

# Planeamento e Gestão da Produção

## Planeamento da Produção, das Capacidades e dos Materiais

Marcos Daniel Marado Torres

Pedro Fernandes

[marado@student.dei.uc.pt](mailto:marado@student.dei.uc.pt)

[peter@student.dei.uc.pt](mailto:peter@student.dei.uc.pt)

Departamento de Engenharia Informática

Universidade de Coimbra

Vila Franca - Pinhal de Marrocos

3030 Coimbra, Portugal



UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

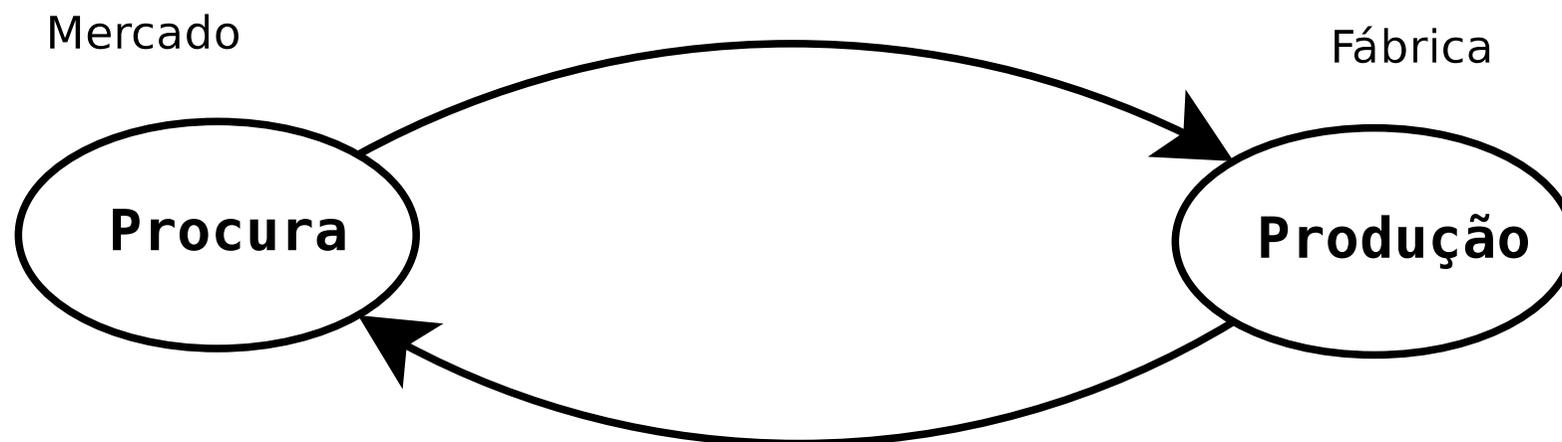
Departamento de Engenharia Informática

# Índice

- **Introdução**
- Plano de Produção (*Master Production Plan*)
- Plano Director de Produção (*Master Production Schedule*)
- Sistema de Controlo de Inventários e Produção (*MRP*)
- Outros aspectos de MRP
- Conclusão
- Bibliografia
- Questões

## Introdução

- A relação entre o *mercado* (cliente) e a *unidade de produção* é interactiva:
  - As exigências do mercado impelem a unidade de produção a produzir o produto, que por sua vez é devolvido ao mercado para satisfazer o pedido.
  - Quando é exigida uma maior quantidade de produto, o processo repete-se.



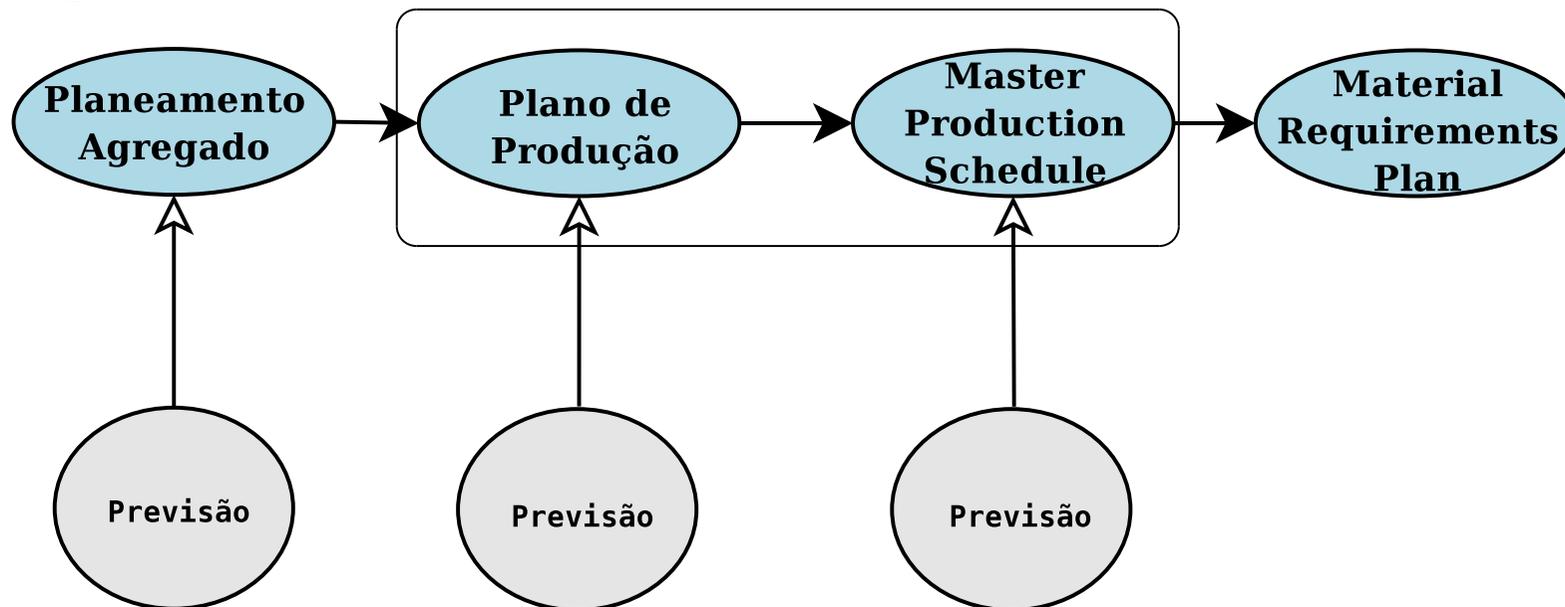
- Em muitos casos este ciclo ocorre quase instantaneamente, mas isso depende muito do *tipo de produção*:
  - Para vender um café, ele pode ser "produzido" quando o cliente (mercado) o exige, logo que todo o material necessário para o fazer (café, máquina, água ...) esteja à disposição.
  - Para vender uma casa as coisas já são diferentes: a casa demora a ser construída pelo que o produto não é imediato e a sua produção é composta por partes, pelo que há que planear a sua produção, capacidades e materiais.

# Índice

- Introdução
- Plano de Produção (*Master Production Plan*)
- Plano Director de Produção (*Master Production Schedule*)
- Sistema de Controlo de Inventários e Produção (*MRP*)
- Outros aspectos de MRP
- Conclusão
- Bibliografia
- Questões

## Plano de Produção

★ O que é um Plano de Produção?



- Após o Planeamento Agregado, falado anteriormente, há que fazer o Plano de Produção e o MPA (*Master Production Schedule*, ou, em Português, Plano Director de Produção);
- O Plano de Produção e o *Master Production Schedule* estão directamente relacionados;
- Estas três fases de Planeamento implicam uma componente de Previsão;
- O Plano de Produção faz a ligação entre o Planeamento Agregado e o Plano Director de Produção, dando os meios necessários para que se possa especificar:
  - ✓ O volume total de produção para cada período subsequente;
  - ✓ O plano de *inputs* necessários à produção de cada período, detalhando as necessidades de mão-de-obra;
  - ✓ ...

## Índice

- Introdução
- Plano de Produção (*Master Production Plan*)
- Plano Director de Produção (*Master Production Schedule*)
- Sistema de Controlo de Inventários e Produção (*MRP*)
- Outros aspectos de MRP
- Conclusão
- Bibliografia
- Questões

## Plano Director de Produção (*Master Production Schedule*)

? Qual é o objectivo do Plano Director de Produção?

★ O objectivo deste Plano é calcular quantos produtos finais é que devem ser produzidos e quando.

★ Para isso, vai especificar:

→ O volume total de produção para cada período subsequente;

→ O plano de *inputs* necessários à produção de cada período, detalhando as necessidades de mão-de-obra e os requisitos em materiais;

→ A utilização da capacidade produtiva;

→ O volume de trabalho a subcontratar, ou a realizar em horas extraordinárias.

- ★ Por outras palavras, o Plano Director de Produção vai orientar para um período determinado toda a programação da produção que pode depois ser processado utilizando um MRP (como veremos adiante).
- ★ O *MPS* pode ser criado através:
  - do Plano Agregado;
  - de Estimativas de Procura de Produtos Finais:
    - ❄ Programação Linear;
    - ❄ *Discounted Cash Flow*;
    - ❄ Modelos Dinâmicos;
    - ❄ Cadeias de *Markov*;
    - ❄ Outras técnicas Quantitativas;
    - ❄ Outras técnicas Qualitativas.

★ Técnicas Quantitativas de Previsão:

- Sistemático não Quantificado
- Analogia Histórica
- Opinião de Especialistas
- Reuniões em Painel
- Alternativas Futuras

- ★ O Plano Director de Produção surge para que se possa fazer um planeamento a *médio prazo*, e tem em conta os seguintes factores:
  - Inventário existente - Há que jogar directamente com os stocks existentes
  - Restrições de Capacidade - Factor crítico, porque muitas vezes os *MPS's* elaborados que ocultam este factor exigem a existência de um volume de *stocks* num determinado momento que ultrapassa a capacidade de armazenamento.
  - Disponibilidade do Material - Este é uma das últimas preocupações que procuram ser colmatadas através dos *Sistemas de Informação*.
  - Tempo de Produção - Factor que indica quanto tempo demora a um certo produto (ou volume de produtos) a ser produzido

## Como assegurar um bom Plano Director de Produção?

- ★ Incluir todas as procuras da venda dos produtos, reabastecimentos dos armazéns, sobressalentes e necessidades internas da fábrica
- ★ Nunca perder de vista o Planeamento Agregado
- ★ Estar envolvido com os compromissos das encomendas dos clientes
- ★ Estar acessível a todos os níveis de gestão
- ★ Conciliar objectivamente os conflitos entre a produção, o *marketing* e a engenharia
- ★ Identificar e comunicar todos os problemas

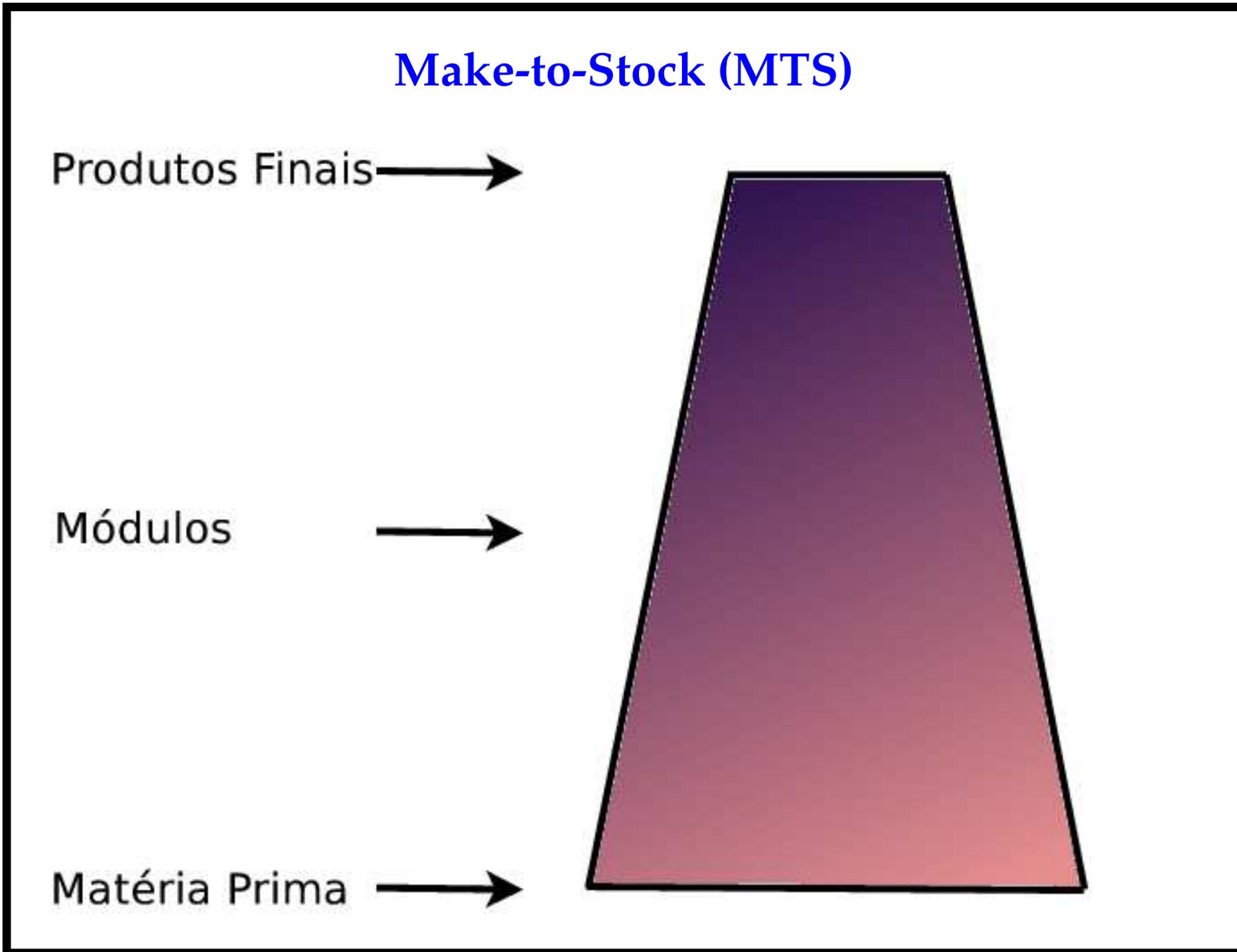
## Ambiente de Produto e Mercado

### ★ Make-to-Stock (MTS)

- Baixo tempo de entrega
- Custos de manutenção do *stock*
- Poucos produtos finais, geralmente *standardizados*
- Prevê-se uma procura elevada
- Sistema multi-produto
- Capacidade de produção limitada

### ❄ *Exemplos:*

- LeGrand (*Interruptores Eléctricos*)
- Vulcano (*Esquentadores*)



## Ambiente de Produto e Mercado

### ★ Make-to-Order (MTO)

- Não existem *stocks* de produtos acabados
- As encomendas ficam em espera
- A data de entrega é combinada com o cliente
- Prevê-se uma baixa procura
- O produto é altamente configurável
- A *matéria prima* é usada em vários produtos

### ❄ *Exemplos:*

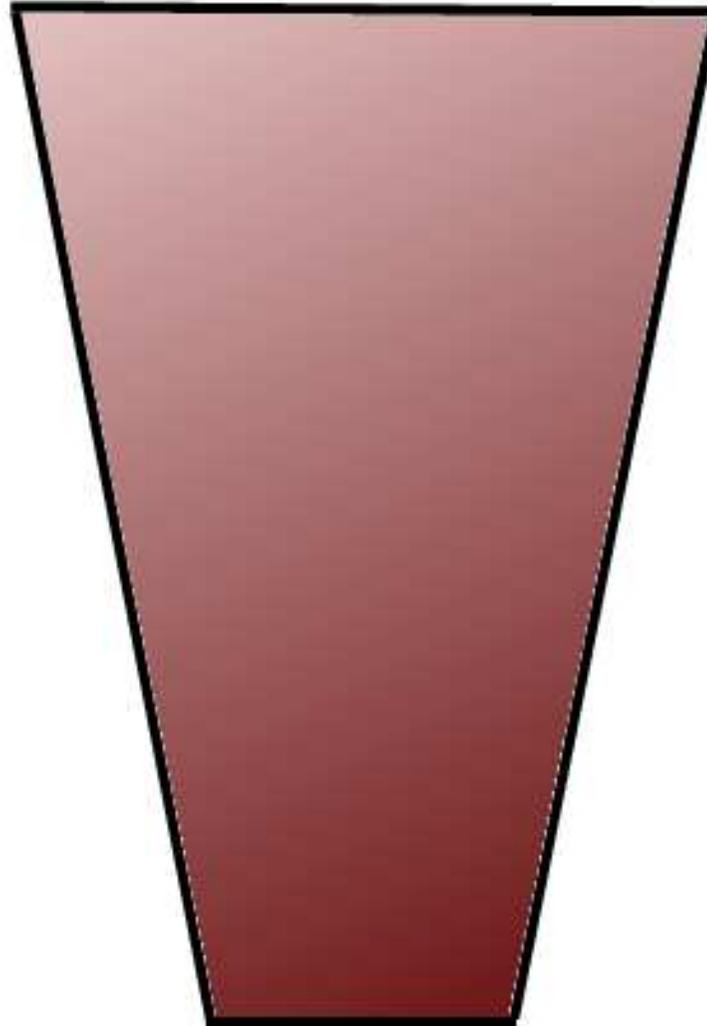
- Boeing (*Aviões*)
- Ina (*Chumaceiras*)
- Ferrari (*Automóveis*)
- Transmecca (*Correntes de Transmissão*)
- YKK (*Fechos*)

## Make-to-Order (MTO)

Produtos Finais →

Módulos →

Matéria Prima →



## Ambiente de Produto e Mercado

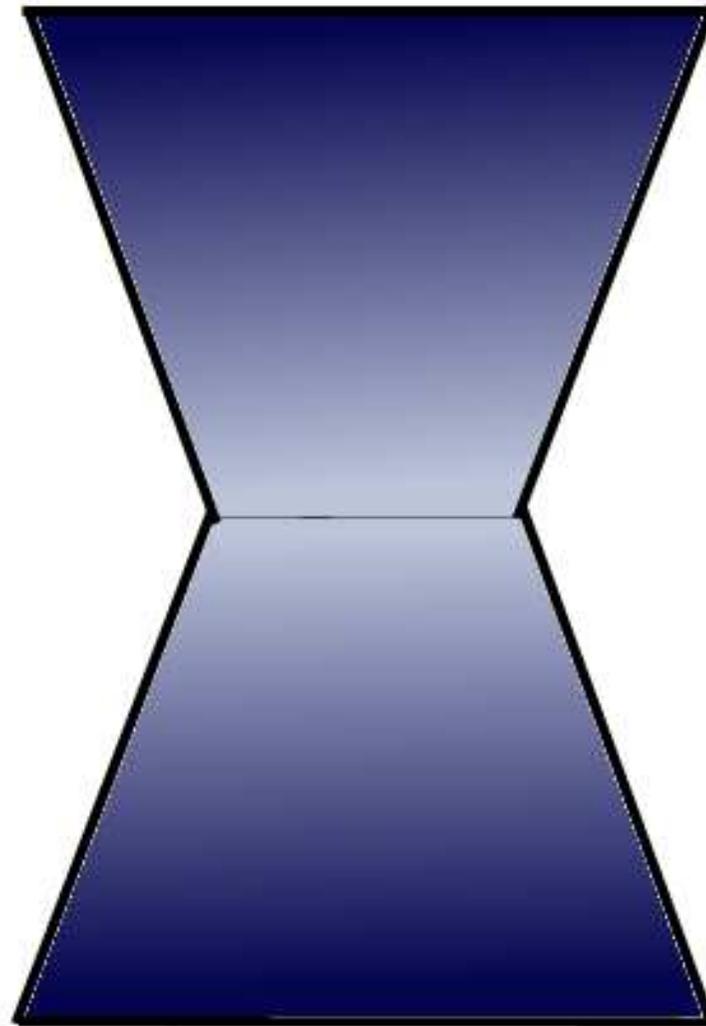
- ★ Assemble-to-Order (ATO)
  - Existem muitos produtos finais, constituídos por um conjunto limitado de sub-partes ou módulos
  - A previsão da procura é difícil: normalmente as variáveis aleatórias não seguem uma *Lei Normal!*
  - Existe um compromisso entre os custos relacionados com a existência de *stocks* e o tempo de entrega
  - Prevê-se uma baixa procura
  - Nestes casos o *Plano Director de Produção* adequa-se mais à gestão dos módulos
  - Usa-se o *Final Assembly Schedule (FAS)*, em que a gestão da produção é orientada pelas ordens de compra
- ❄ *Exemplo: Pegasus (Camiões)*

## Assemble-to-Order (ATO)

Produtos Finais →

Módulos →

Matéria Prima →



## Agora que já sabemos o que é o Plano Director de Produção...

? ...como podemos planeá-lo?

→ Escolha de um período temporal

*Exemplo:* semana a semana

→ Produção em lotes *ou* produção lote-a-lote

→ Dados e Variáveis:

❄ Plano Director de Produção ( $Q_t$ )

❄ Previsão ( $F_t$ )

❄ Ordens dos Clientes ( $O_t$ )

❄ Inventário no final de cada período ( $I_t$ )

❄ Inventário Inicial ( $I_0$ )

❄ Plano Director de Produção ( $Q_t$ )

Inicialmente não existe Plano Director de Produção, logo

$$Q_t = 0$$

❄ Inventário no final de cada período ( $I_t$ )

O Inventário no final de um determinado período é o inventário no período anterior (caso exista) menos a quantidade prevista de pedidos, ou o número efectivo de pedidos, caso este tenha ultrapassado a previsão. Ou seja,

$$I_t = \max\{0, I_{t-1}\} - \max\{F_t, O_t\}$$

☞ Se o Inventário resultante for positivo, então continua a não existir um Plano Director de Produção, ou, matematicamente,

$$\text{if } I_t > 0 \text{ then } Q_t = 0$$

- ☞ Se, por outro lado, o Inventário resultante for negativo ou nulo, para esse instante deve-se considerar como Plano Director de Produção para esse mesmo instante o tamanho do lote:

*if  $I_t \leq 0$  then  $Q_t = \text{"tamanho do lote"}$*

- ☞ Para isso há que recalcular  $I_t$ , dizendo que o inventário no instante actual equivale ao do instante anterior somado do  $Q_t$  (que toma aqui as porções do tamanho do lote), menos a quantidade prevista de pedidos para esse instante (ou a quantidade efectiva de pedidos para esse mesmo instante, caso tenham já alcançado ou ultrapassado os valores previstos).

$$I_t = I_{t-1} + Q_t - \max \{F_t, O_t\}$$

## Resumindo... Temos:

- ★  $Q_t = 0$
- ★  $I_t = \max\{0, I_{t-1}\} - \max\{F_t, O_t\}$
- ★ if  $I_t > 0$  then  $Q_t = 0$
- ★ if  $I_t \leq 0$  then  $Q_t = \text{"tamanho do lote"}$
- ★  $I_t = I_{t-1} + Q_t - \max\{F_t, O_t\}$
- Equação de equilíbrio de Materiais  
(no caso de um cenário "Make to Stock")  
 $I_t = I_{t-1} + Q_t - \max\{F_t, O_t\}$

## *Available-to-Promise (ATP)*

- ★ Para o planeamento de produção, pode convir o cálculo da quantidade de *stock* que se pode comprometer para novas ordens. A essa quantidade dá-se o nome de *Available-to-Promise (ATP)*.
- ★ Para o cálculo do *ATP* as previsões não são consideradas, logo:
  - Se o *MTS* do período seguinte for positivo, então o *ATP* vai ser equivalente ao *MTS* do período actual subtraído do número de ordens dos clientes no mesmo período.
  - Se, por outro lado, o *MTS* para o período seguinte for nulo, então o *ATP* será o *MTS* do período actual subtraído não só do número de ordens dos clientes no mesmo período mas também das ordens no período seguinte.
  - O *ATP* não pode ser, obviamente, negativo.

★ Resumindo... Temos:

→ if  $Q_{t+1} > 0$  then  $ATP = Q_t - O_t$

→ if  $Q_{t+1} == 0$  then  $ATP = Q_t - (O_t + O_{t+1})$

→  $ATP \geq 0$

## O Plano Director de Produção em sistemas *Make-to-Stock*

- ★ Como vimos anteriormente, o sistema *Make-to-Stock* é um sistema que controla vários produtos e tem uma capacidade limitada de produção, pelo que *há que entrar em consideração com os custos de montagem e inventário*.
- ★ Precisamos, assim, de lidar com outros factores e promenorizar as variáveis já existentes:
  - ❄ Para cada período, saber *a quantidade produzida de cada produto, o inventário existente de cada produto, a procura de cada produto e o número de horas de produção nesse período*.
  - ❄ Sobre cada produto, saber *quanto tempo demora a produção de uma unidade, quanto custa a manutenção de uma unidade em stock durante um período e quanto custa montar uma unidade*.

## Dados e Variáveis do *MPS* em sistemas *MTS*

- ★ Quantidade produzida do produto  $i$  no período  $t$  ( $Q_{it}$ )
- ★ Inventário do produto  $i$  no *final* do período  $t$  ( $I_{it}$ )
- ★ Procura do produto  $i$  no período  $t$  ( $D_{it}$ )
- ★ Horas de produção existentes no período  $t$  ( $G_t$ )
- ❄ Horas de produção de cada unidade do produto  $i$  ( $a_i$ )
- ❄ Custo da manutenção de cada unidade do produto  $i$  em stock ( $h_i$ )
- ❄ Custo de montagem de cada unidade do produto  $i$  ( $A_i$ )
- ➔ Para indicar a existência de produção do produto  $i$  no período  $t$ , define-se  $y_{it}$ 
  - 👉 if  $Q_{it} == 0$  then  $y_{it} = 0$
  - 👉 if  $Q_{it} > 0$  then  $y_{it} = 1$

## Considerações sobre os Dados e Variáveis do *MPS*

❄  $A_i y_{it}$  - Custo de montagem do produto  $i$  em  $t$ , caso se produza

❄  $h_i I_{it}$  - Custo da *stockagem* de todos  $i$  inventariados no final de  $t$

👉  $A_i y_{it} + h_i I_{it}$  - Custo total referente ao produto  $i$  no período  $t$

👉  $\sum_{t=1}^T (A_i y_{it} + h_i I_{it})$  - Custos totais referentes ao produto  $i$

👉  $\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (A_i y_{it} + h_i I_{it})$  - Custos totais

## Qual é o nosso objectivo?

- ❄ Minimizar os custos totais *Minimize*  $\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (A_i y_{it} + h_i I_{it})$
- ❄ O número de produtos produzidos nunca é negativo  $Q_{it} \geq 0$
- ❄ O número de produtos inventariados nunca é negativo  $I_{it} \geq 0$
- ❄ O indicador de existência de produção é *booleano*  $y_{it} \in \{0, 1\}$
- ❄ Nunca se pode esperar a produção de mais produtos do que aqueles que temos tempo para produzir  $\sum_{i=1}^n a_i Q_{it} \leq G_{it}$
- ❄ O  $n^\circ$  de produtos vendidos corresponde à diferença entre o  $n^\circ$  de produtos em inventário anteriormente mais os produzidos e o  $n^\circ$  de produtos em inventário.  $D_{it} = I_{i,t-1} + Q_{it} - I_{it}$
- ❄ Nunca se produz mais do que se vende  $Q_{it} \leq y_{it} D_{it}$

## Planeamento da Capacidade

- ❄ Entendendo por *capacidade* o  $n^o$  de unidades produzidas por um recurso numa determinada unidade de tempo...
- ! A solução óptima para a minimização dos custos totais pode indicar que num determinado instante devemos ter uma capacidade de produção elevada, mas os sistemas reais têm uma capacidade de produção limitada!
- ❄ Além de ser extremamente difícil alterar a capacidade de um recurso...
- ❄ há que saber classificá-la. Para isso existem dois métodos vulgarmente usados, um para o *Plano Director de Produção* e outro para o *Sistema de Controlo de Inventários e Produção*:
  - ➔ MPS - Rugh-Cut Capacity Planning (RCCP)
  - ➔ MRP - Capacity Requirement Planning (CRP)

## MPS - Rugh-Cut Capacity Planning (RCCP)

❄ Peguemos num exemplo de uma Empresa que fabrica quatro tipos de produtos...

→ Quantidade de produtos produzidos por semana

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Produto 1	1000			
Produto 2	900			
Produto 3	1500			
Produto 4	600			

→ Lista de capacidades

	Montagem	Inspecção
Produto 1	20	2 minutos
Produto 2	24	2.5 minutos
Produto 3	22	2 minutos
Produto 4	25	2.4 minutos

$$\text{☞ } M_1 = \frac{(1000 * 20 + 900 * 24 + 1500 * 22 + 600 * 25)}{60} = 1493.333$$

$$\text{☞ } M_2 = \frac{(1000 * 2 + 900 * 2.5 + 1500 * 2 + 600 * 2.4)}{60} = 144.833$$

→ Capacidade necessária por semana

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Disponível
Montagem	1493.333				1500
Inspecção	144.833				200

## Modelizar a capacidade

- ❄ Heurística: baseada na análise de entradas e saídas (*Karni*)
  - $G$  = capacidade de equipamento
  - $R_t$  = trabalho atribuído no período  $t$
  - $Q_t$  = produção no período  $t$
  - $W_t$  = trabalho em execução no período  $t$
  - $U_t$  = fila no início do período  $t$ , antes do trabalho ser atribuído
  - $L_t$  = Tempo de execução no período  $t$

**Usando as variáveis definidas anteriormente, temos:**

$$\ast Q_t = \min\{G, U_{t-1} + R_t\}$$

$$\ast U_t = U_{t-1} + R_t - Q_t$$

$$\ast W_t = U_{t-1} + R_t = U_t + Q_t$$

$$\ast L_t = \frac{W_t}{G}$$

## Índice

- Introdução
- Plano de Produção (*Master Production Plan*)
- Plano Director de Produção (*Master Production Schedule*)
- Sistema de Controlo de Inventários e Produção (*MRP*)
- Outros aspectos de MRP
- Conclusão
- Bibliografia
- Questões

## Sistema de Controlo de Inventários e Produção (MRP)

→ Quais são os objectivos?

→ Pretende-se calcular os requisitos de tempo e quantidade para:

- \* componentes;
- \* subcomponentes;
- \* matéria-prima bruta.

→ Tenta-se ainda:

- \* Baixar os custos de *stock*;
- \* Melhorar a eficiência e a eficácia da produção;
- \* Reagir a possíveis mudanças de mercado.

- Quais são as vantagens?
  - Tem-se a capacidade de disciplinar e priorizar a produção;
  - Tem-se a capacidade de controlar o *stock*;
  - Torna-se possível auxiliar a estruturação de produtos.
- Quais são as entradas?
  - Plano Director de Produção (*MPS*)
  - Registos de Inventário (*IR - Inventory Records*)
  - Estrutura de Produtos (*BOM - Bill of Material*)

## Exemplo de um Plano Director de Produção para um telefone de secretária:

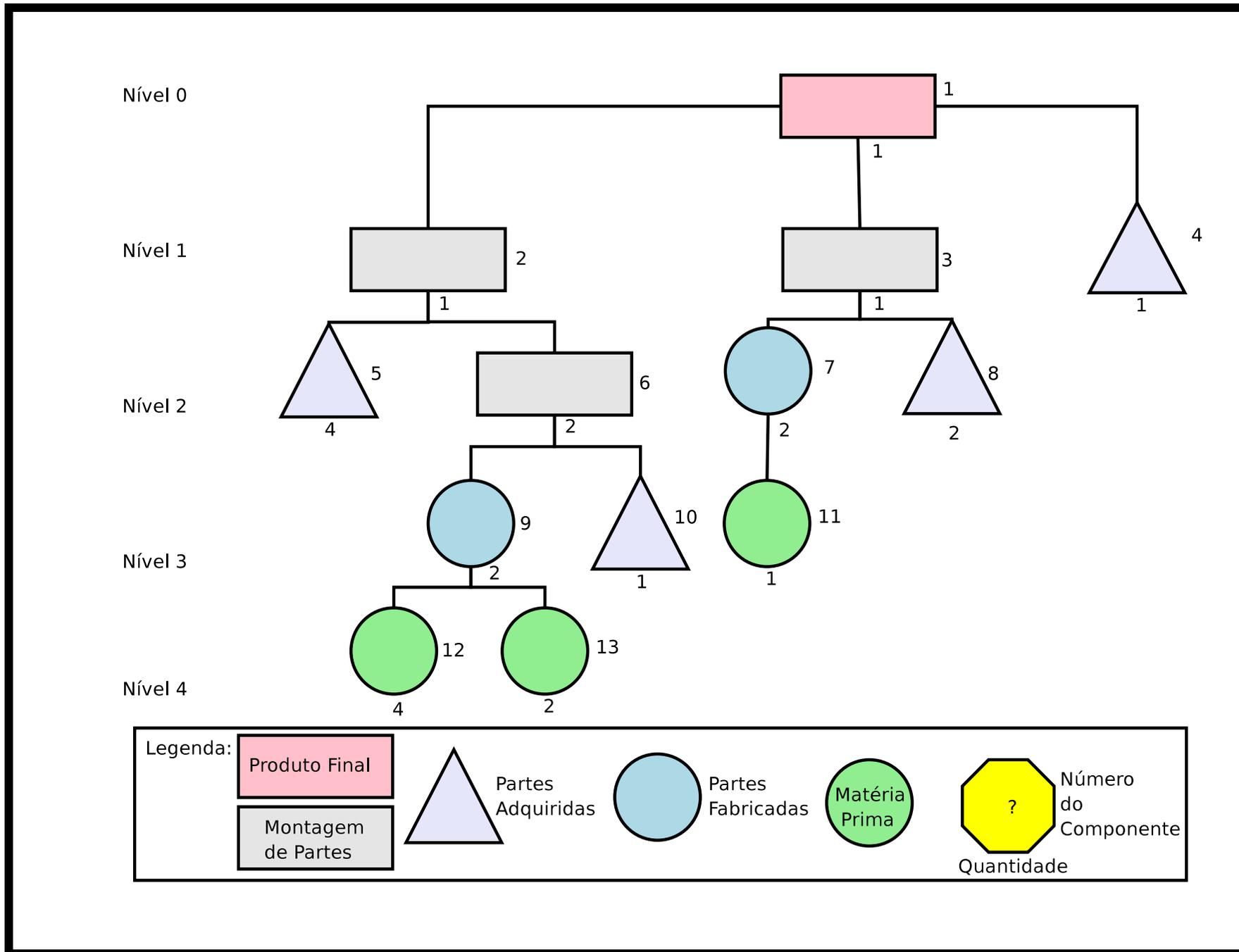
	Plano Director de Produção
Semana 1	
Semana 2	600
Semana 3	1000
Semana 4	1000
Semana 5	2000
Semana 6	2000
Semana 7	2000
Semana 8	2000

## Registos de Inventário (*IR - Inventory Records*)

- Contêm o estado de todos os produtos em *stock*;
- Registam todas as transacções feitas ao inventário;
- Actualizam os dados mantendo a integridade dos registos.

## Estrutura de Produtos (*BOM - Bill of Material*)

- A Estrutura de Produtos faz uma listagem de todos os materiais necessários para criar um produto numa forma hierárquica, que é normalmente a forma pela qual o produto é produzido
- Extremamente importante num sistema MRP uma vez que é o guia principal do sistema
- Não podem ser toleradas inexactidões
- Sem o MRP ou qualquer outro sistema informático, a exactidão da BOM não é crítica e as empresas podem viver com alguns erros.
- Um primeiro passo antes de instalar um sistema MRP é verificar as BOM de todos os produtos e verificar se estão correctas



## Sistema de Controlo de Inventários e Produção - Saídas

### → Ordens de Planeamento

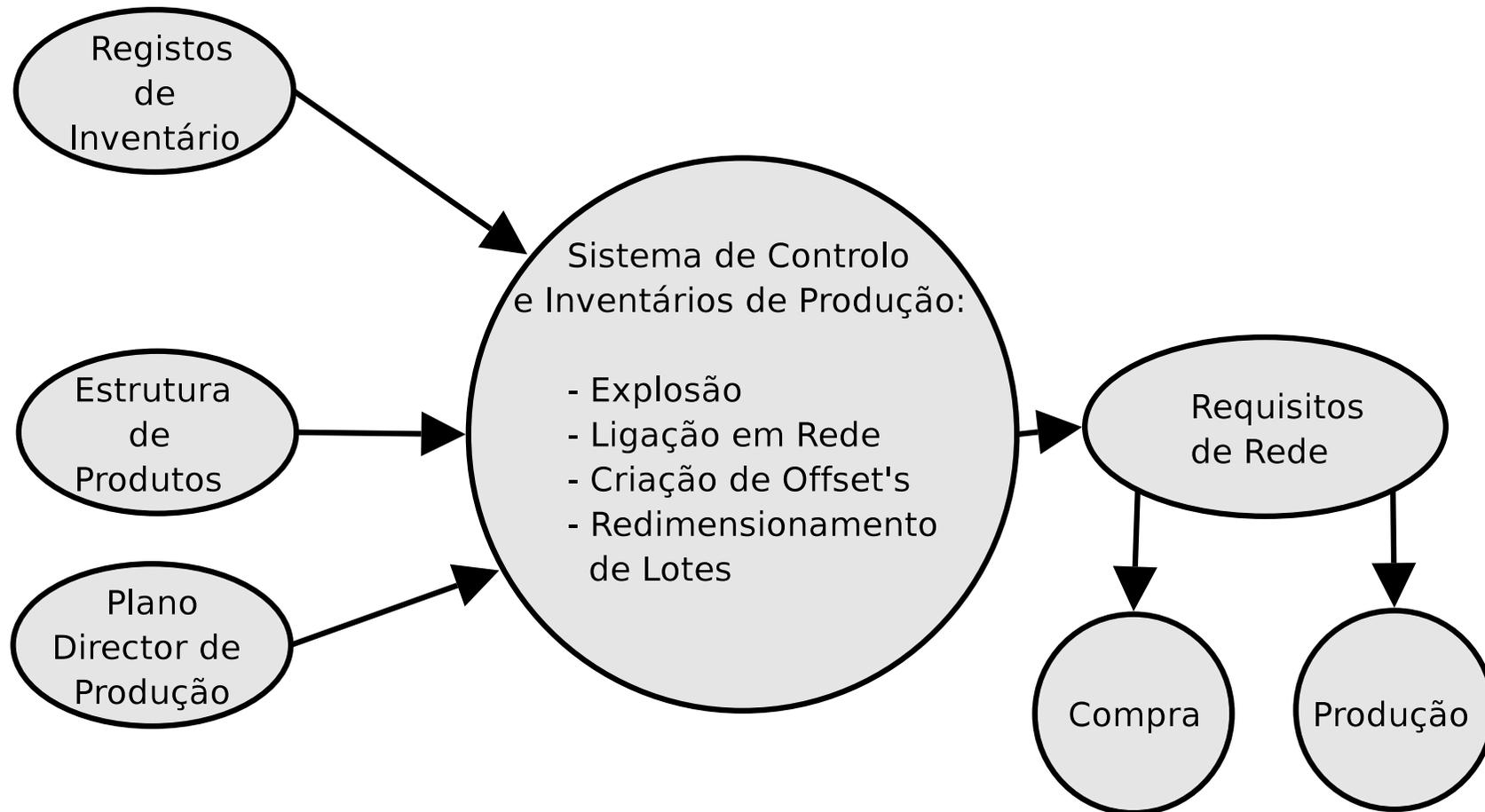
#### → Ordens de Compra (*Purchase Orders*)

- ❄ Quantidade de *Partes Adquiridas* e *Matéria Prima* a adquirir
- ❄ Tempo que demora aos itens a adquirir estarem disponíveis

#### → Ordens de Trabalho (*Workorders*)

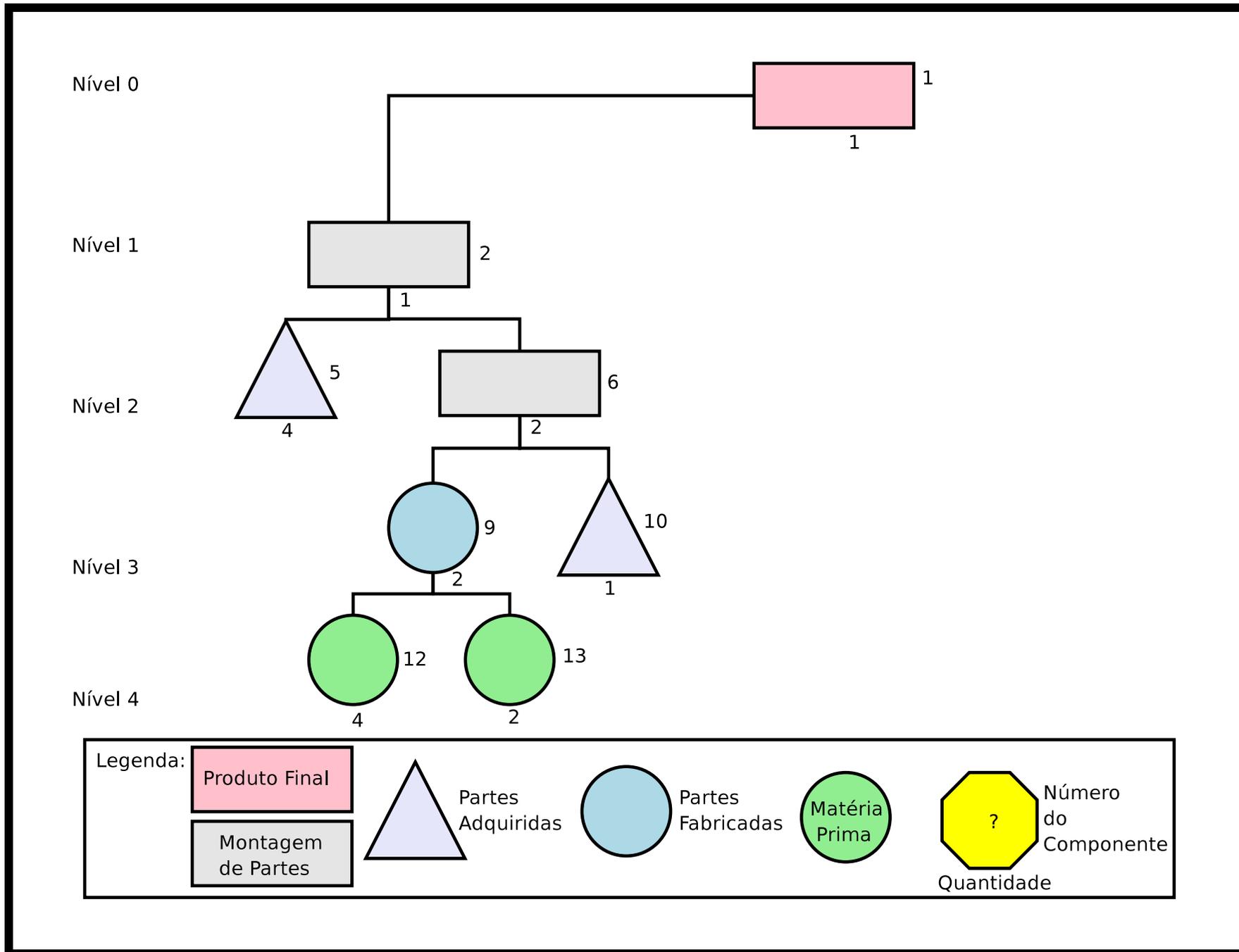
- ❄ Quantidade de *Partes a Fabricar* e *Partes a Montar*
- ❄ Tempo de entrega

## Processo de Sistema de Controlo de Inventários e Produção



## Processo de MRP's - Explosão

- Decomposição da componente final das suas partes constituintes
- Saber quantos componentes do nível inferior são precisos para criar um no nível superior

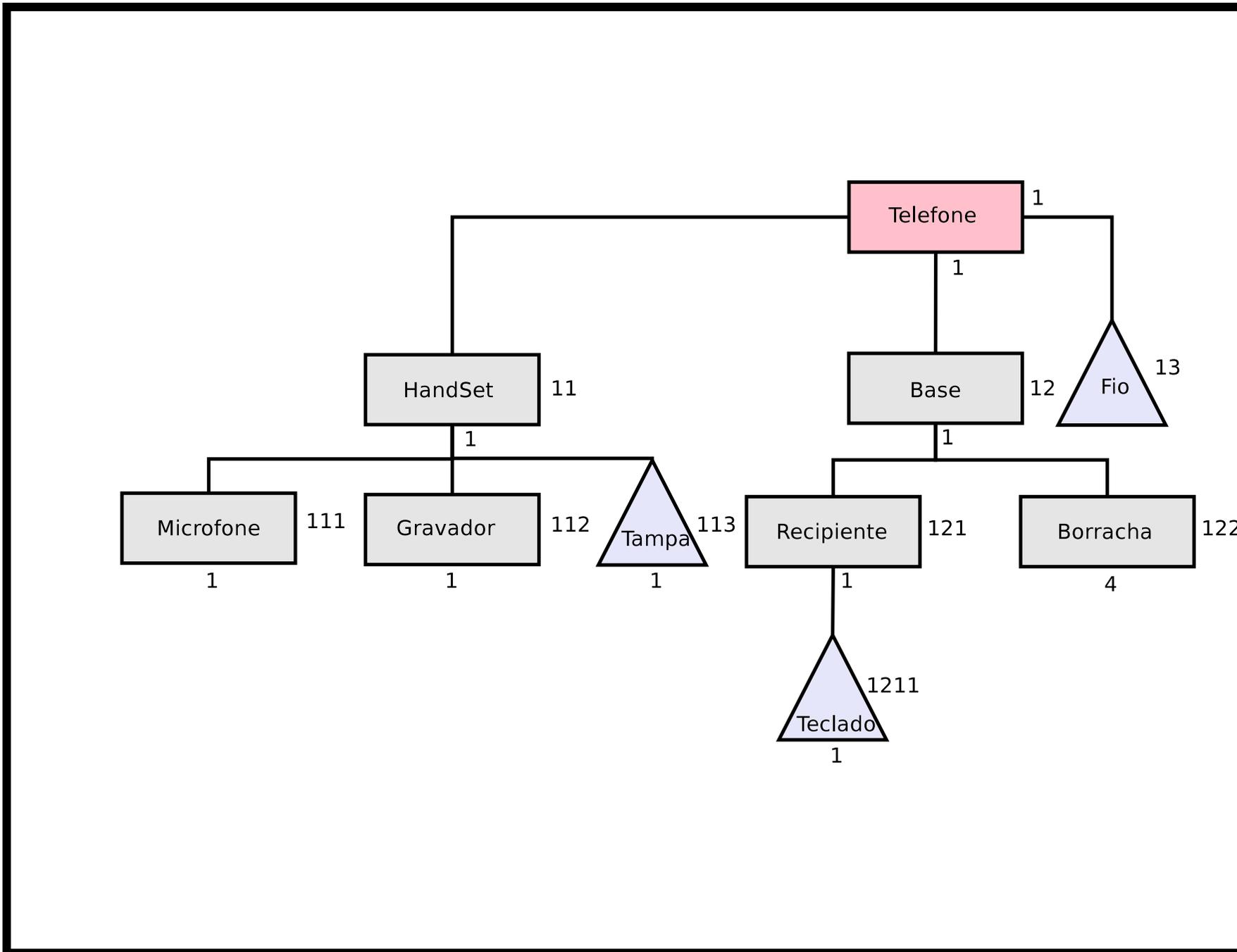


	Item	Requisitos
Nível 0 (MPS)	1	100
Nível 1	2	100
Nível 2	5	400
	6	200
Nível 3	9	400
	10	200
Nível 4	12	1600
	13	800

## Processo de MRP's - Ligação em Rede

Pegando outra vez no exemplo do telefone de secretária...

	Plano Director de Produção
Semana 1	
Semana 2	600
Semana 3	1000
Semana 4	1000
Semana 5	2000
Semana 6	2000
Semana 7	2000
Semana 8	2000



## Ligação em Rede - Requisitos de Rede

→ Requisitos de Rede = Requisitos Brutos - Inventário - Quantidade Económica

	R. Brutos (RB)	Q. Económica (E)	Inventário (I)	Req. de Rede (RR)
Actualmente			1200	
Semana 1		400	1600	
Semana 2	600	700	1700	
Semana 3	1000	200	900	
Semana 4	1000	0	0	100
Semana 5	2000	0	0	2000
Semana 6	2000	0	0	2000
Semana 7	2000	0	0	2000
Semana 8	2000	0	0	2000

$$RR_2 = RB_2 - (I_1 + E_2) = 600 - (1600 + 700) = -1700$$

$$RR_3 = 1000 - (1700 + 200) = -900$$

$$RR_4 = 1000 - 900 = 100; RR_5 = 2000; (...)$$

## Criação de *offset's*

- Consiste no cálculo da altura em que as ordens saem, ou seja, a diferença entre o tempo do pedido de um produto e o de obtenção do mesmo
- Se se pretende, por exemplo, 40 unidades de um certo produto na semana 5, e se o *offset* é de 1 semana, então este deve ser pedido na semana 4
- À data em que se efectua o pedido dá-se o nome de *Planned Order Release*

## Redimensionamento de Lotes

- A utilização de dimensões de lotes, por conveniência, na produção ou nas quantidades económicas de encomenda, só é prática para artigos de nível inferior (peças básicas ou matérias primas)
- A dificuldade em usar uma dimensão de lote num nível mais elevado é que a discrepância entre a procura real e a dimensão do lote se torna exagerada para os artigos componentes

- Exemplo:
  - O artigo  $A$  é composto por uma unidade  $B$
  - O artigo  $B$  é composto por uma unidade  $C$
  - A dimensão dos lotes de  $A$ ,  $B$  e  $C$  é, respectivamente, 100, 150 e 200
  - Se não há actualmente unidades em *stock*, então uma procura de 75 unidades de  $A$  implicará a encomenda de 200 unidades de  $C$
  - O excesso de 25 unidades de  $A$  levará a um excesso de 125 unidades de  $C$
- Quanto mais elevado for o nível na estrutura do produto da dimensão do lote, maior é o exagero potencial na procura nos níveis inferiores

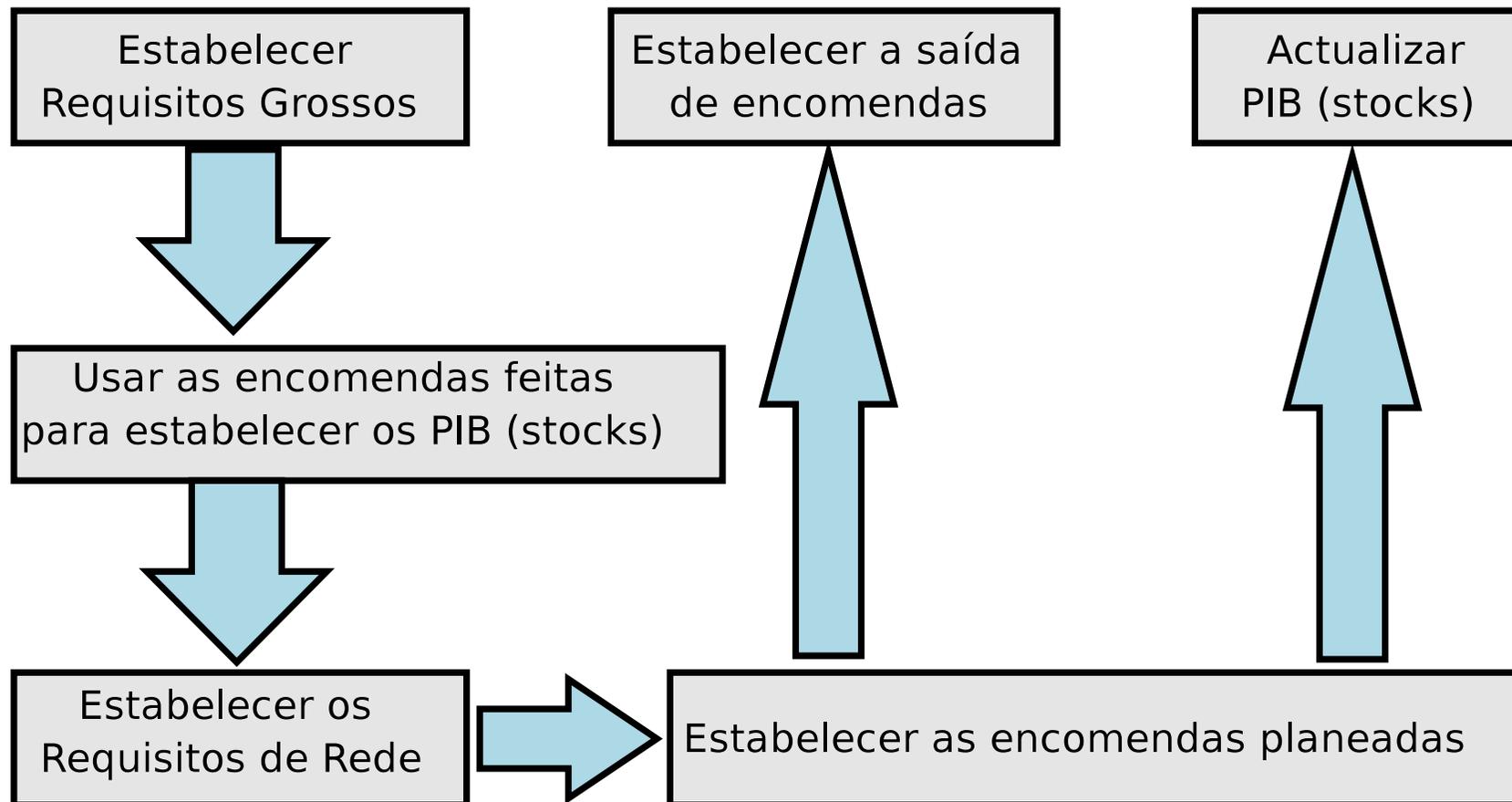
- Existem inúmeras abordagens para o dimensionamento de lotes
  - O método *lote para o lote (L4L)*, provavelmente o mais comum, encomenda a quantidade exacta determinada pelas necessidades líquidas, de forma a que não exista dimensão padrão de lote
  - O método do *custo mínimo total (LTC)* equilibra o custo de encomenda com o custo de manutenção para uma dimensão de lote que satisfaça as necessidades líquidas programadas do MRP
  - O método do *custo mínimo unitário (LUC)* selecciona a dimensão do lote que oferece o custo mínimo por unidade
  - ...

## Registo MRP Completo

	R. Brutos	Q. Económica	PIB Ajustado	Req. Líquidos	Enc. Plan	Saída de Ordens
Actualmente			1200			
Semana 1		400	1600			
Semana 2	600	700	1700			3000
Semana 3	1000	200	900			
Semana 4	1000	0	2900	100	3000	3000
Semana 5	2000	0	900			3000
Semana 6	2000	0	1900	1100	3000	
Semana 7	2000	0	2900	100	3000	
Semana 8	2000	0	900			

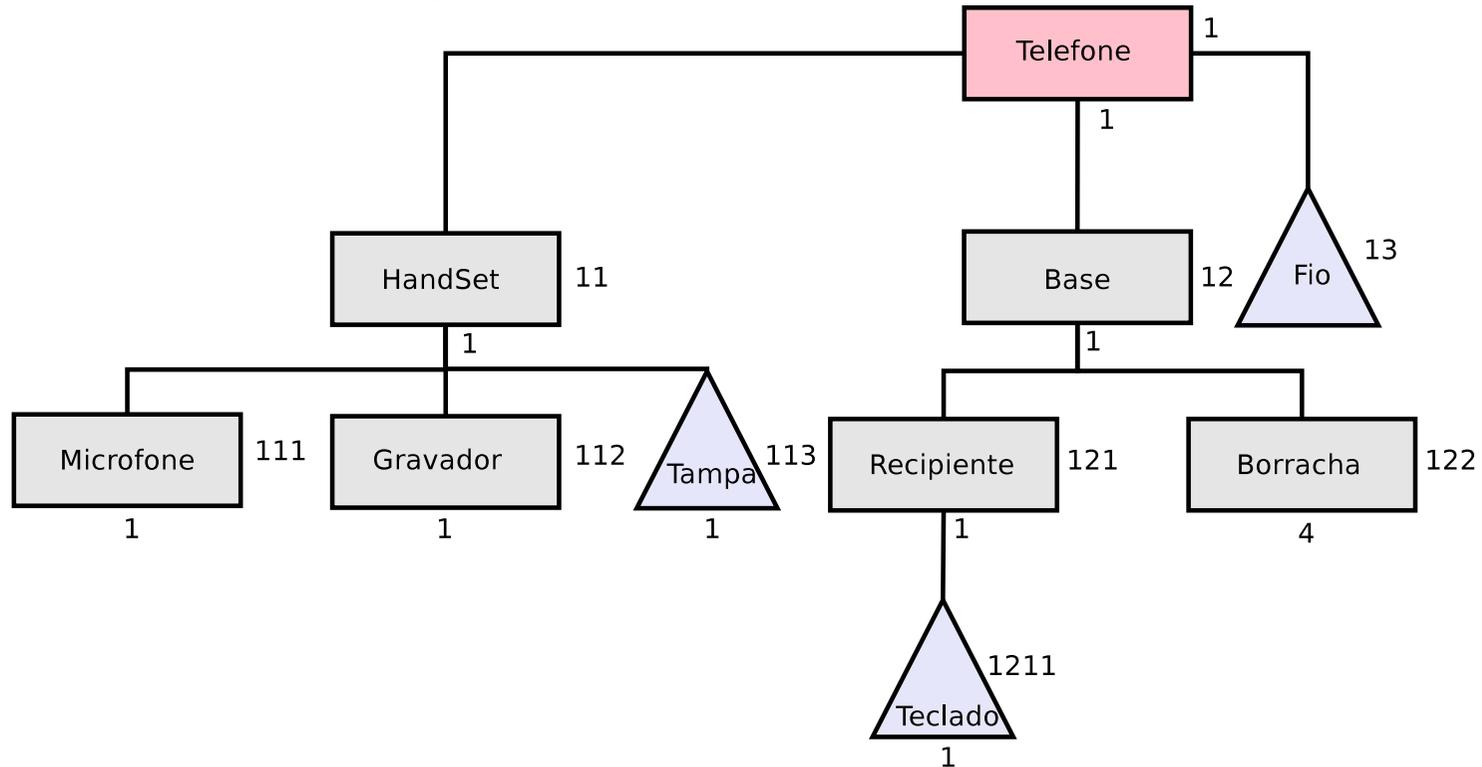
- Tamanho do lote = 3000
- Tempo de Produção = 2 semanas

## Resumo do Processo MRP



## Explosão Multinível

→ Voltando ao exemplo dos telefones...



Componente	Descrição	Quantidade
12	Base	1
121	Recipiente	1
122	Borracha	4
1211	Teclado	1

					Semana					
Nível		Actual	1	2	3	4	5	6	7	8
	<i>12 Base</i>									
	R. Brutos			600	1000	1000	2000	2000	2000	2000
	Q. Econom.		400	400	400					
1	PIB	800	1200	1000	400	2400	400	1400	2400	400
	R. Rede					600		1600	600	
	Enc. Plan					3000		3000	3000	
	Ordens Saída				3000		3000	3000		
	<i>121 Recipiente</i>									
	R. Brutos				3000		3000	3000		
	Q. Econom.									
2	PIB	500	500	500						
	R. Rede				2500		3000	3000		
	Enc. Plan				2500		3000	3000		
	Ordens Saída			2500		3000	3000			
	<i>122 Borracha</i>									
	R. Brutos				12000		12000	12000		
	Q. Econom.									
3	PIB	25000	25000	25000	13000	13000	1000			
	R. Rede							11000		
	Enc. Plan							11000		
	Ordens Saída						11000			

## Métodos de Actualização

- Método Regenerativo
  - Volta-se a fazer o cálculo de tudo, usando novas previsões, novos tempos de entrega, etc.
  - Cada registo MRP é recalculado
  - ★ Mais difícil de implementar
  - ★ Requer muito mais tempo de computação
  - ★ Não existem propagações de erro visto tudo ser recalculado

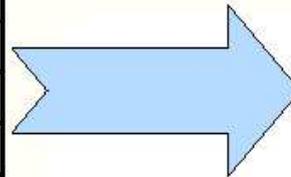
## Métodos de Actualização

- Método de Troca de Rede
  - Calcula apenas os novos dados para os items que mudaram
  - É feita uma explosão parcial
  - ★ Fácil de implementar
  - ★ Rápido a executar
  - ★ Geralmente é feito ou diariamente ou semanalmente
  - ★ Os erros propagam-se

## Método de Troca de Rede - Exemplo

### MPS para Fevereiro

	Fevereiro			
	Semana			
Produto	5	6	7	8
Modelo A	2000	2000	2000	2000
Modelo B	350			350
Modelo C	1000		1000	1000
Modelo D		300	200	

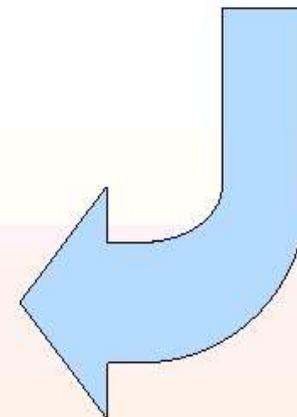


### MPS actualizado

	Fevereiro			
	Semana			
Produto	5	6	7	8
Modelo A	2000	2000	<b>2300</b>	<b>1900</b>
Modelo B	500		<b>200</b>	<b>150</b>
Modelo C	1000		<b>800</b>	1000
Modelo D		300	200	

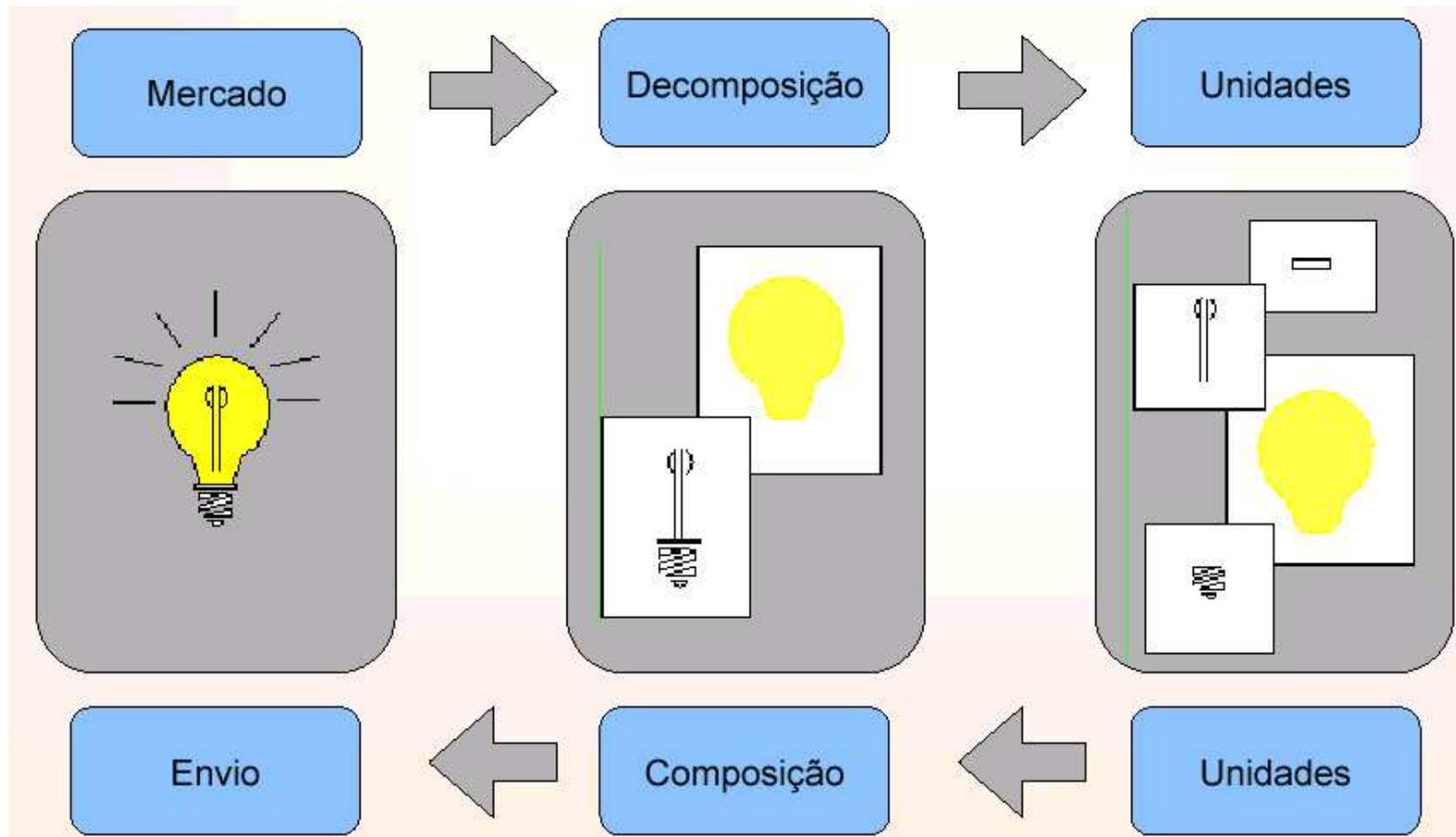
### Net Change

	Fevereiro			
	Semana			
Produto	5	6	7	8
Modelo A			300	-100
Modelo B			200	-200
Modelo C			-200	
Modelo D				



## Procedimentos Adicionais de Rede

→ Implosão/Explosão



- *Net Change* é a diferença entre o *MPS* actual e o *MPS* directamente anterior
- Que métodos se podem usar para prever as quantidades necessárias para cumprir o *MPS*?
  - Explosão
    - ★ Permite fazer um *zoom* ao produto, conseguindo distinguir esse produto até à ínfima peça
  - Combinar Requisitos
    - ★ Faz-se o levantamento das componentes que compõem um determinado produto
    - ★ Combinam-se os requisitos de um mesmo item, oriundos de vários produtos
    - ★ Níveis do *BOM* devem ser combinados

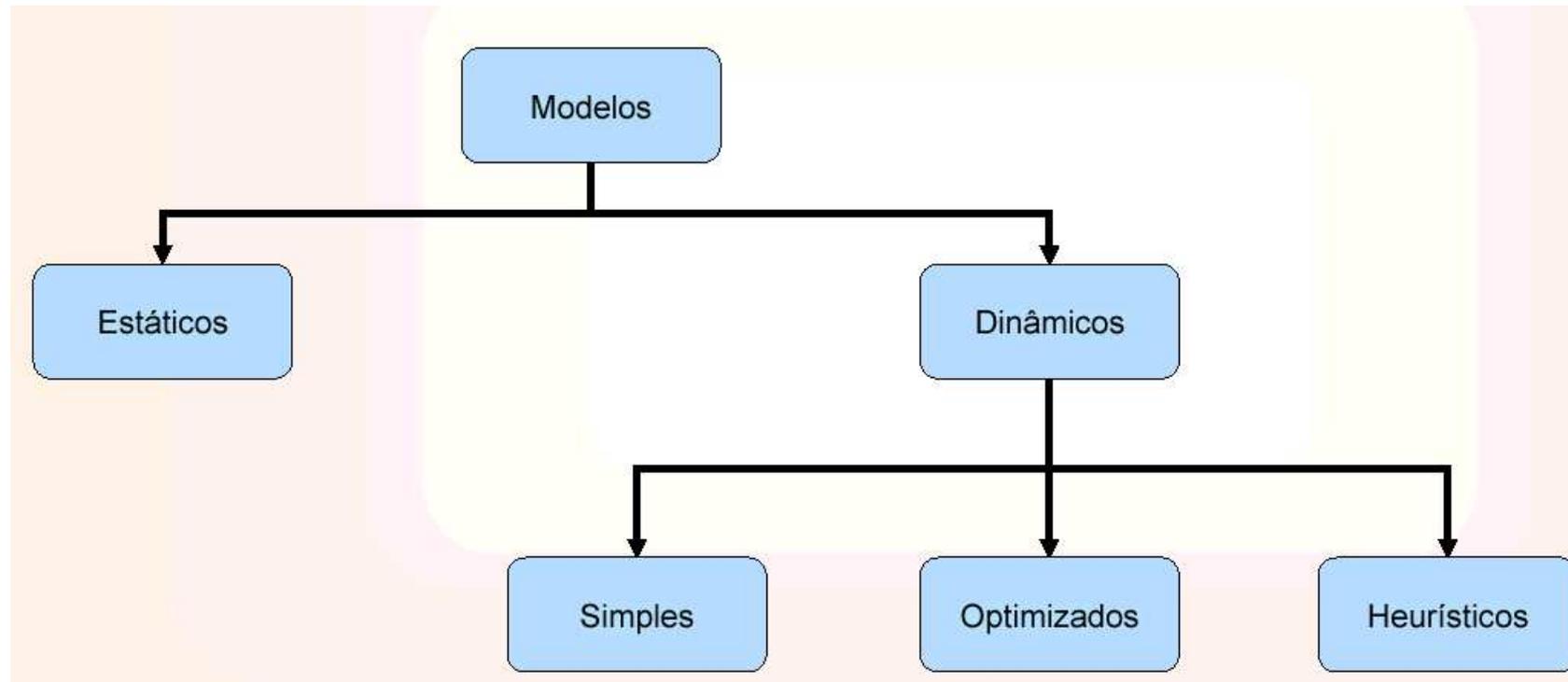
→ Pegging

★ Relativo à linha de montagem

? Aonde é que determinado componente é necessário?

? Em que quantidades?

## Lotes, Encomendas e Tempo



- ★ Quanto maior for o lote, maior é o tempo de entrega
- ★ Se a encomenda for grande e os lotes pequenos, o processamento é dificultado (tanto no envio como na recepção)
  - Maior demora no tempo de processamento da encomenda

## Multi-Echelon

### ★ Definição

- Sistema de Controlo de Inventários
- Controlo multi-ponto
- Composto por uma hierarquia de pontos de stock

### ★ Concretamente...

- Fábrica
- Armazém
- ...

## Multi-Echelon

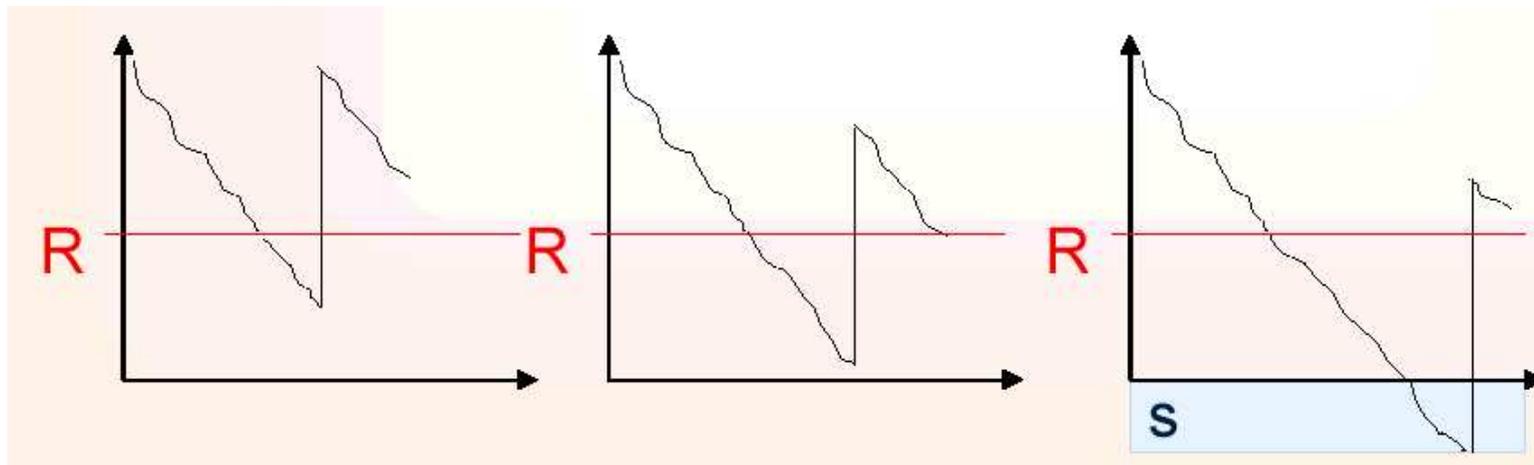
- ★ EOQ - Economic Order Quantity
  - Sempre que se efectuam encomendas, ou planeamento de um determinado produto
  - Usado para ter a matéria prima Just-In-Time para que a produção seja possível
  - Distribuidores Purchase-To-Stock
  - Fabricantes Make-to-Order
  - $EOQ = \sqrt{\frac{2 \times A \times D}{H}}$
  - $A$  - Custos adicionais para efectuar uma encomenda
  - $D$  - Dinheiro proveniente das vendas de um ano
  - $H$  - Despesas de Encomenda

- $\bar{I}(n) = \sqrt{n}(\frac{Q}{2} + S)$  - Tempo médio de entrega
- $S = Z\sigma_t$  - *Stock* de segurança
- $n$  - Número de pontos de *stock*
- $Q$  - *EOQ*

## Stock de Segurança

★ Stock de Segurança -  $S = Z\sigma_t$

★ Nível de Reposição de Stock -  $R = \bar{D} + S$



★  $\sigma_t = \sigma\sqrt{t}$

★  $Z = \frac{R - \bar{D}}{\sigma_t}$

★  $D$  - Tempo médio de recepção da encomenda

★  $t$  - Tempo de entrega

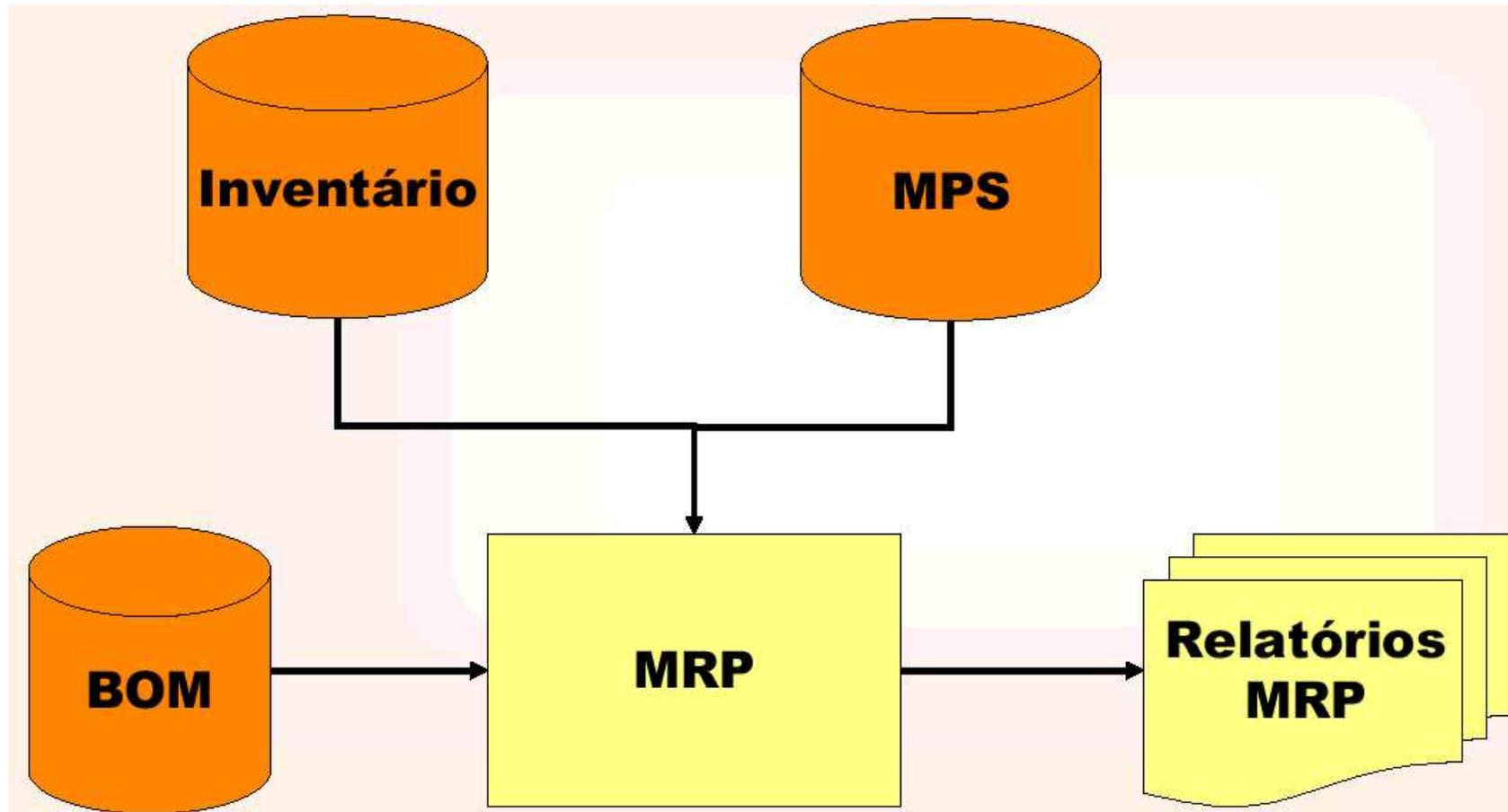
## Índice

- Introdução
- Plano de Produção (*Master Production Plan*)
- Plano Director de Produção (*Master Production Schedule*)
- Sistema de Controlo de Inventários e Produção (*MRP*)
- Outros aspectos de MRP
- Conclusão
- Bibliografia
- Questões

## Outros Aspectos de MRP

- Shop-Floor Control
  - Releasing
  - Scheduling
  - Monitoring
  - Updating

## Sistemas de Informação



- MRP em Ciclo Fechado
- MRP em sistemas distribuídos

→ Vantagens

- Avaliar correctamente os planos de produção
- Controlo e redução do inventário

→ Falhas

- A capacidade de produção infinita
- Incerteza
- Tempo de execução da produção e fornecimento fixo
- Qualidade de produção
- System nervousness
- Integridade dos Dados

→ Exemplos comuns de soluções para Sistemas de Informação

- SAP Solutions
- Oracle Information Systems
- PeopleSoft

## Índice

- Introdução
- Plano de Produção (*Master Production Plan*)
- Plano Director de Produção (*Master Production Schedule*)
- Sistema de Controlo de Inventários e Produção (*MRP*)
- Outros aspectos de MRP
- Conclusão
- Bibliografia
- Questões

## Conclusão

- Os modelos apresentados anteriormente, incluindo o método de Wilson, são modelos matemáticos destinados ao controlo de stocks a montante e juzante do sistema produtivo
- Este capítulo explica como controlar os stocks em vias de fabrico
- A procura deste tipo de produtos depende da procura a juzante, ao contrário dos modelos anteriores em que a procura é independente.
- O modelo MRP aborda a utilização descontínua de materiais
- Aborda também a procura de materiais directamente dependentes da produção de outros produtos semi-acabados ou produtos acabados
- Tem como objectivo manter o nível de stocks o mais baixo possível
- Pretende-se também assegurar que nunca faltem materiais, componentes ou produtos para a produção

## Índice

- Introdução
- Plano de Produção (*Master Production Plan*)
- Plano Director de Produção (*Master Production Schedule*)
- Sistema de Controlo de Inventários e Produção (*MRP*)
- Outros aspectos de MRP
- Conclusão
- **Bibliografia**
- Questões

## Bibliografia

- Sipper, D. and R. L. Buffin, Production Planning, Control and Integration, McGraw Hill, 1998
- Chase, R. B. e N. J. Aquilino, Gestão da Produção e das Operações - Prespectiva do Ciclo de Vida, Monitor, Lisboa
- Soreph G. Monks, Administração de Produção, McGraw Hill
- A. Courtois, A. M. Pillet, C. Martin, Gestão de Produção, 4<sup>a</sup> Edição, Lidel, 1997
- Ana Paula Marques, Gestão da Produção - Diagnóstico, Planeamento e Controlo, 4<sup>a</sup> Edição, Texto Editora, Lda., 1998
- Tavares, L. Valadares, Investigação Operacional, McGraw Hill, Lisboa
- Manufacturing Planning and Control Systems, McGraw Hill

**Questões?**