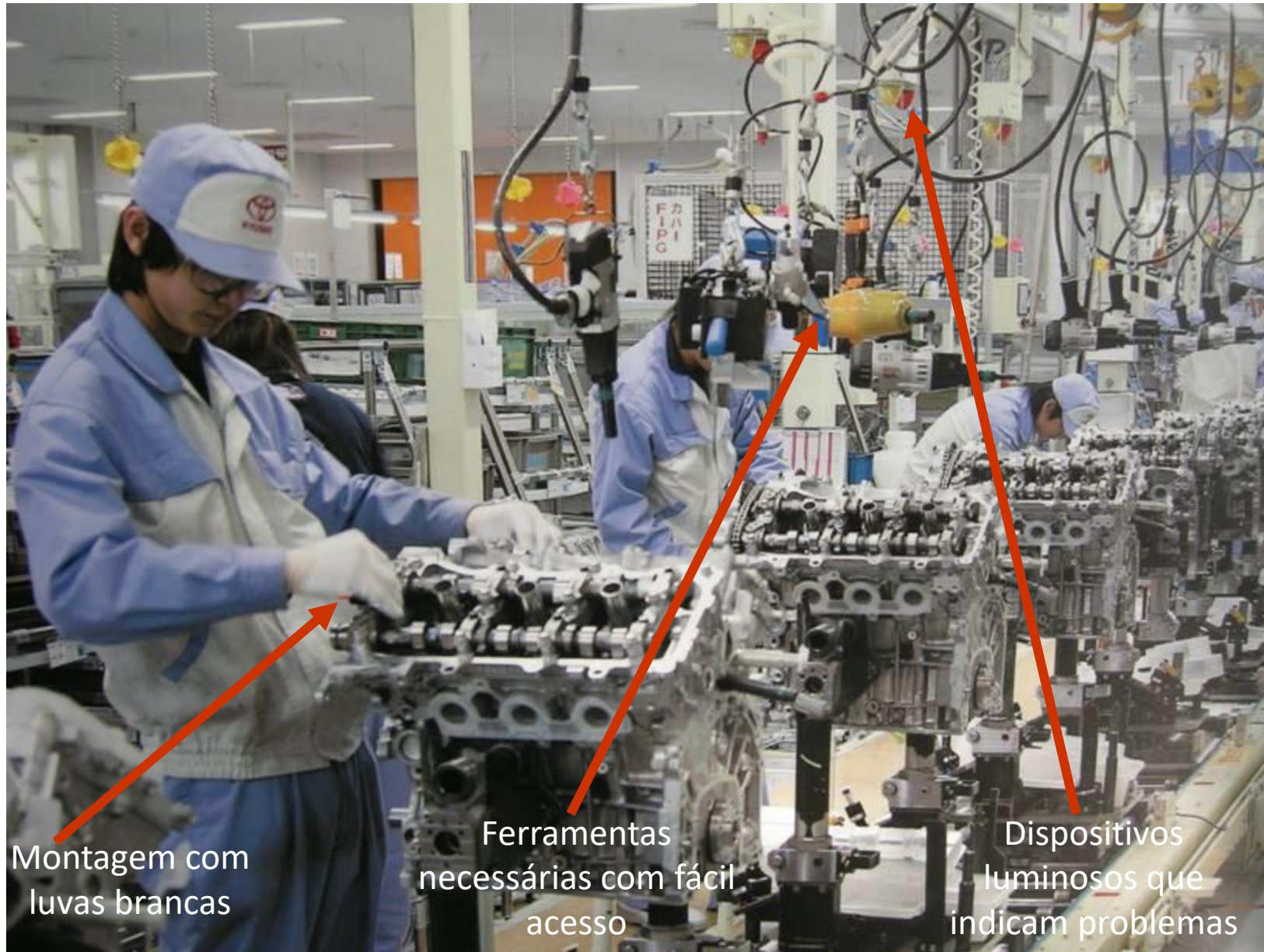
--- Path(s) of worker(s)
moving within cell

— Material movement paths
within cell

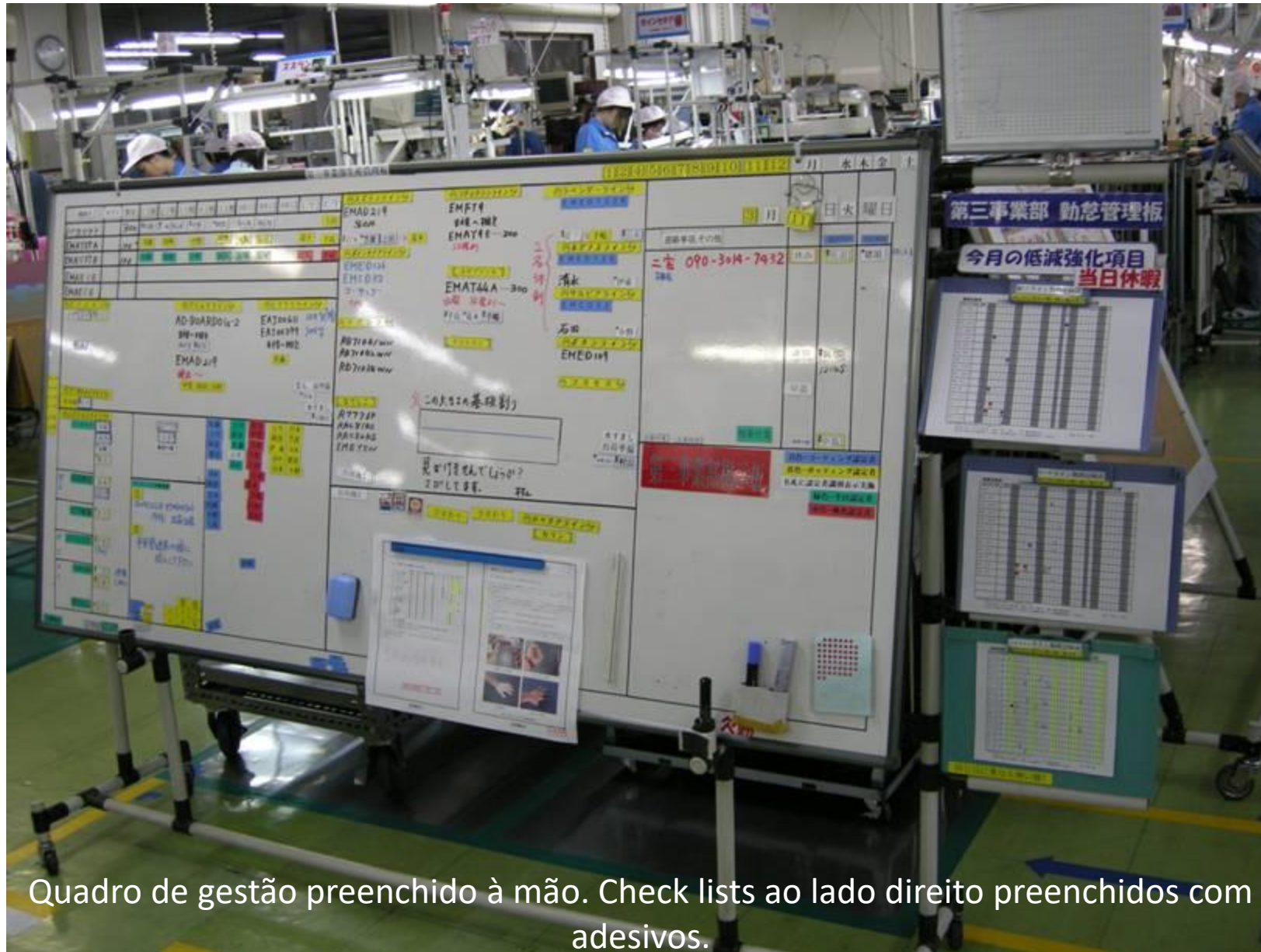
D Kanban square
(Decoupler)

FIGURE 4.2

Elemento humano



PCP: Simplificação



Quadro de gestão preenchido à mão. Check lists ao lado direito preenchidos com adesivos.

Respeito a pessoa: matriz de competências



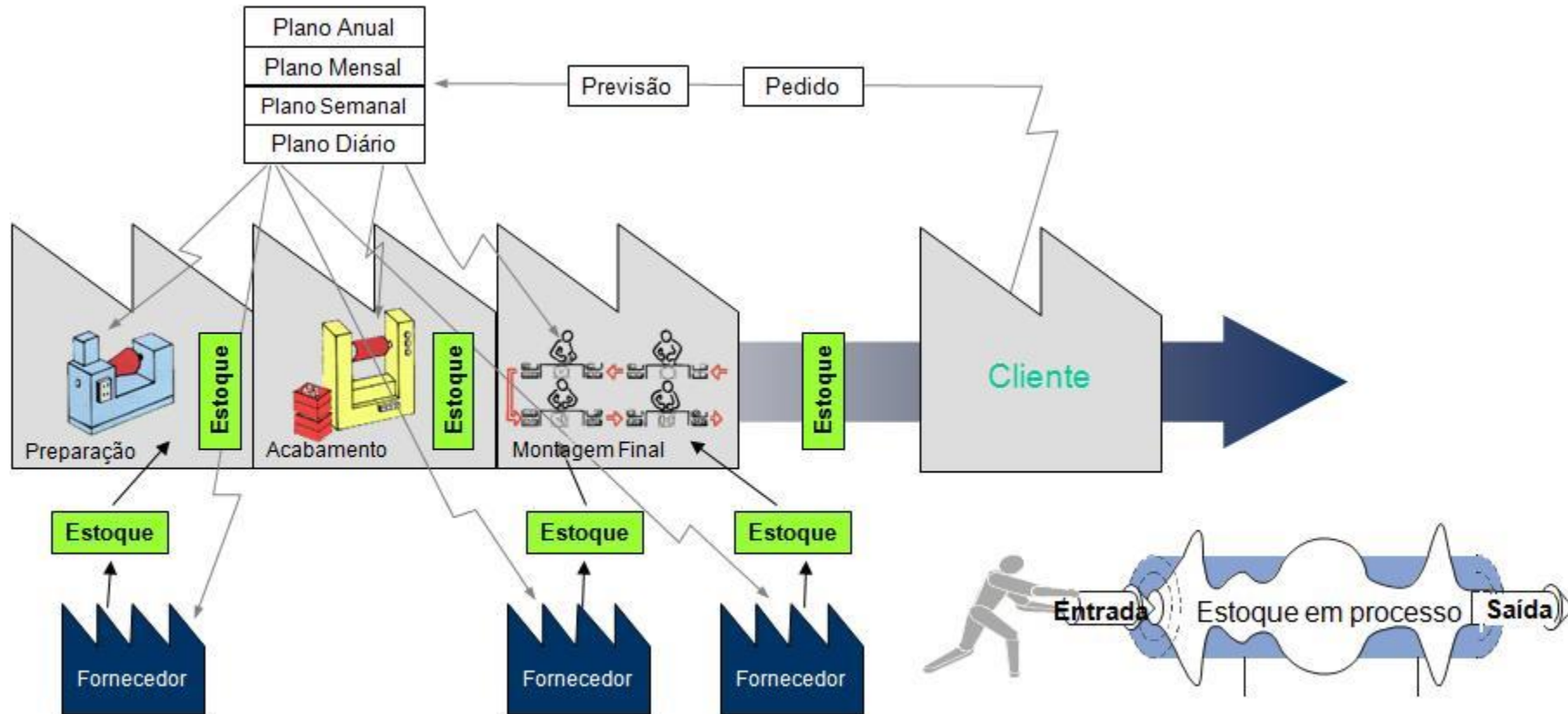
Melhoria contínua: Matriz de capacitação

Departamento	3	4	3	3	4	4
Operação	Corte inicial	Ponteamento	Fresa	Dobra	Estampa	Teste
Funcionário						
José	●		●	○	⊙	/
Joana			⊙		⊙	○
Paulo	⊙			●		○
Mário		○			○	/
Carlos	⊙	⊙			●	
Sandra				/	○	○
Tião	/	○		⊙		●
Carol	/	●	⊙	⊙		⊙

Restrito
 ○ Treinar
 ⊙ Treinado
 ● Pode treinar outros

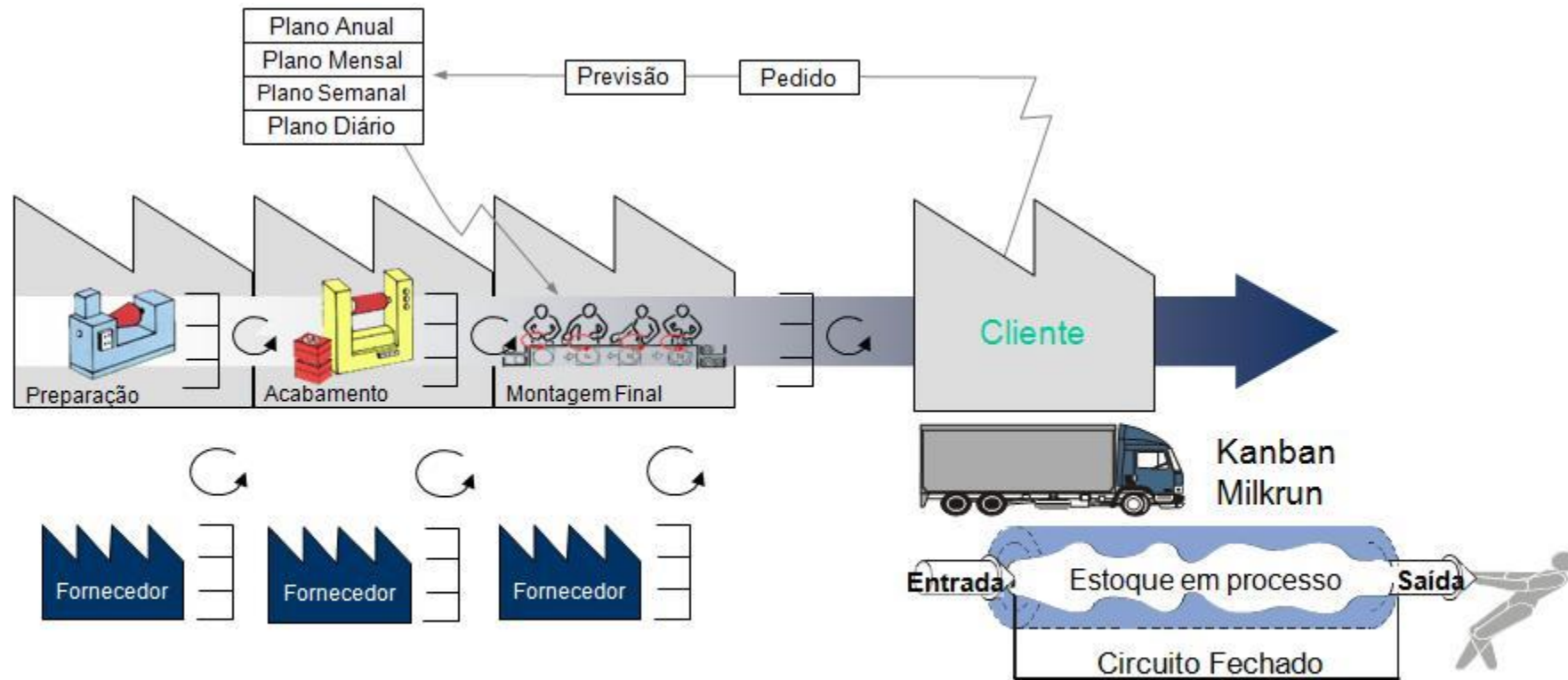
Produção empurrada

Baseada em uma previsão da demanda onde cada processo produz uma determinada quantidade independentemente do consumo do processo seguinte.



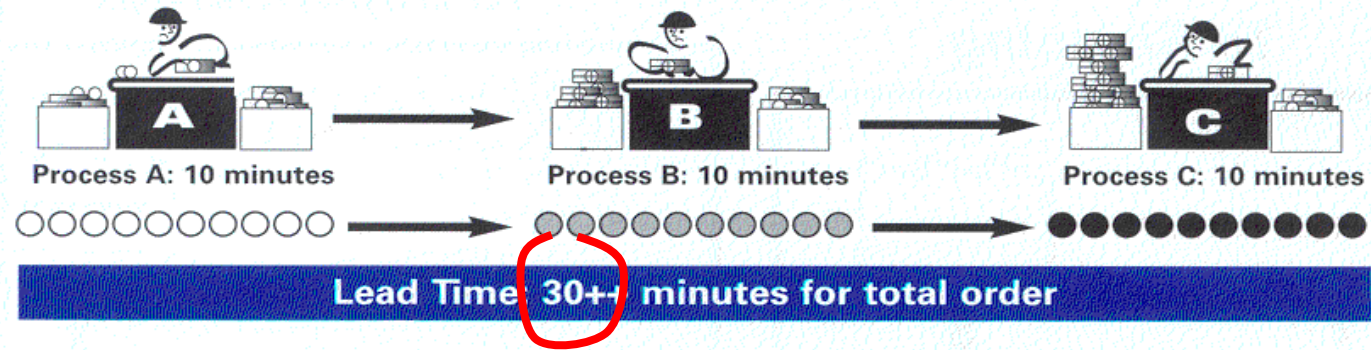
Produção puxada

É uma produção controlada pelo consumo realizado no “Processo Puxador” (geralmente o processo seguinte).

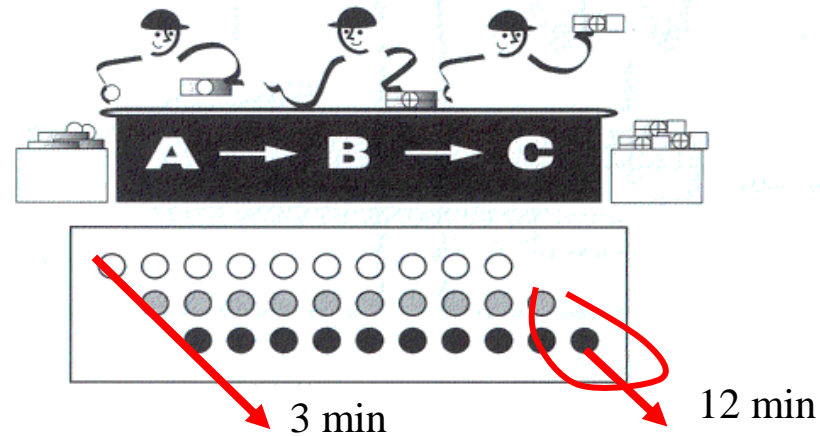


Processo de fluxo contínuo

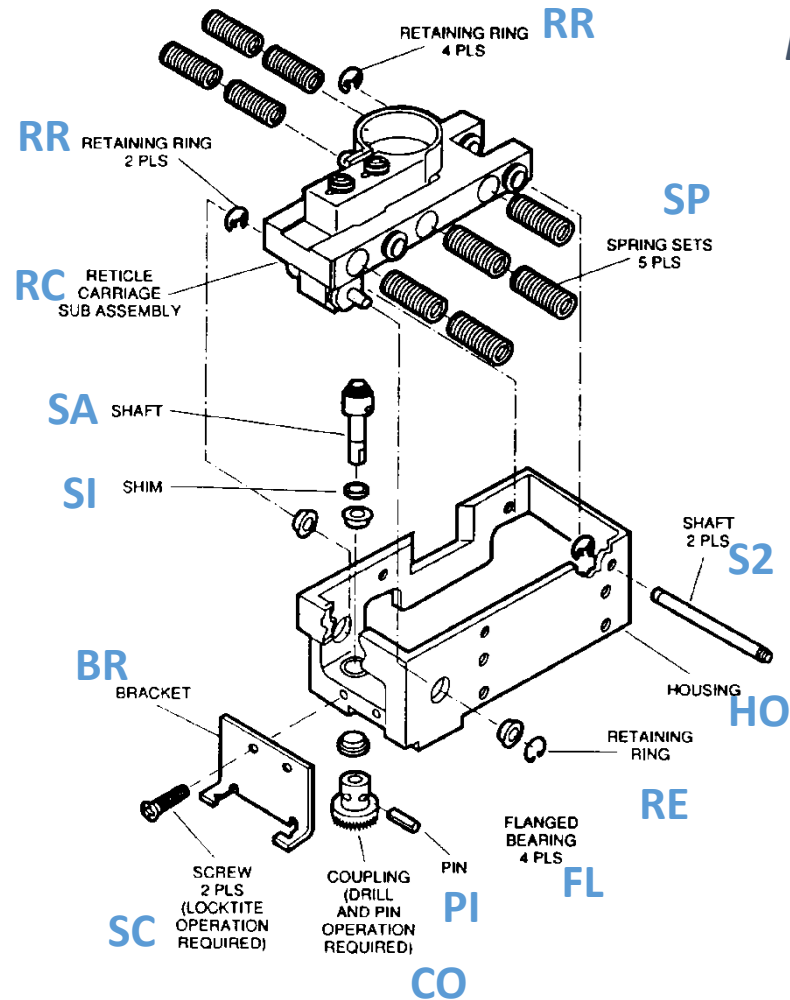
Processo empurrado e por lotes



Fluxo contínuo “fabrica um, move um”

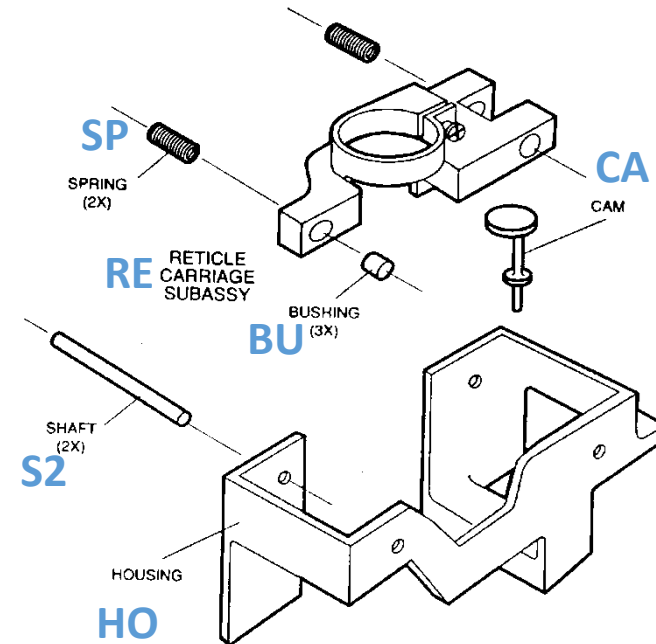
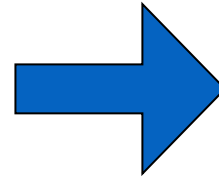


Projeto do produto



Projeto original

DFA – Design for Assembly



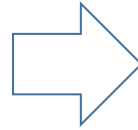
Novo projeto após o DFA

Pede-se: Elabore a estrutura do produto das duas montagens.

Três perguntas de Taiichi Ohno

Pergunta 1:

Por que uma pessoa na *Toyota Motor Company* pode operar apenas uma máquina, enquanto que na tecelagem Toyota uma moça supervisiona de 40 a 50 teares?



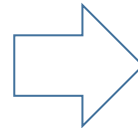
Resposta 1:

As máquinas na Toyota são programadas para parar quando a usinagem é completada.

Consequência: Automação com um toque humano

Pergunta 2:

Porque não podemos fazer um componente Just in time?



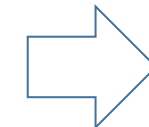
Resposta 2:

O processo anterior os produz tão rapidamente que não sabemos quantos são feitos por minuto

Consequência: Sincronização da produção

Pergunta 3:

Porque estamos produzindo componentes em demasia?



Resposta 3

Porque não existe um jeito de manter baixa ou prevenir a superprodução

Consequência: Controle visual, que conduziu ao kanban

Fonte: Ohno (1997)

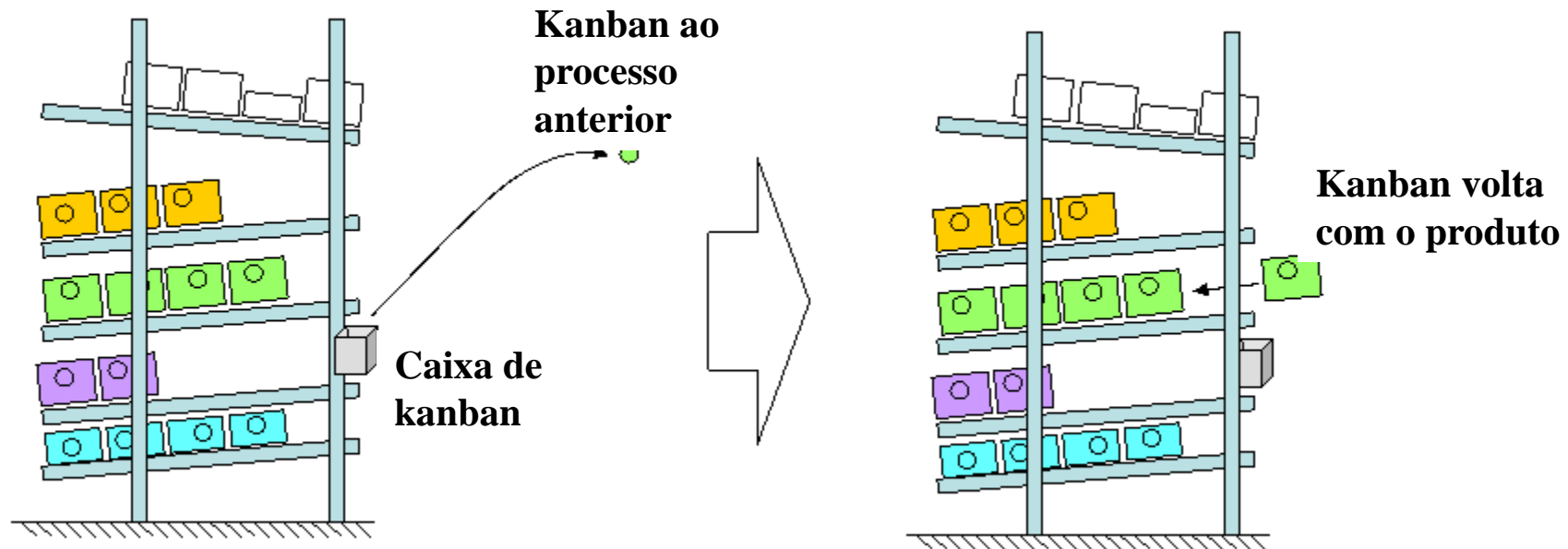
Sistema Kanban

Número	Quantidade
4302992	22
Descrição	
EIXO PRINCIPAL	
Origem	
CC 115 – CÉLULA B	
Destino	
RETÍFICA	

Função do <i>Kanban</i>	Regras para utilização
1. Fornecer informações sobre apanhar ou transportar.	1. O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo <i>kanban</i> no processo precedente.
2. Fornecer informações sobre a produção.	2. O processo inicial produz itens na quantidade e sequência indicada pelo <i>kanban</i> .
3. Impedir a superprodução e o transporte excessivo.	3. Nenhum item é produzido ou transportado sem um <i>kanban</i> .
4. Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias.	4. Serve para afixar <i>kanbans</i> às mercadorias.

O supermercado de Taiichi Ohno

O processo final (cliente) vai até o processo inicial (supermercado) para adquirir peças necessárias (gêneros) no momento e na quantidade precisa. O processo inicial imediatamente produz a quantidade recém retirada (reabastecimento das prateleiras).



Kanban de sinal

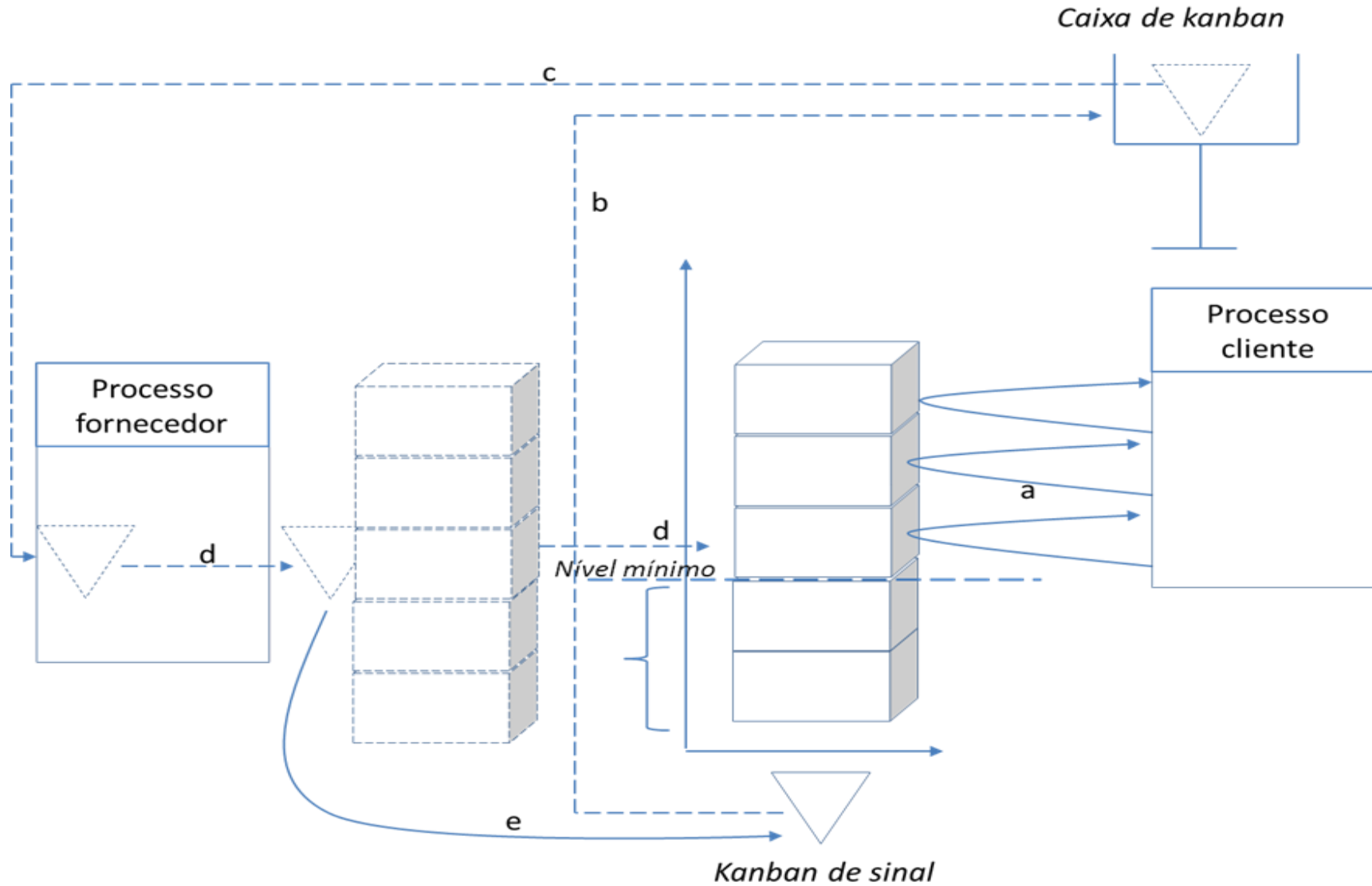


Figura 21: Kanban de sinal

Sistema de 1 kanban

Quadro de programação

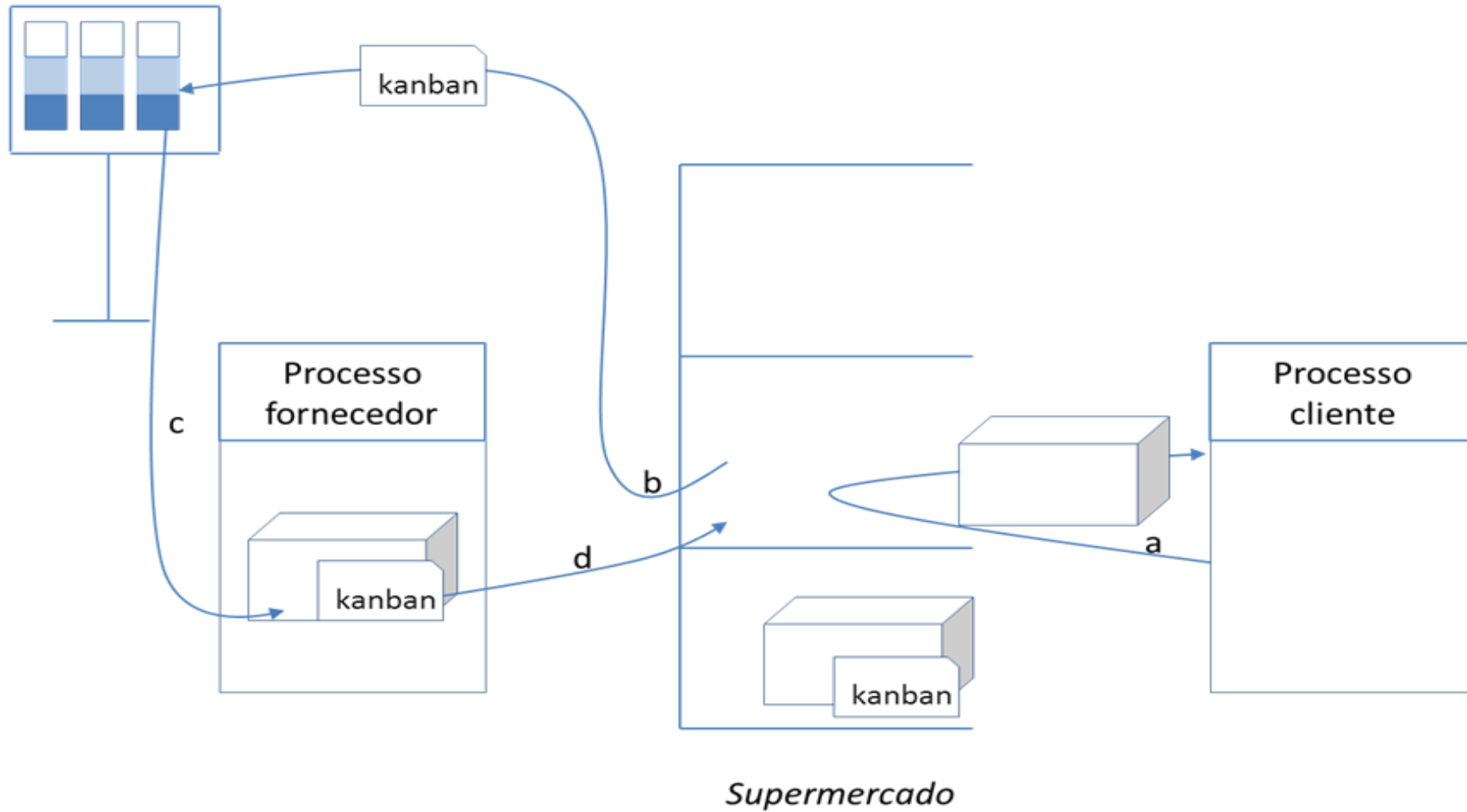


Figura 22: Sistema de 1 kanban. Fonte: Adaptado de: Araújo (2009).

Sistema de 2 kanbans

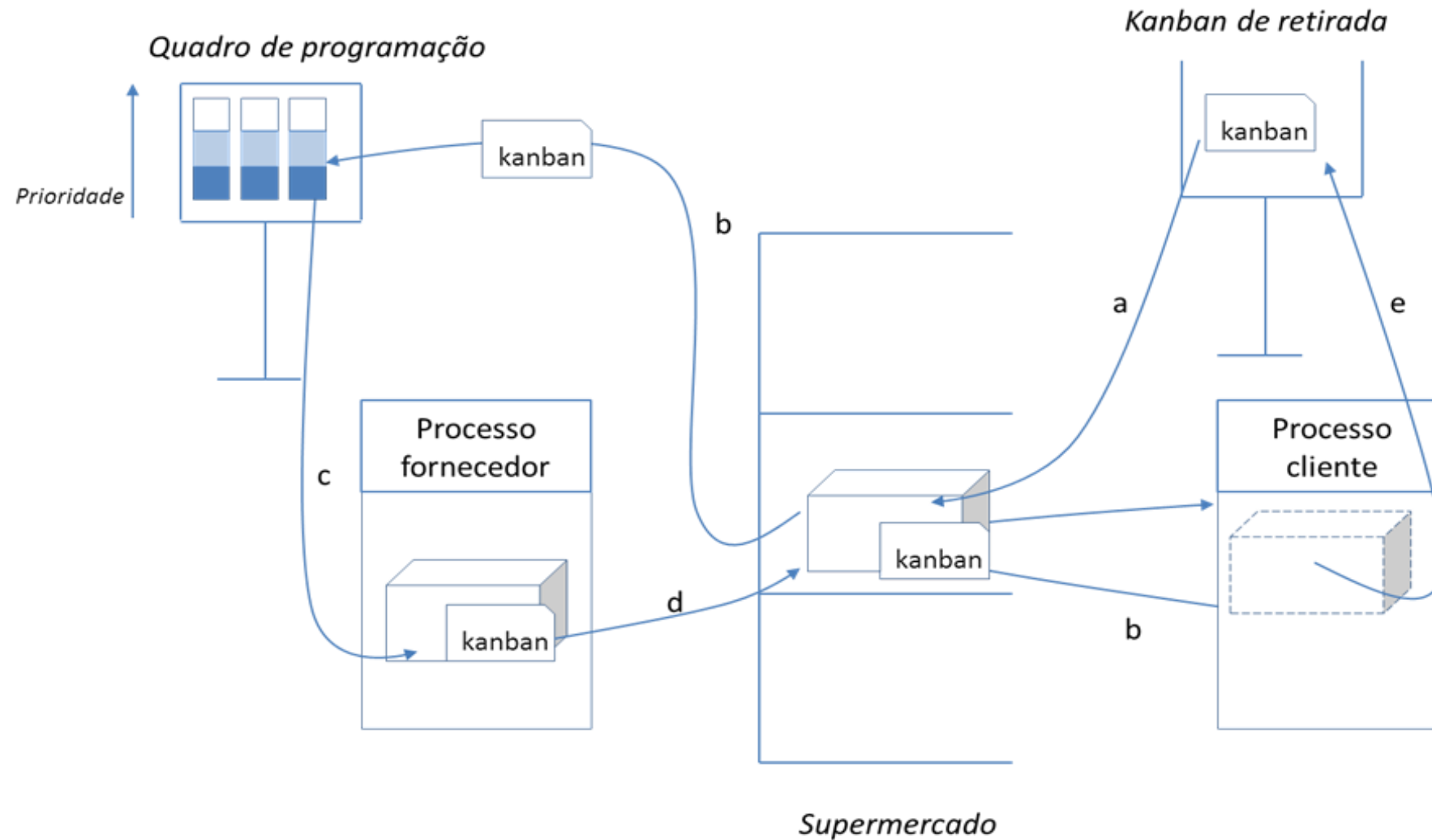


Figura 23: Sistema de 2 kanbans

Exemplos

1. Uma operação de manufatura quer reduzir seu lead time de 12 para 4 dias. Se as tarefas chegam a uma taxa média de 12 por dia e a operação pode produzir um média de 12,083 tarefas por dia, qual nova taxa de produção permitiria um lead time de somente 4 dias? Qual seria a redução do estoque de trabalho em processo com a nova taxa de produção.

2. Há dois centros de trabalho adjacentes, um centro de trabalho seguinte (usuário) e um centro de trabalho antecedente (produtor). A taxa de produção do centro de trabalho usuário é de 175 peças por hora. Cada contêiner kanban padrão contém 100 peças. É necessária uma média de 1,10 hora para que um contêiner conclua o ciclo inteiro desde o momento em que ele sai cheio do centro de trabalho antecedente até que retorne vazio, seja cheio de produtos da produção e saia novamente. Compute o número de contêineres necessário se o sistema kanban tiver uma classificação P igual a 0,25.

Fonte: GAITHER; FRAZIER (2002)