

# TECNOLOGIA DE GRUPO APLICADA

ROTEIROS DE FABRICAÇÃO



# ESTRUTURA DO PRODUTO INVERTIDA

## Preactor APS Materiais - O Problema do MRP

### Lista de Materiais da Fábrica de Bicicleta

RODAS (*lead-time: 2 semanas*)



QUADRO (*lead-time: 3 semanas*)



Montagem (1 semana)

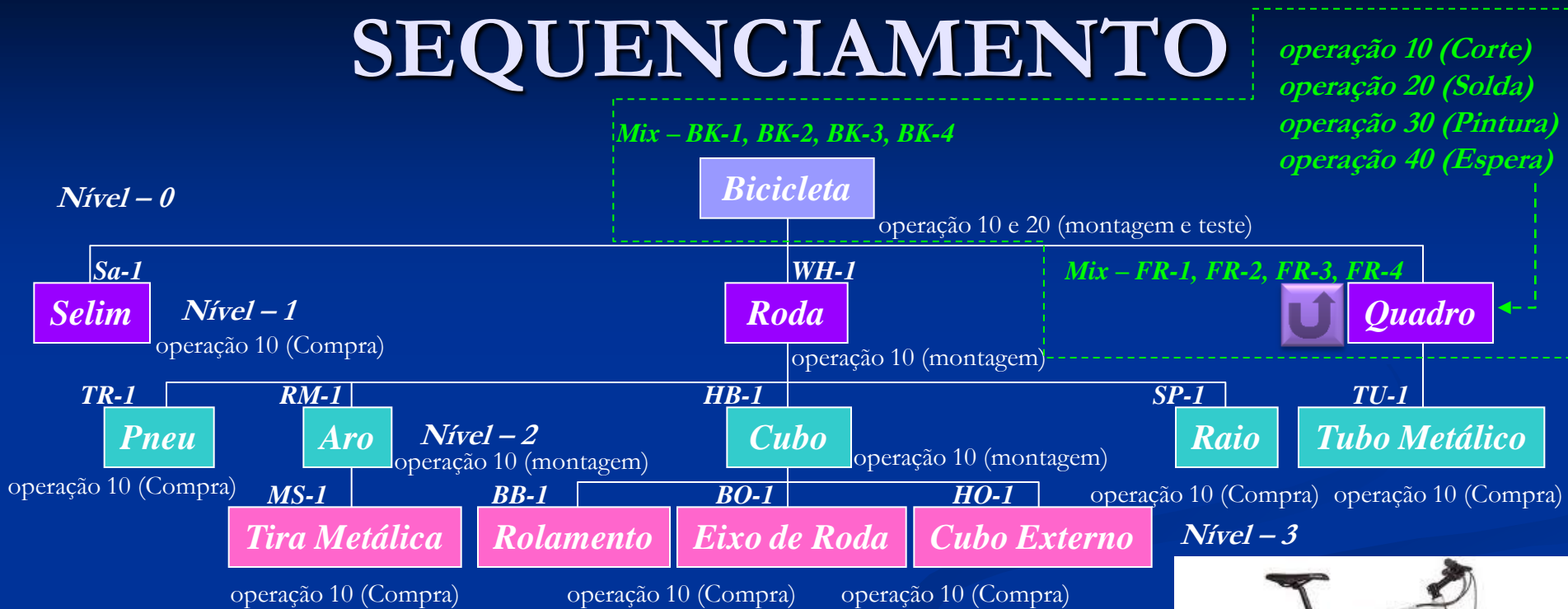


Data Final: 28/Jan



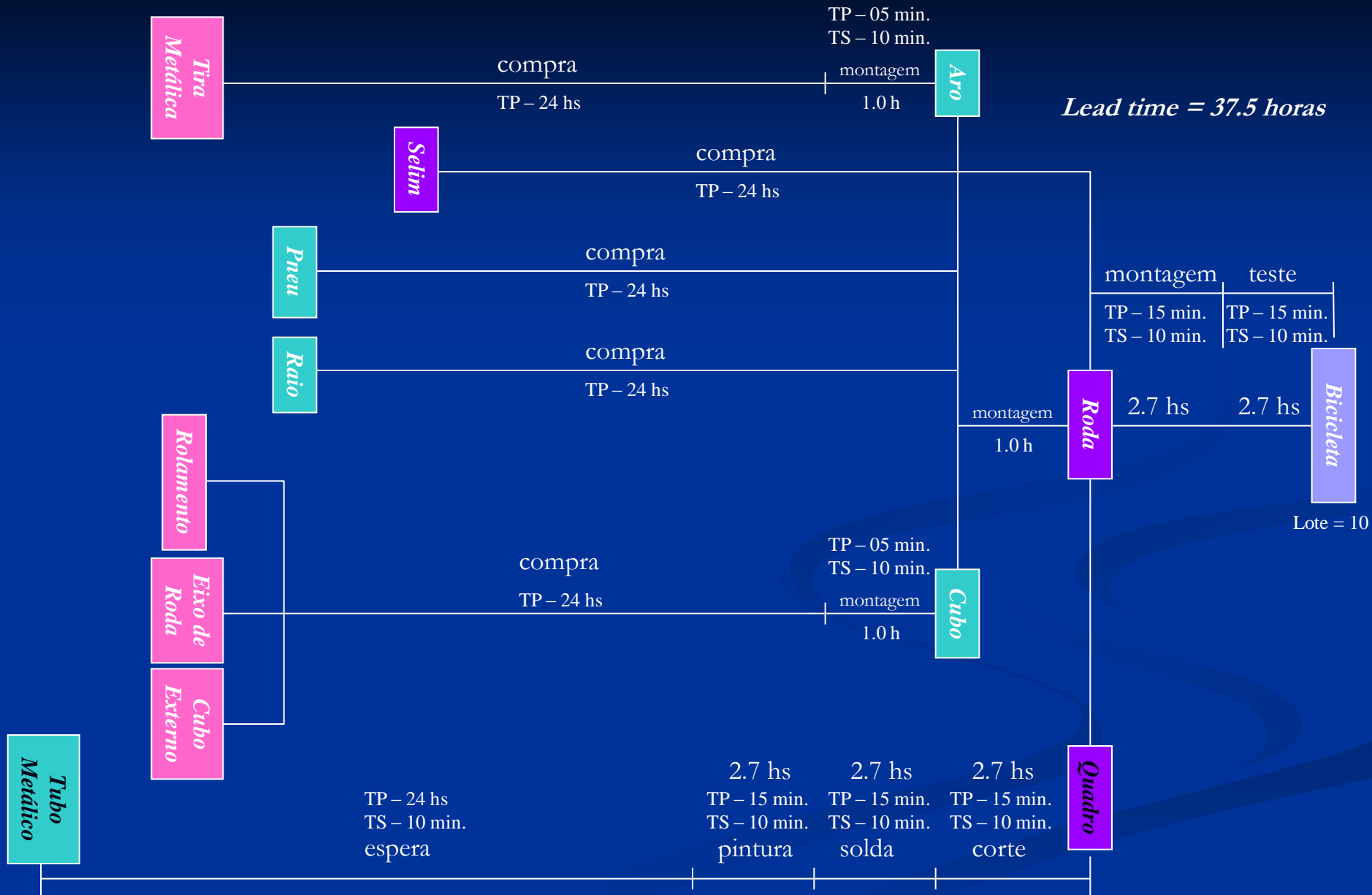
SELIM (*lead-time entrega: 2 semanas*)

# EXERCÍCIO DE SEQUENCIAMENTO



## ESTRUTURA PADRÃO DO PRODUTO

W / O – *work orders* – ordens de produção (montagem): Bicicleta, Roda, Quadro, Cubo  
 P / O – *purchase orders* – ordens de compra: Selim, Tubo Metálico, Pneu, Raio, Tira Metálica, Rolamento, Eixo de Roda, Cubo Externo



Problema do MRPII – impreciso na determinação da capacidade em função do aumento do volume a ser multiplicado pelos tempos acima, não respeitando ou definindo limites – sistema de capacidade infinita.

# TECNOLOGIA DE GRUPO

- É uma filosofia de engenharia e manufatura que identifica as similaridades físicas dos componentes – com roteiros de fabricação semelhantes – agrupando-os em processos produtivos comuns.



# CONSIDERAÇÕES

- Para a fabricação do quadro da bicicleta 6 operações devem ser realizadas conforme o *slide* seguinte.
- O conceito de Tecnologia de Grupo implica em avaliar as operações de cada roteiro dos tipos de quadros a serem montados de aguardo com os tipos descritos como exemplo a seguir.
- Como no caso apresentado os roteiros são idênticos tendo apenas diferenças poucas de construção, de medidas e de materiais. Nesse caso o conceito de TG implica em elaborar um único roteiro que atende todos os tipos e as particularidades de *design*, modelo, medidas e materiais serem descritas através de desenho.

# Processos de fabricação



## ROTEIRO DE FABRICAÇÃO (ROTEIRO PADRÃO)

Operação	Descrição
10	Cortar tubo na medida
20	Facear
30	Pré-montar
40	Soldar
50	Jatear
60	Pintar

# MODELOS DE QUADRO



Modelo 01



Modelo 02



Modelo 03



Modelo 04



Modelo 05



# TIPOS DE MATERIAIS DO QUADRO

Material	Especificação
Cromo	cromo-molibdênio, essa liga de aço tem por característica uma alta resistência e a facilidade de construção. Como sendo da turma do aço, a soldagem pode ser elétrica.
Alumínio	A numeração é quem define a liga, são basicamente duas séries de ligas, seis e sete mil. Existe ainda um ajuste fino do tipo 7090 ou 6030. A série 7000 produz quadros mais leves. Isso porque eles conseguiram uma liga mais dura e com isso puderam reduzir a espessura das paredes dos perfis, assim reduzindo o peso geral.
Scandium	nova liga de alumínio com esse metal na composição. O que se conseguiu foi uma liga mais resistente que a série 7000 e com isso mais redução de peso. Um quadro dessa liga se aproxima fácil de só um quilo de peso
Fibra de Carbono	material tão leve quanto resistente
Titânio	Leve, flexível, ultra-resistente e não oxida



# PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

- Por se tratar de operações rápidas agrupadas em um *layout* celular e executadas por 4 soldadores e montadores não há a necessidade de programar individualmente as operações com exceção do jateamento e da pintura realizadas em áreas distintas. Nesse caso as operações 10 a 40 são programadas como uma única operação realizada em a partir de um único recurso definido como célula de montagem e as operações 50 e 60 individualmente na área de jateamento e pintura.

**SUPRIMENTOS**



**CÉLULA DE MONTAGEM**

**CORTAR**



**FACEAR**



**SOLDAR**



**PRÉ MONTAR &  
MONTAR**



# *Layout*

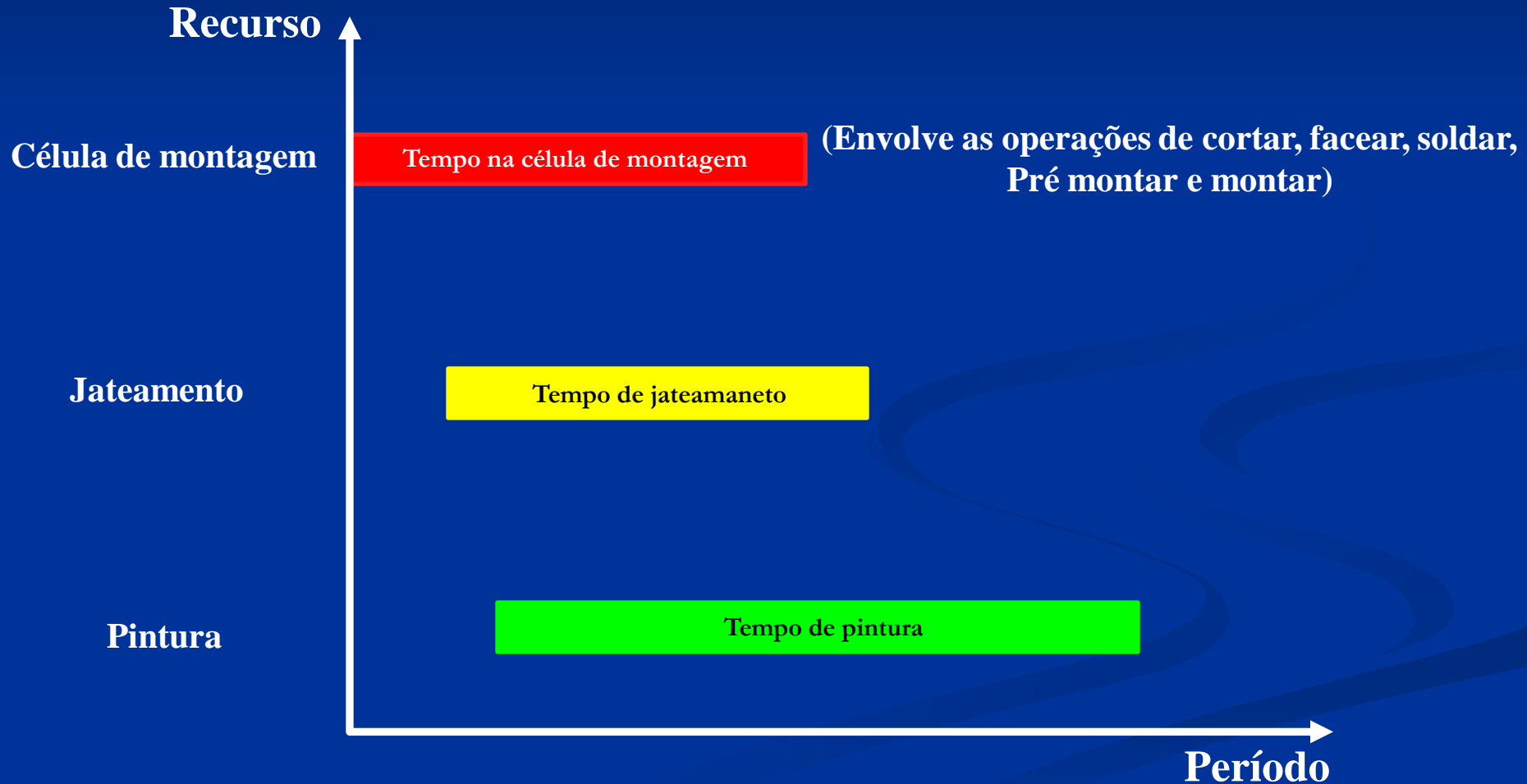
**JATEAMENTO**



**PINTURA**



# PROGRAMAÇÃO





## *LAYOUT* – MONTAGEM E PINTURA FÁBRICA DE BICICLETAS



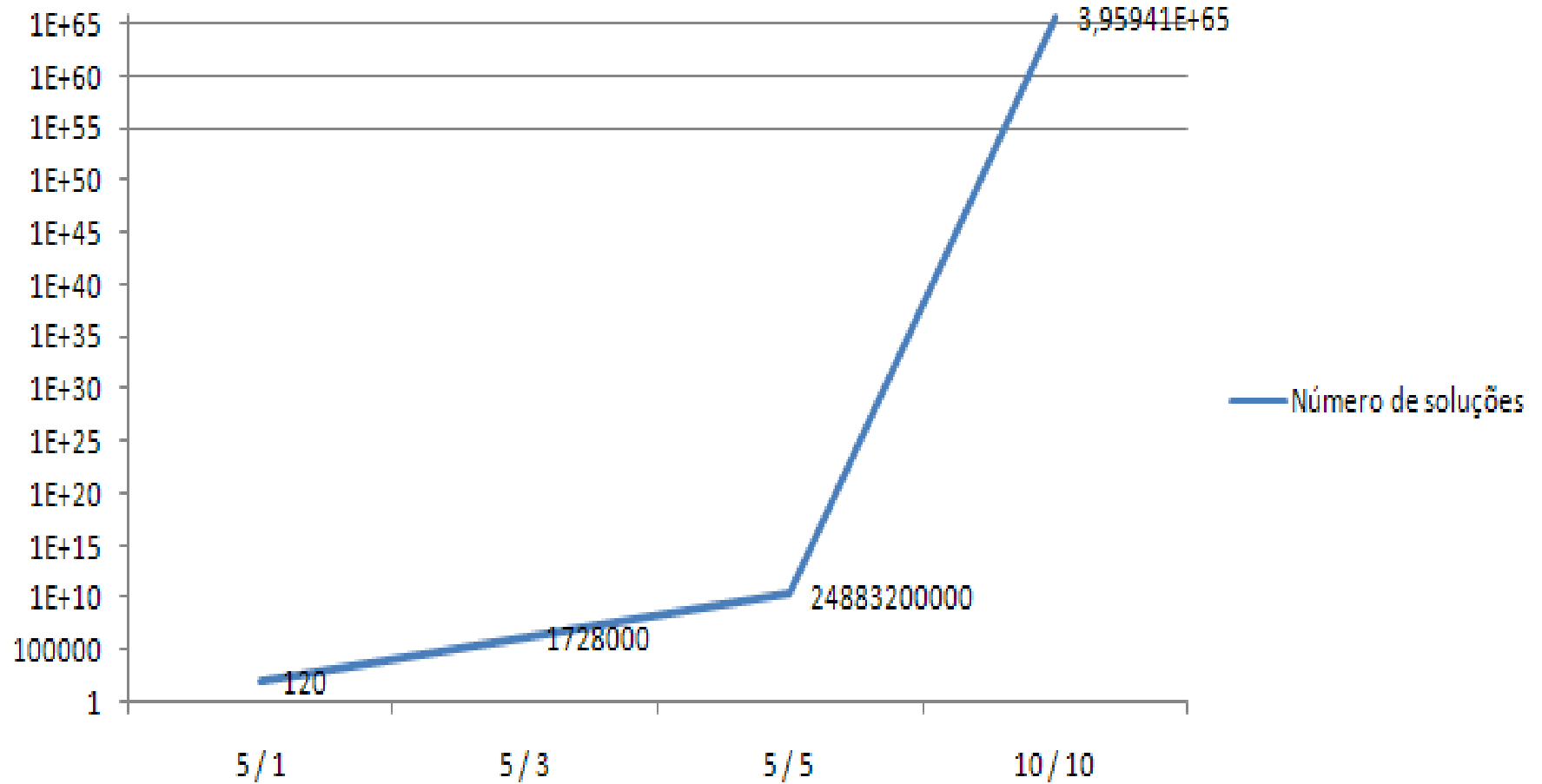
# FUNÇÃO EXPONENCIAL

POSSIBILIDADES DE  
SEQUÊNCIAMENTO

Número de entidades (n)	Número de máquinas (m)	Cálculo	Número de soluções
5	1	$[(5! = 120)]^1$	= 120
5	3	$[(5! = 120)^3]$	1.7 milhões
5	5	$[(5! = 120)^5]$	25.000 milhões
10	10	$[(10! = 3628800)^{10}]$	$3.96 * 10^{65}$

Número de entidades (n)	Número de máquinas (m)	n / m	Número de soluções
5	1	5 / 1	120
5	3	5 / 3	1728000
5	5	5 / 5	24883200000
10	10	10 / 10	3,95941E+65

## Número de soluções





# FUNÇÃO PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

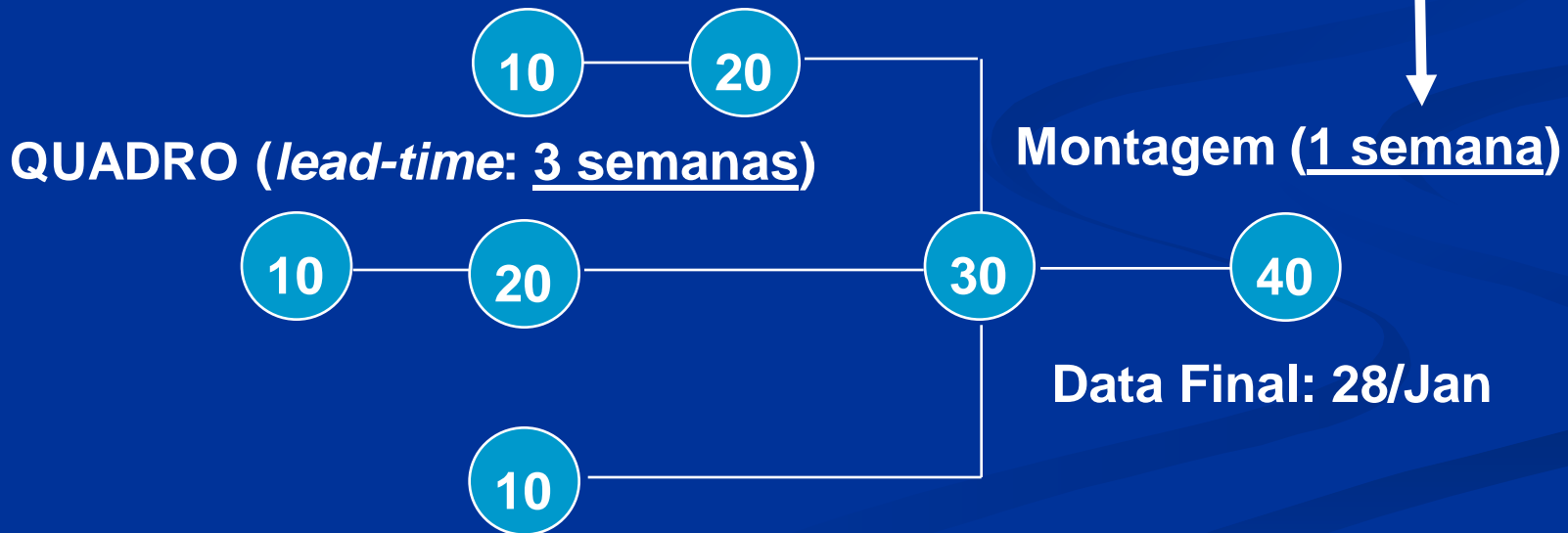


# ESTRUTURA DO PRODUTO INVERTIDA

## Preactor APS Materiais - O Problema do MRP

### Lista de Materiais da Fábrica de Bicicleta

**RODAS** (*lead-time: 2 semanas*)



**SELIM** (*lead-time entrega: 2 semanas*)

# *Backflushing* – MRP

**O MRP não considera a quantidade de tempo necessária para a execução da operação, o *lead time* considerado pelo MRP é fixo, o que causa uma série de problemas quanto a precisão da escala tempo no planejamento.**

**MRP é baseado no *lead time*.**

**Obs.: *MS-Project* – na ordenada relaciona atividades, não recursos – é utilizado para planejamento e não programação.**

***time phased plan* - Programação da atividade com base em uma escala de tempo apropriada.**

***time phasing* - Distribuição de atividades, tarefas, metas e recursos através de uma escala de tempo adequada para a conclusão prevista de um plano, programa ou projeto.**

# *Backflushing*

- Processo de definição do número de componentes que deve ser subtraído dos registros de inventário ou **plano de produção por já terem sido fabricados**. Este número é calculado referindo-se ao número de peças retiradas do inventário (e entregue ao chão de fábrica) e o número de peças assumidas (de acordo com a lista de materiais) terem sido consumidos em uma linha de fabricação em um ou mais pontos de deduzir.

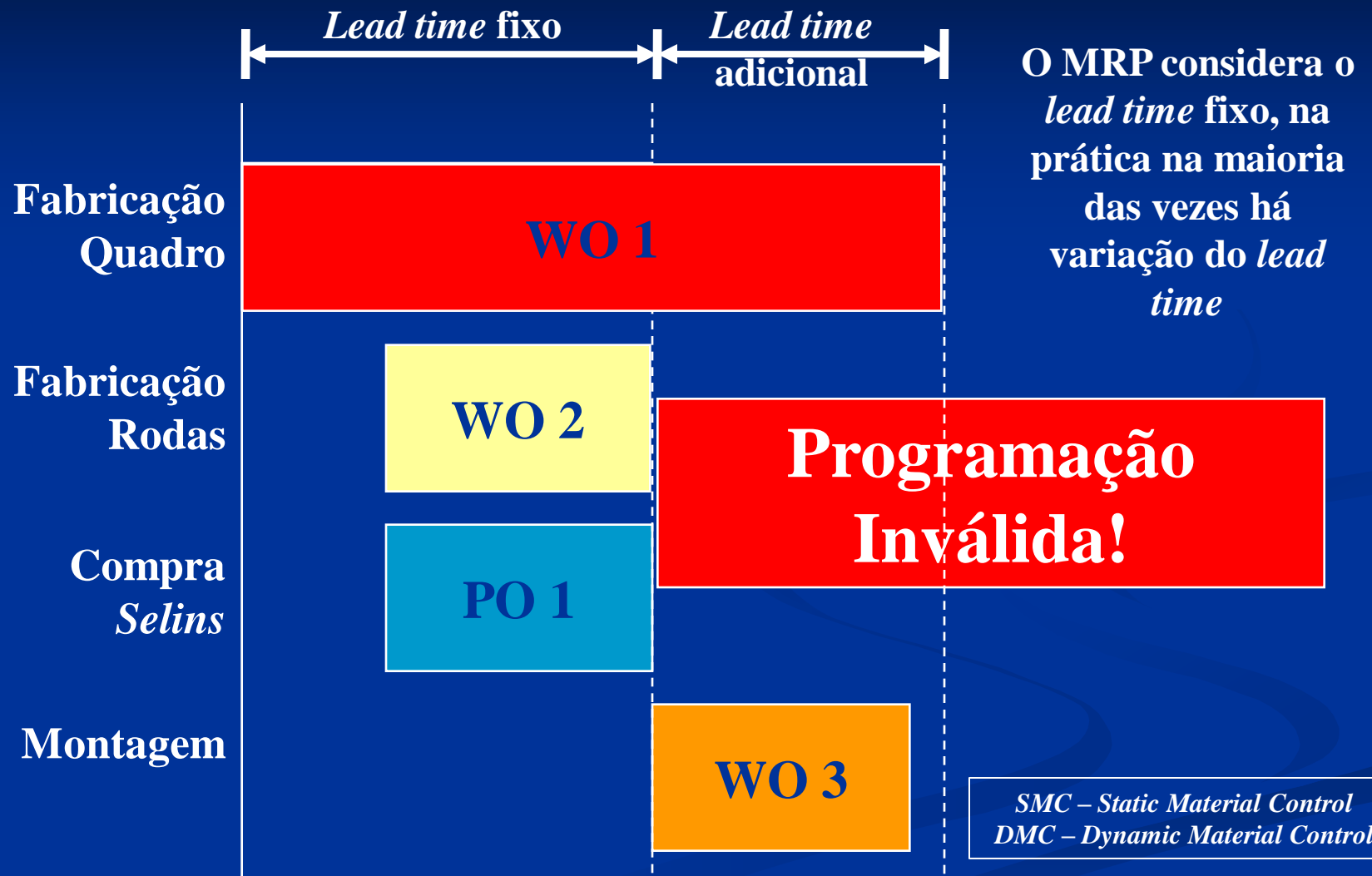




# Preactor APS - Materiais - O problema do MRP

Ordem N°	Item	Data Início	Data Final
W/O 1	Quadros	1/Jan	21/Jan
W/O 2	Rodas	7/Jan	21/Jan
P/O 1	Selins	7/Jan	21/Jan
W/O 3	Montagem	21/Jan	28/Jan

# Preactor APS Materiais - O problema do MRP



11/06      21/06

Dia 11 de junho, vendas está fechando pedidos do *mix* de produtos oferecidos, de acordo com o *lead time* padrão de atendimento de 10 dias, o MRPII recebe os pedidos sem verificar com precisão a capacidade e recebe todos com esse padrão de atendimento independente do volume, quanto a ter capacidade produtiva ou não. Em função desse parâmetro é considerado um sistema de capacidade infinita.

comprimento da mangueira = jornada de trabalho = tempo disponível por turno vezes o número de turnos = 39.5 horas  
 para esse exemplo o lead time total do componente é igual a disponibilidade de tempo total da jornada

**para o exemplo uma ordem de 40 peças:**

operação 10 – 0.10 horas X 40 peças = 4 horas + 0.5 horas (setup) = 4.5 horas

operação 20 – 0.20 horas X 40 peças = 8 horas + 3.0 horas (setup) = 11.0 horas

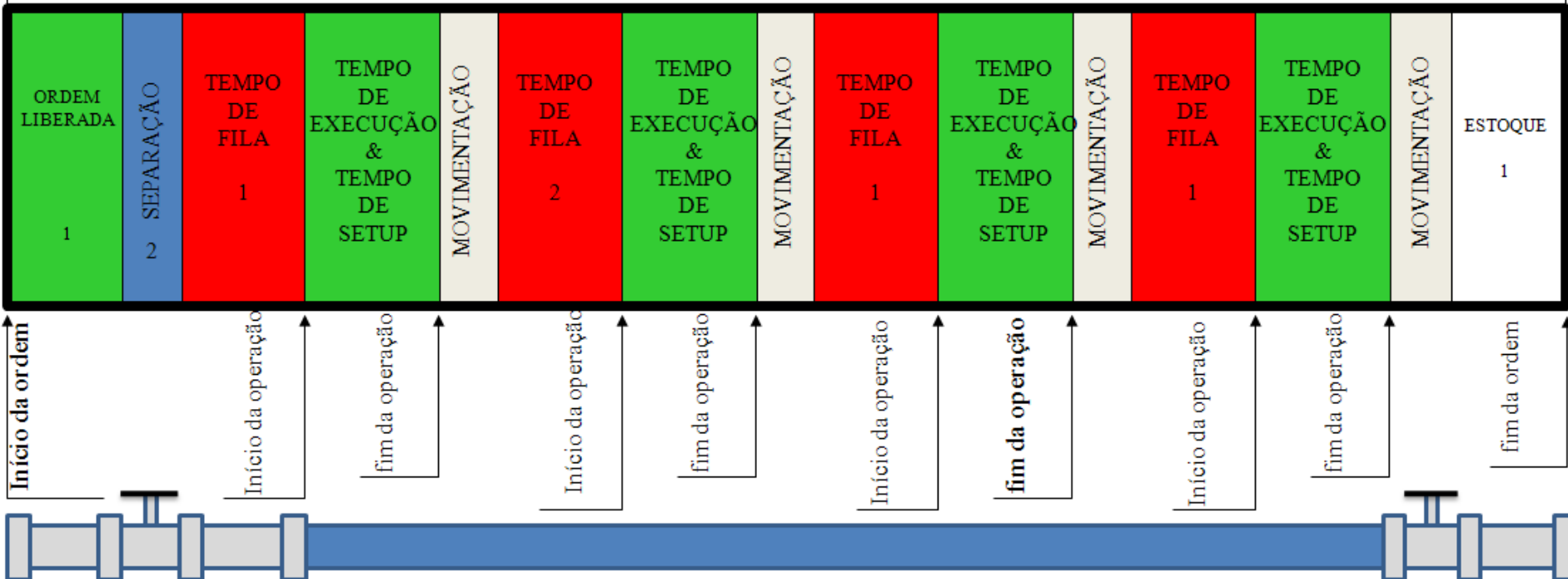
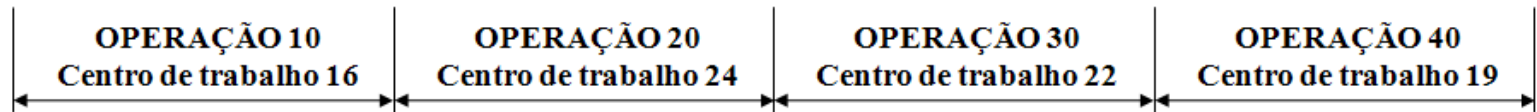
operação 30 – 0.10 horas X 40 peças = 4 horas + 2.0 horas (setup) = 6.0 horas

operação 40 – 0.20 horas X 40 peças = 8 horas + 1.0 horas (setup) = 9.0 horas

**Total = 30.5 horas (execução + setup) + 9 horas (liberação + separação + fila + movimentação (falta dimensionar) = 39.5 horas**

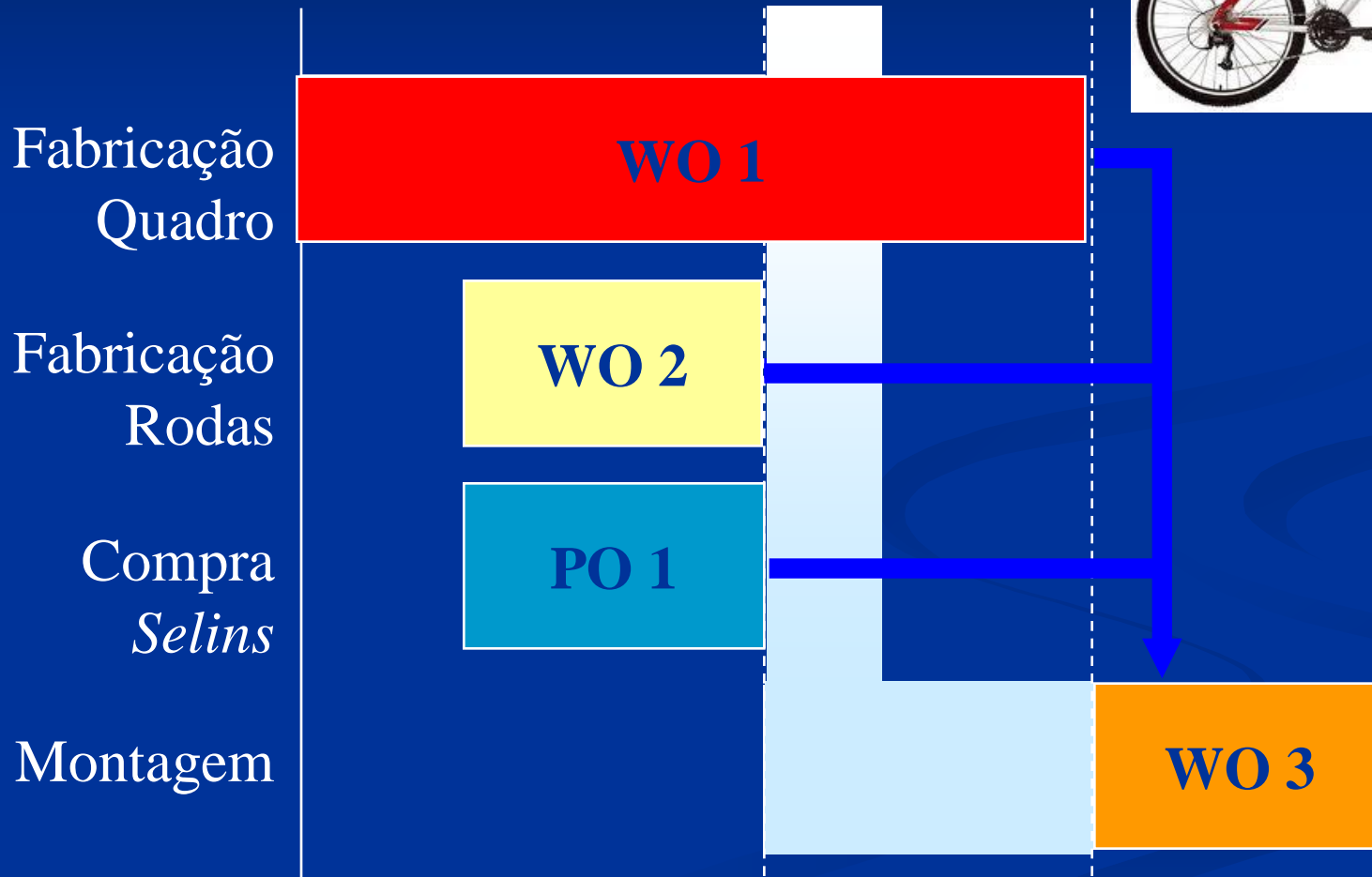
**Takt time = 40 peças / 39.5 horas = 1.013 peças por hora (taxa necessária = ritmo necessário = vazão necessária)**

**Tempo de ciclo = 39.5 horas**





# Preactor APS Materiais – A Solução SMC



# APRAZAMENTO, SEQUENCIAMENTO & PROGRAMAÇÃO

- Aprazamento – definir data de entrega dos produtos acabados ao cliente ou a quem é de interesse.
- Sequenciamento – definir a ordem de execução das tarefas ou operações a partir de um roteiro pré-definido do processo de fabricação para execução de acordo com o plano de produção.
- Programação – definir as datas de cada tarefa ou operação inseridos no escopo do plano de produção em função do produto e seus componentes, a serem sequenciadas de acordo com os tempos de processo respeitando o prazo final de entrega acordado no aprazamento.
- W / O – *work orders* – ordens de produção
- P / O – *purchase orders* – ordens de compra

# EXERCÍCIO DE SEQUENCIAMENTO



# EXERCÍCIO DE SEQUENCIAMENTO

- Produtos (nível 0 da estrutura dos produtos):
    - ✓ BK-1 – Monociclo  
Operações – Montagem e Teste →  
Componentes – Sa-1, FR-1, WH-1
    - ✓ BK-2 – Bicicleta Padrão  
Operações – Montagem e Teste →  
Componentes – FR-2, WH-1, Sa-1
    - ✓ BK-3 – Bicicleta Tandem  
Operações – Montagem e Teste →  
Componentes – FR-3, WH-1, Sa-1
    - ✓ BK-4 – Triciclo  
Operações – Montagem e Teste →  
Componentes – FR-4, Sa-1, WH-1
- |   |   |
|---|---|
| { | FR-1 – Quadro de Monociclo (Q = 1)<br>Sa-1 – Selim “Padrão” (Q = 1)<br>WH-1 – Roda “Padrão” (Q = 1) |
| { | FR-2 – Quadro Padrão (Q = 1)<br>Sa-1 – Selim “Padrão” (Q = 1)<br>WH-1 – Roda “Padrão” (Q = 2)       |
| { | FR-3 – Quadro de Tandem (Q = 1)<br>Sa-1 – Selim “Padrão” (Q = 1)<br>WH-1 – Roda “Padrão” (Q = 2)    |
| { | FR-4 – Quadro de Triciclo (Q = 1)<br>Sa-1 – Selim “Padrão” (Q = 1)<br>WH-1 – Roda “Padrão” (Q = 3)  |

# EXERCÍCIO DE SEQUENCIAMENTO

- Componentes (nível 1 da estrutura dos produtos):
  - ✓ FR-1 – Quadro de Monociclo  
Operações – Corte, Solda, Pintura e Espera → { TU-1 – Tubo Metálico (Q = 5)  
Componentes – TU-1
  - ✓ FR-2 – Quadro Padrão  
Operações – Corte, Solda, Pintura e Espera → { TU-1 – Tubo Metálico (Q = 6)  
Componentes – TU-1
  - ✓ FR-3 – Quadro de Tandem  
Operações – Corte, Solda, Pintura e Espera → { TU-1 – Tubo Metálico (Q = 8)  
Componentes – TU-1
  - ✓ FR-4 – Quadro de Triciclo  
Operações – Corte, Solda, Pintura e Espera → { TU-1 – Tubo Metálico (Q = 8)  
Componentes – TU-1
  - ✓ **Sa-1 – Selim “Padrão”**  
Operação – Compra
  - ✓ **WH-1 – Roda “Padrão”**  
Operação – Montagem  
Componentes – TR-1, RM-1, HB-1, SP-1 → {
    - TR-1 – Pneu “Padrão” (Q = 1)
    - RM-1 – Aro “Padrão” (Q = 1)
    - HB-1 – Cubo “Padrão” (Q = 1)
    - SP-1 – Raio “Padrão” (Q = 100)

# EXERCÍCIO DE SEQUENCIAMENTO

- Componentes (nível 2 da estrutura dos produtos):
  - ✓ TU-1 – Tubo Metálico  
Operações – Compra
  - ✓ TR-1 – Pneu “Padrão”  
Operações – Compra
  - ✓ RM-1 – Aro “Padrão”  
Operações – Montagem  
Componentes – MS-1  
→ { MS-1 – Tira Metálica (Q = 1.25)
  - ✓ HB-1 – Cubo “Padrão”  
Operações – Montagem  
Componentes – BB-1, BO-1, HO-1  
→ { BB-1 – Rolamentos (Q = 1)  
BO-1 – Eixo de Roda (Q = 1)  
HO-1 – Cubo Externo (Q = 1)
  - ✓ SP-1 – Raio “Padrão”  
Operação – Compra

# EXERCÍCIO DE SEQUENCIAMENTO

- Componentes e Matéria Prima (nível 3 da estrutura dos produtos):
  - ✓ MS - 1 – Tira Metálica – Matéria Prima  
Operações – Compra
  - ✓ BB - 1 – Rolamentos – Componente  
Operações – Compra
  - ✓ BO - 1 – Eixo de Roda – Componente  
Operações – Compra
  - ✓ HO - 1 – Cubo Externo – Componente  
Operações – Compra



# EXERCÍCIO DE SEQUENCIAMENTO

operação 10 (Corte)  
 operação 20 (Solda)  
 operação 30 (Pintura)  
 operação 40 (Espera)

Mix – BK-1, BK-2, BK-3, BK-4

Nível – 0

Bicicleta

operação 10 e 20 (montagem e teste)

Sa-1

Selim

Nível – 1

operação 10 (Compra)

WH-1

Roda

operação 10 (montagem)

Mix – FR-1, FR-2, FR-3, FR-4

Quadro

TR-1

Pneu

operação 10 (Compra)

RM-1

Aro

Nível – 2  
operação 10 (montagem)

HB-1

Cubo

operação 10 (montagem)

SP-1

Raio

operação 10 (Compra)

TU-1

Tube Metálico

operação 10 (Compra)

Tira Metálica

operação 10 (Compra)

Rolamento

operação 10 (Compra)

Eixo de Roda

operação 10 (Compra)

Cubo Externo

Nível – 3

## ESTRUTURA PADRÃO DO PRODUTO

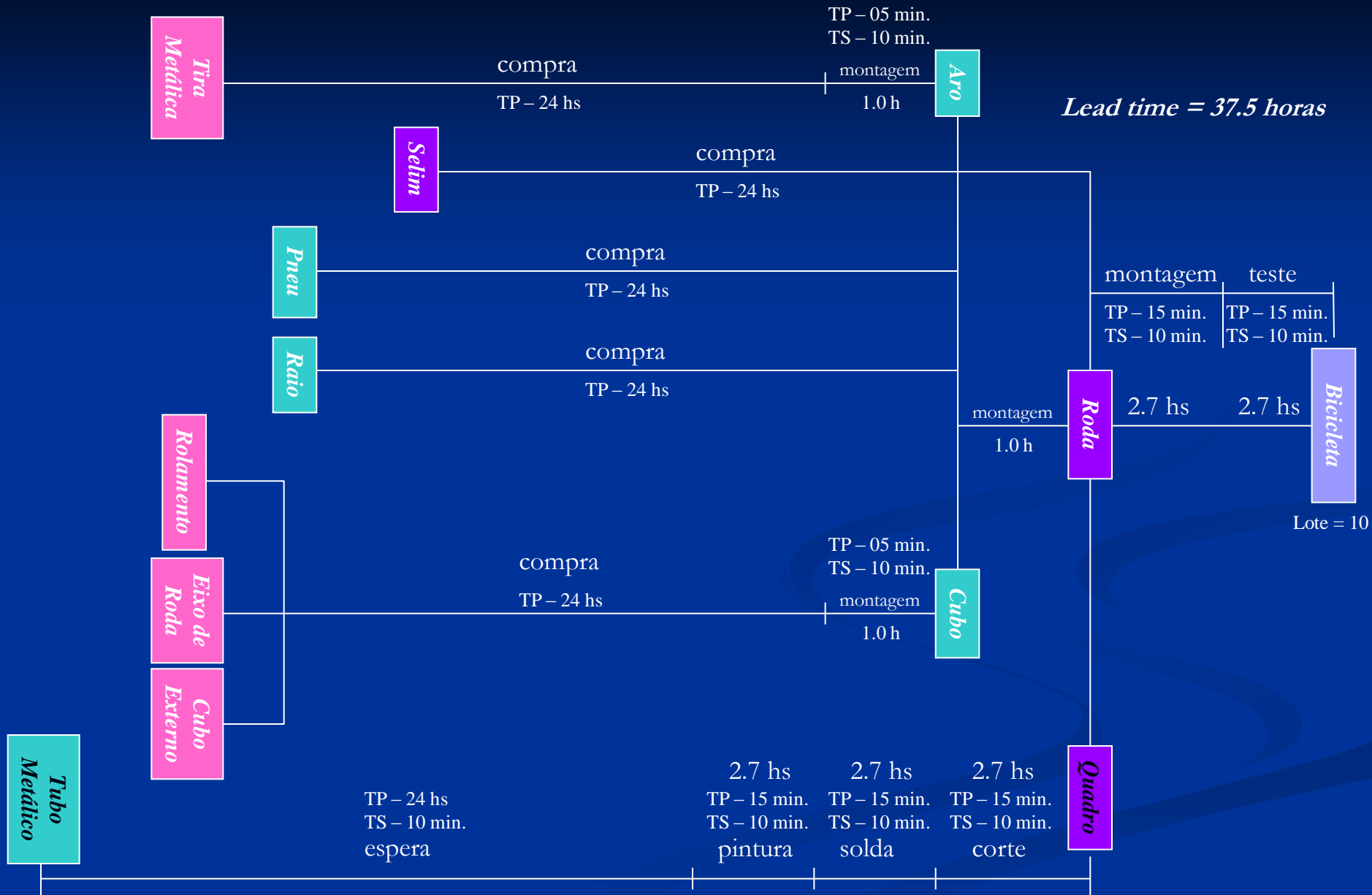


W / O – *work orders* – ordens de produção (montagem): Bicicleta, Roda, Quadro, Cubo

P / O – *purchase orders* – ordens de compra: Selim, Tube Metálico, Pneu, Raio, Tira

Metálica, Rolamento, Eixo de Roda, Cubo Externo





Problema do MRPII – impreciso na determinação da capacidade em função do aumento do volume a ser multiplicado pelos tempos acima, não respeitando ou definindo limites – sistema de capacidade infinita.

# CORREÇÃO

*LEAD TIME*



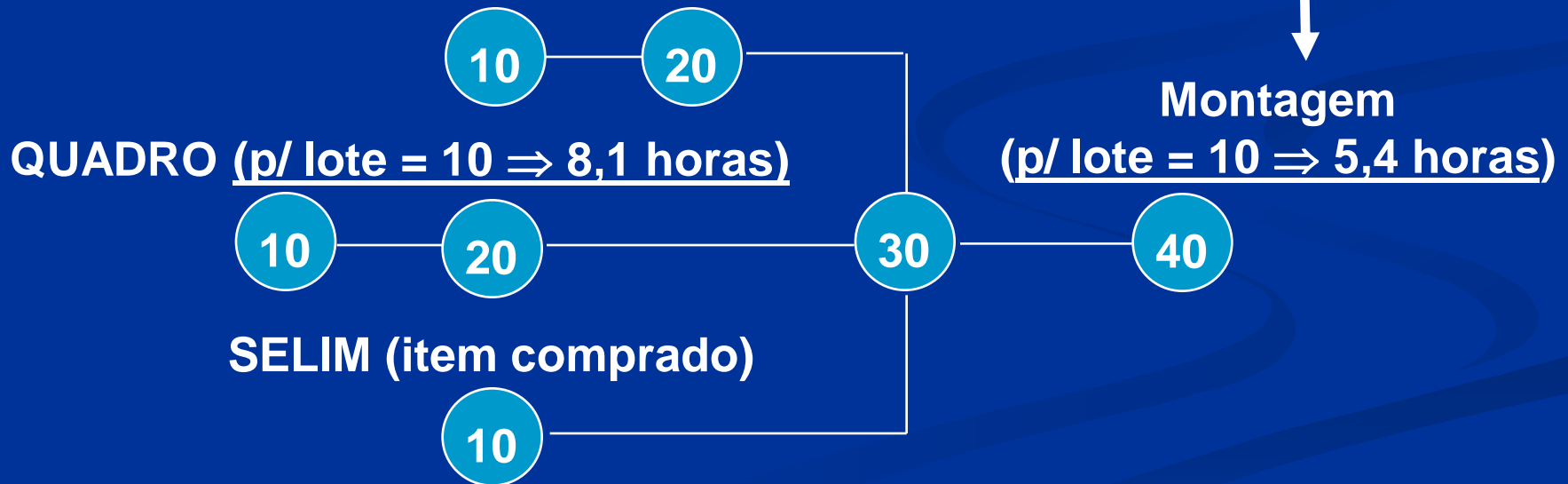
# ESTRUTURA DO PRODUTO INVERTIDA

## Preactor APS Materiais - O Problema do MRP

### Lista de Materiais da Fábrica de Bicicleta

RODAS (p/ lote = 10  $\Rightarrow$  2,0 horas)

Obs.: aro e cubo fabricados em paralelo

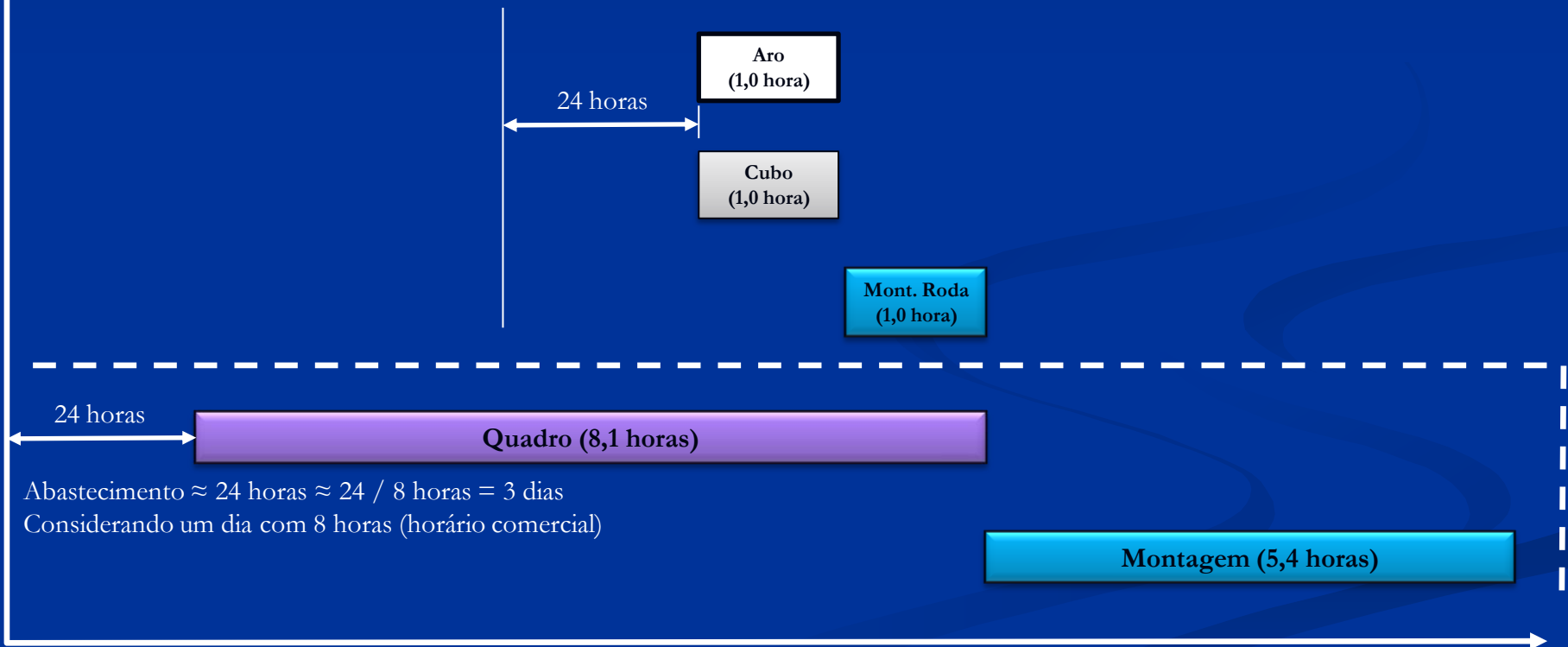


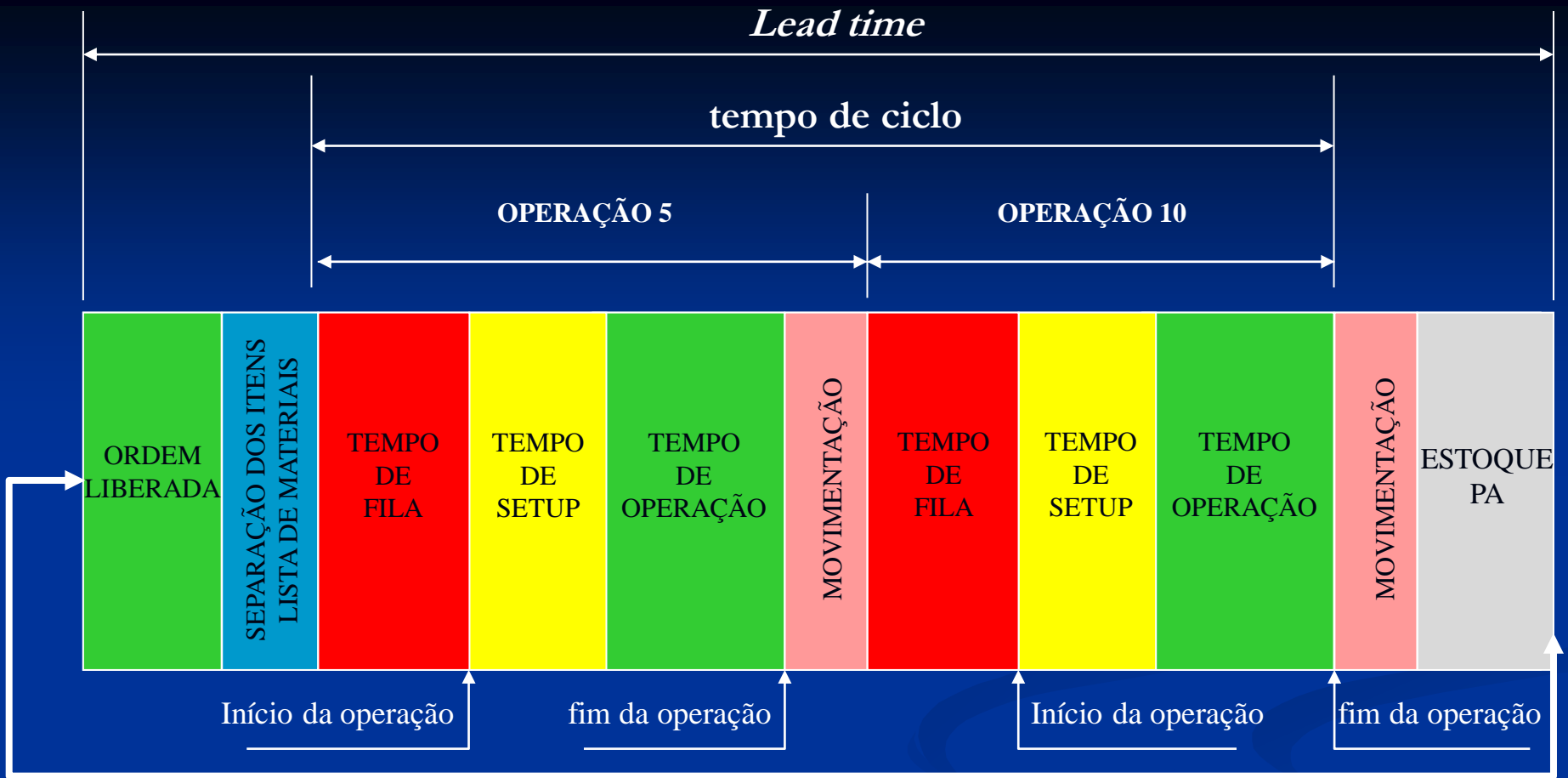
C/T (*Cycle Time*) Tempo de ciclo – tempo para processar uma unidade em uma etapa do processo:  
Por exemplo, na montagem o tempo de ciclo é 15 minutos sem considerar o tempo de *setup*

L/T *Lead Time* – tempo que uma peça leva para percorrer todas as etapas de um processo (ou uma cadeia de valor) do começo ao fim  
Por exemplo, na montagem o *lead time* é 30 minutos sem considerar o tempo de *setup*

O *lead time* para a produção de um lote de 10 bicicletas é de 13,5 horas sem considerar o tempo necessário de abastecimento de itens comprados, mas considerando o tempo de *setup* para 1 lote de 10 unidades

**Observação:** sem considerar os tempos de fila e de movimentação.





processo	Tempo de fila	Tempo de <i>Setup</i>	Tempo de Operação	Tempo de movimentação	<i>Lead Time</i>
Corte	7 horas ≈ 1 dia	10 minutos	15 * 10 = 150 minutos	0,5 dia	2 dias
Solda	7 horas ≈ 1 dia	10 minutos	15 * 10 = 150 minutos	0,5 dia	4 dias
Pintura	7 horas ≈ 1 dia	10 minutos	15 * 10 = 150 minutos	1,0 dia	6,5 dias
Montagem	7 horas ≈ 1 dia	10 minutos	15 * 10 = 150 minutos	-----	8 dias
teste	-----	10 minutos	15 * 10 = 150 minutos	-----	8,5 dias
Liberação	-----	-----	-----	-----	9 dias



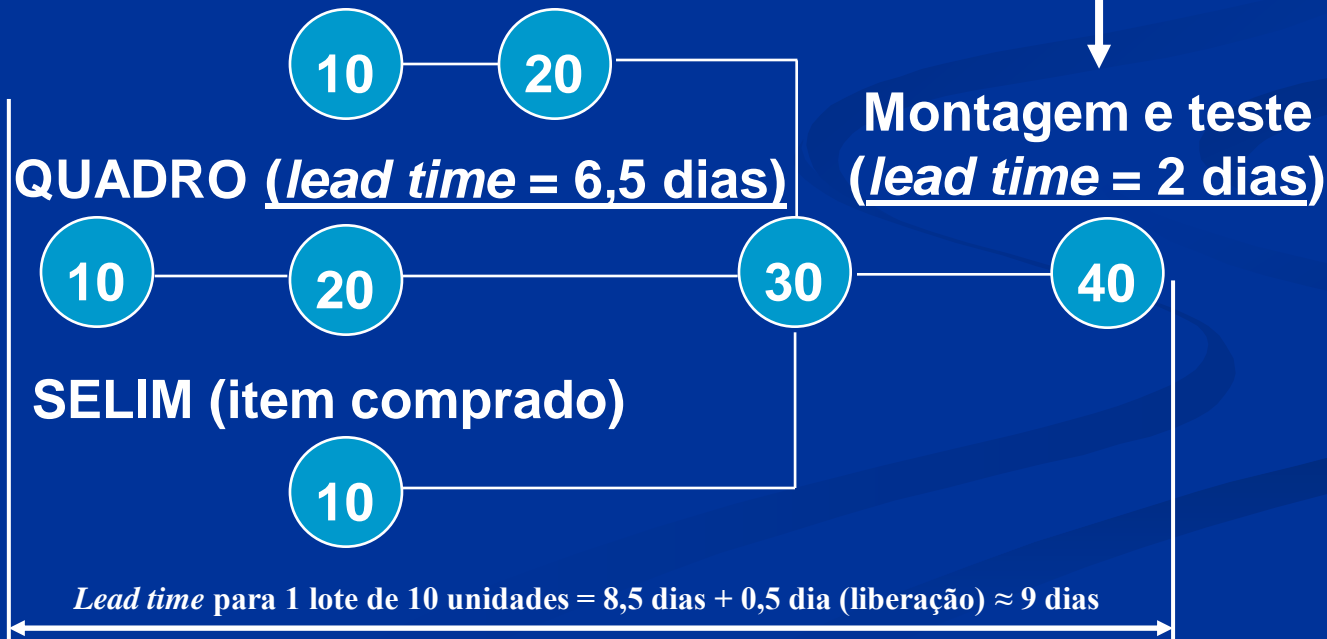
# ESTRUTURA DO PRODUTO INVERTIDA

## Preactor APS Materiais - O Problema do MRP

### Lista de Materiais da Fábrica de Bicicleta

**RODAS** (lead time = 2 dias)

Obs.: tempo de fila = 1 dia + 1 dia (mov. e processo)

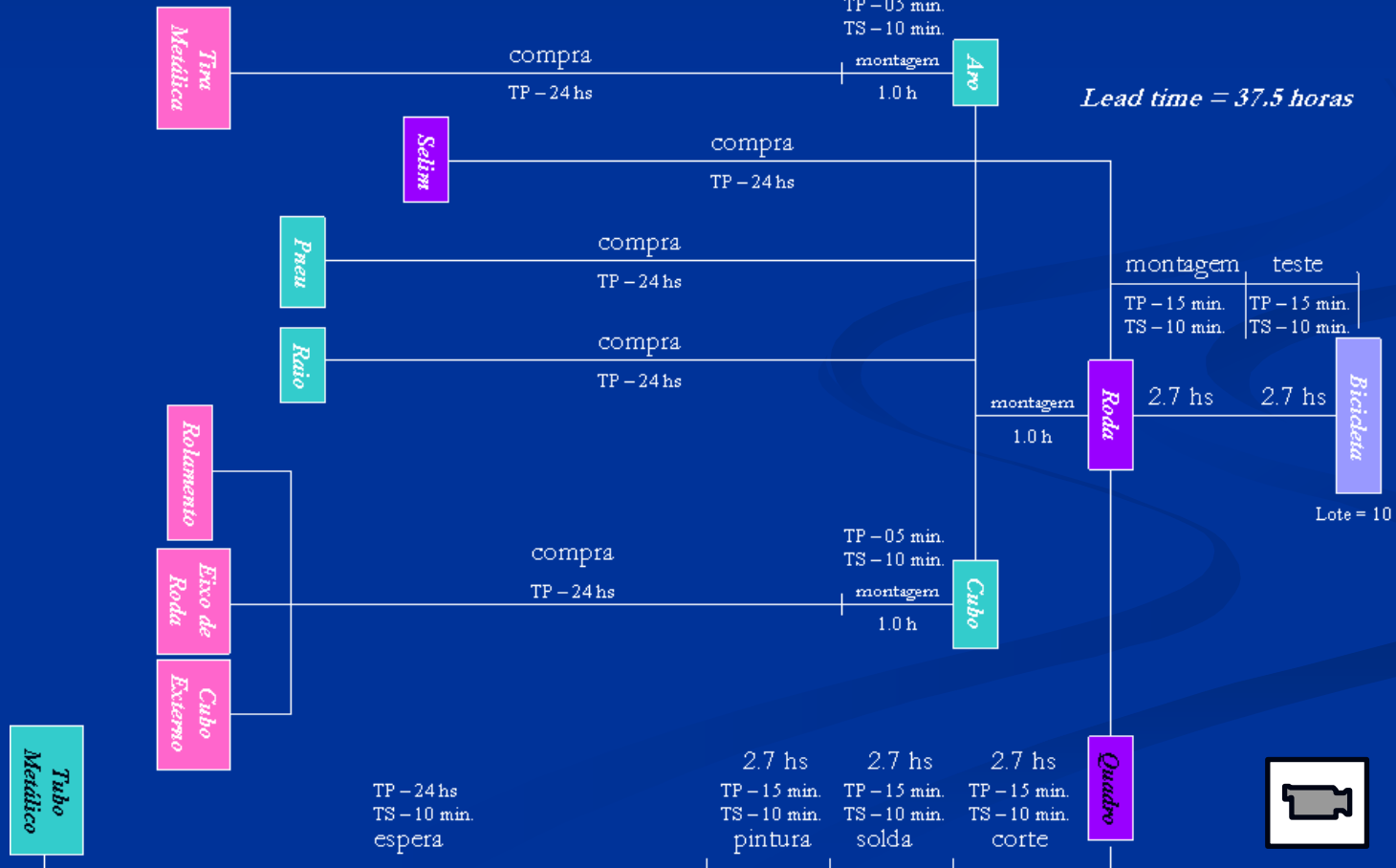
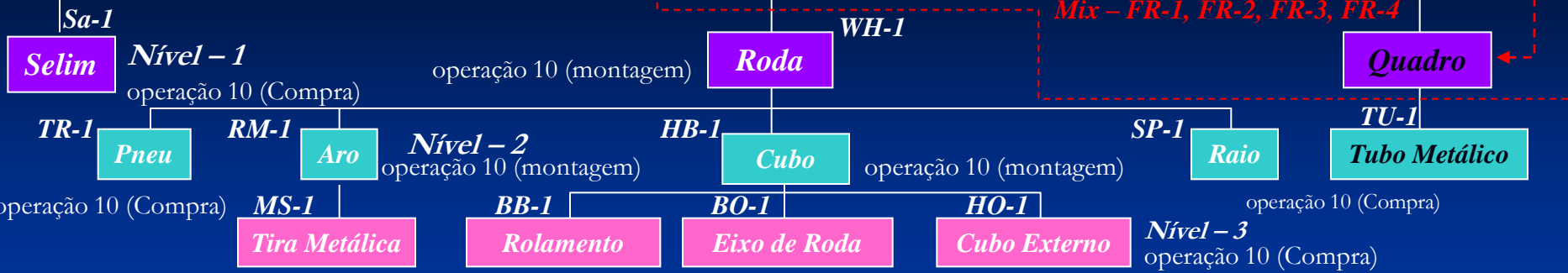


Nível - 0

Bicicleta

Mix - BK-1, BK-2, BK-3, BK-4  
 operação 10 e 20 (montagem e teste)

operação 10 (Corte)  
 operação 20 (Solda)  
 operação 30 (Pintura)  
 operação 40 (Espera)



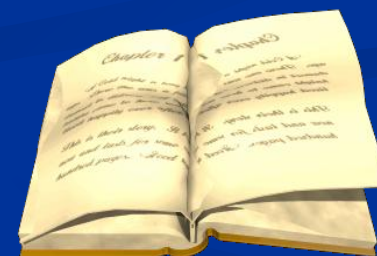
“Dados sem teoria são vazios,  
teoria sem dados é cega.”

Albert Einstein. Físico  
Alemão (1879 – 1955)

# Produtividade do agronegócio brasileiro

Roberto Rodrigues

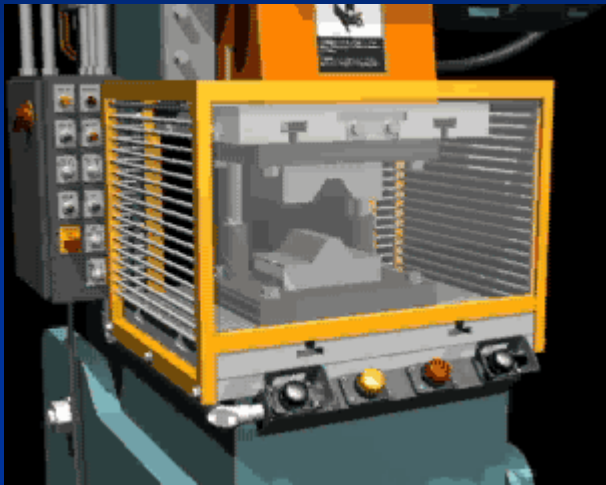
Revista Veja



Edição 2386 – ano 47 – número 33

13 de agosto de 2014





Década de 1990

# PROJEÇÃO PARA 20 ANOS

*Caso a tecnologia não tivesse avançado como ocorreu no momento atual, a área plantada de grãos teria que ser ampliada em 211% com relação a área utilizada em 1990.*



62,3 milhões de hectares  
(7,38%) do território  
nacional

Em 22 anos a produção de  
grãos aumentou 223%



$62,3 + 69 = 131,3$  milhões  
de hectares (15,55%) do  
território nacional



Em 22 anos a área plantada de grãos teria que ter  
aumentado 211% sem o avanço da tecnologia



1992

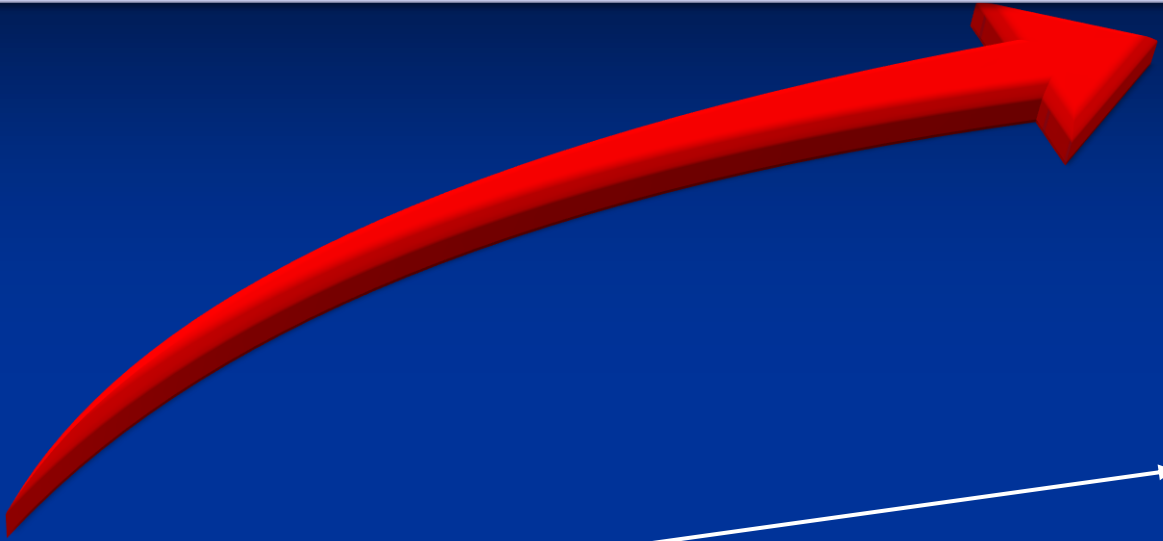
2014

Década de 1990

# PROJEÇÃO PARA 20 ANOS COM A PERSPECTIVA DO AVANÇO DA TECNOLOGIA

*O agronegócio representou o ano passado uma fatia de 23% do PIB brasileiro, 30% dos empregos e 41% das exportações ou 100 bilhões de dólares.  
Entre julho de 2013 e junho de 2014, o saldo comercial acumulado do agronegócio foi de 82,4 bilhões de dólares.*

**Eficiência**  
**Tecnologia**



62,3 milhões de hectares  
(7,38%) do território nacional

Em 22 anos a produção de grãos aumentou 223%

76 milhões de hectares  
(9%) do território nacional



Em 22 anos a área plantada de grãos aumentou 22%

1992

2014

# Eficiência relativa do agronegócio – 1990 *versus* 2014

$$\frac{1}{62,3 \text{ milhões de hectares}} \rightarrow \frac{2,23 + 1 = 3,23}{76 \text{ milhões de hectares}}$$



$$\frac{2,64755}{62,3 \text{ milhões de hectares}} \rightarrow \frac{1}{62,3 \text{ milhões de hectares}}$$



$$(1 / 2,64755) * 100 = 37,77\%$$

Eficiência do sistema produtivo anterior = 37,77%

# Contexto atual da necessidade de produção de alimentos no mundo

- ❖ A OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) e a FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*), o braço da ONU para o tema da alimentação, fizeram um estudo em 2012 que mostra que até 2020 a produção de alimentos teria de crescer 20% para que a segurança alimentar fosse mantida no mundo. A União Europeia, segundo as projeções, pode elevar sua produção em no máximo 4%. Os Estados Unidos e o Canadá podem obter um aumento de no máximo 15%. A região da Oceania não conseguiria um número melhor do que 17%. Países grandes como Índia, China, Rússia e Ucrânia poderiam elevar a produção em até 26%. O Brasil pode atingir 40%.

# RELAÇÕES ENTRE PROGRAMAÇÃO DE ATIVIDADES E GESTÃO DE ESTOQUES

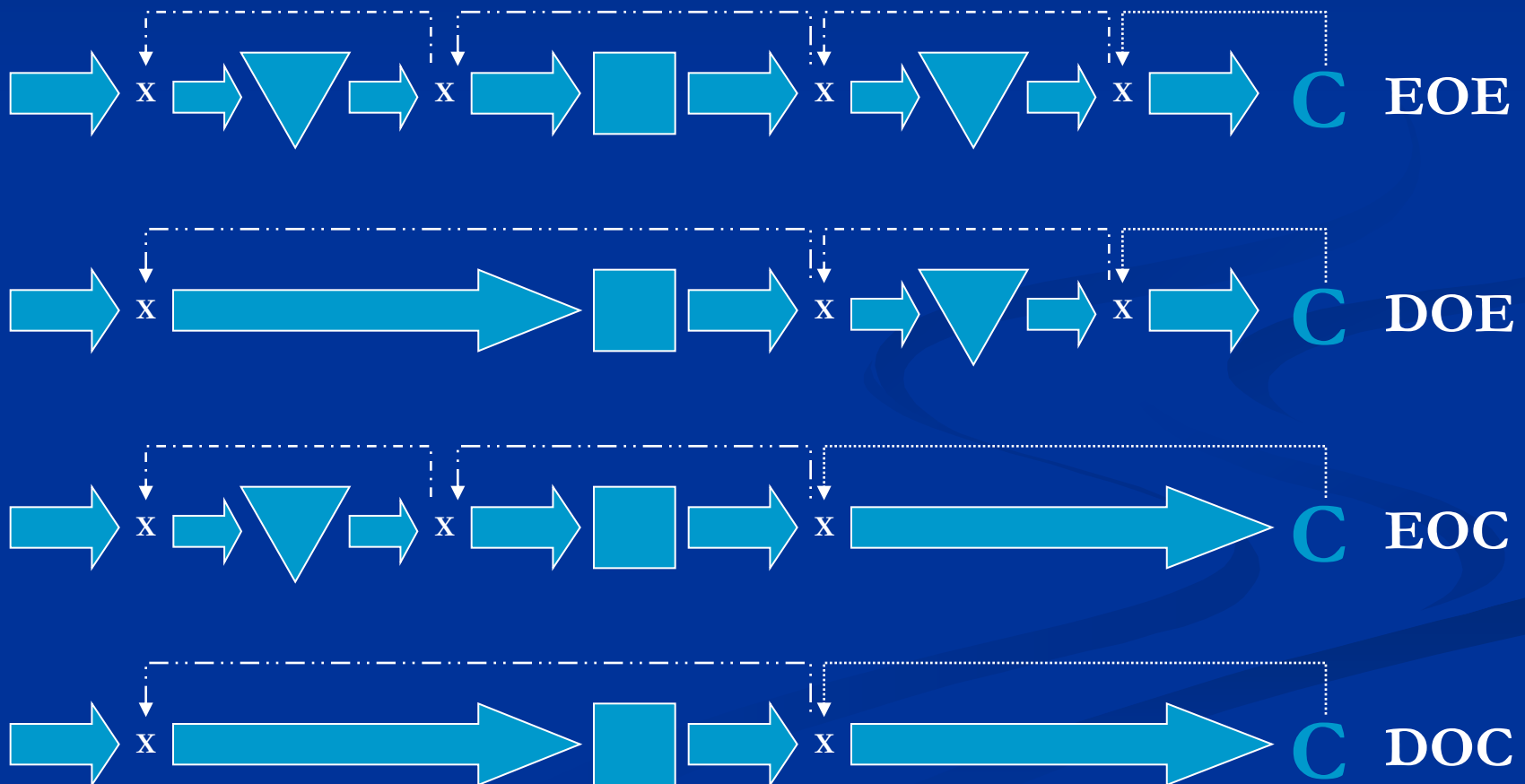
E: estoque  
C: Cliente  
O: operação  
D: direto

X: Programação

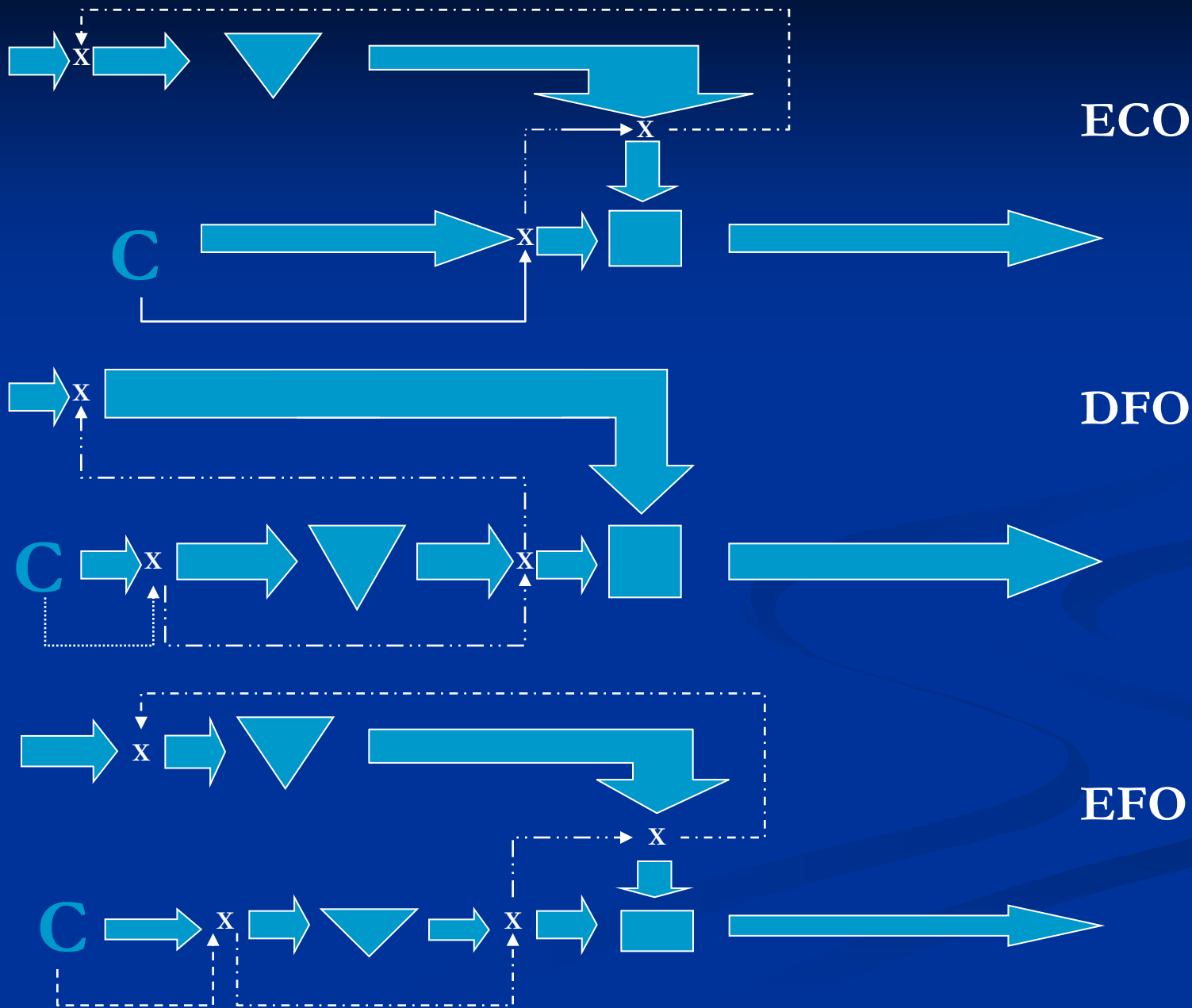
.....► Influência do cliente

- - - ► Gestão de estoques

- · - · ► Programação de atividades



# RELAÇÕES ENTRE PROGRAMAÇÃO DE ATIVIDADES E GESTÃO DE ESTOQUES





# Programação da Produção

Exemplos

# APS na Gestão Avançada da Produção: tendências e oportunidades

SADE VIGESA S/A. - PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO				EMITIDO EM 03/11/94									
SIMULAÇÃO DAS FILAS: ALGORITMO SPT DO GARGALO				SEMANA ATUAL : 9428									
OBRA	OF	NOME PEÇA	QTE	HRS. PREV. OF	HRS. PREV. ÁREA	HRS. ACUM. ÁREA	HRS. PREV. GARG.	HRS. ACUM. GARG.	PRAZO DA OP.	DIFER. SEMAN ATUAL	QTE. MOVIM FALT.	DIST. DO GARG.	ÁREA DE FABRI
EV061	4017298	TAMPÃO	03	10.53	10.53	10.5	4.5	4.5	9428	0	1	5	CE
EV061	4014400	CAMISA CILINDR	03	32.59	6.90	17.4	6.9	11.4	9429	1	13		CE
EV063	4014426	CAMISA CILINDR	03	32.59	6.90	24.3	6.9	18.3	9429	1	13		CE
EV061	4014701	EMBOLO	04	27.54	23.34	47.7	14.3	32.6	9423	-5	5		CE
EV063	4014736	EMBOLO	04	27.54	23.34	71.0	14.3	46.9	9425	-3	5		CE
EV063	4014761	CAMISA CILINDR	04	46.88	15.50	86.5	15.5	62.4	9429	1	12		CE
EV057	3063692	CAMISA CILINDR	04	47.78	26.50	113.0	15.5	77.9	9433	5	12	1	CE
EV061	4014779	BONNET	04	47.76	27.78	140.8	17.5	95.4	9431	3	8		CE
EV062	4014787	BONNET	04	47.76	27.78	168.6	17.5	112.9	9431	3	8		CE
EV063	4014795	BONNET	04	47.76	27.78	196.4	17.5	130.4	9431	3	8		CE
EV057	3066578	CORPO SUSPENS.	01	149.34	42.52	238.9	32.0	162.4	9434	6	13	8	CE
EV061	4011885	CORPO SUSPENS.	01	149.34	42.52	281.4	32.0	194.4	9433	5	13	8	CE

1



2



3

05-08-2002 10:14:24 - Página 2 de 30

Lista de Tarefas  
C.T. - 1102 Fresadora Grande  
Período: 05-08-2002 a 12-08-2002

Tipo Cliente	OP Num.	Código da Peça	Descrição	Qtd.	Oper. N°	Nome da Oper.	Início da Oper.	Fim da Oper.	CT Anterior	CT Posterior
FF008	61925003	159177400 - 61925003	SEPARADOR DE ESTEIRA	1.00	20	FRESAR COMPR., UMA FACE NA	05-08-2002	05-08-2002	2200 2200	1105
FF008	61925028	159177400 - 61925028	SEPARADOR DE ESTEIRA	1.00	20	FRESAR COMPR., UMA FACE NA	05-08-2002	05-08-2002	2200 2200	1105
FF008	61925003	159177400 - 61925003	SEPARADOR DE ESTEIRA	1.00	40	FRESAR ANGULO CONFORME	05-08-2002	05-08-2002	1105 1105	2200
FF008	61925028	159177400 - 61925028	SEPARADOR DE ESTEIRA	1.00	40	FRESAR ANGULO CONFORME	06-08-2002	06-08-2002	1105 1105	2200

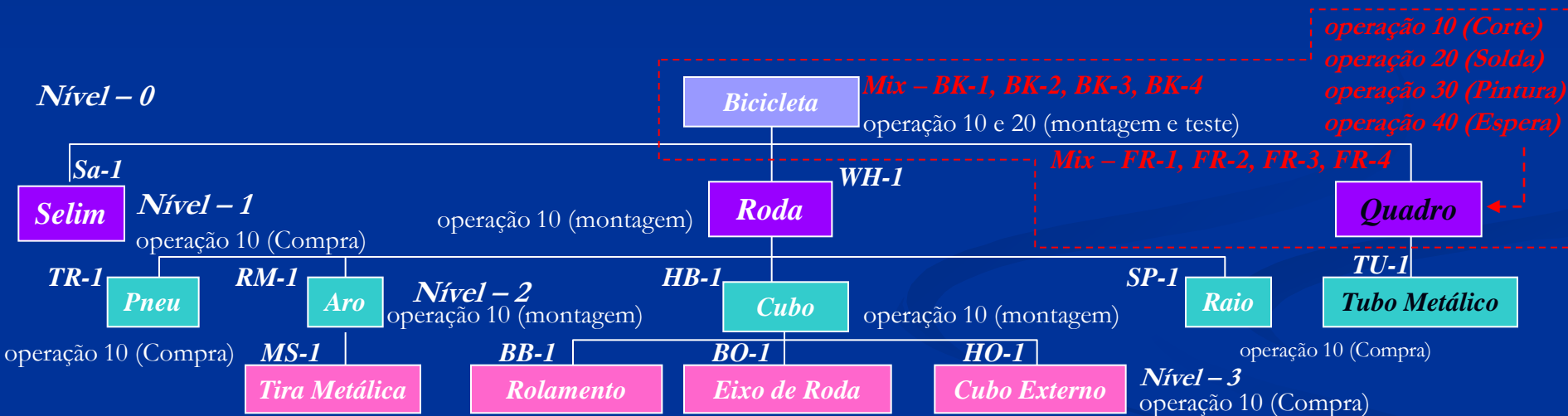
Fresadora de Engrenagem

# *“PEGGING”*

Deficiência do MRPII

# CONCEITO DE “*PEGING*”

- O Relacionamento ou dependência entre ordens de produção e as respectivas operações, na fabricação, é de fundamental importância para determinados processos produtivos. Como por exemplo a bicicleta a ser montada do exemplo anterior.



- Exemplo: a OP da bicicleta somente terá seu início na montagem quando o *selim*, a roda e o quadro estiverem prontos para serem montados de acordo com a Figura acima e com o *slide* seguinte.

# OP's dos produtos acabados

PREdit - Editor do Preactor

Arquivo Editar Visualizar Relatórios Ajuda

Banco de Dados de Produtos do PREACTOR

Código	Produto	Nº	Operação	Quantidade Referência	Tempo Referência	Tempo de Setup
S0	Ordens de Venda	10	Espera	1.0000	8 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
BK-1	Monociclo	10	Montagem	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
BK-2	Bicicleta Padrão	10	Montagem	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
BK-3	Bicicleta Tandem	10	Montagem	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
BK-4	Triciclo	10	Montagem	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
WH-1	Roda Padrão	10	Montagem	1.0000	0 Horas 05 Mins	0 Horas 10 Mins
Sa-1	Selim Padrão	10	Compra	0.0000	1 Dia 0:00	0 Horas 00 Mins
FR-1	Quadro de Monociclo	10	Corte	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
		20	Solda	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
		30	Pintura	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
		40	Espera	0.0000	1 Dia 0:00	0 Horas 10 Mins
FR-3	Quadro de Tandem	10	Corte	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
		20	Solda	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
		30	Pintura	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
		40	Espera	0.0000	1 Dia 0:00	0 Horas 10 Mins
FR-4	Quadro de Triciclo	10	Corte	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
		20	Solda	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
		30	Pintura	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
		40	Espera	0.0000	1 Dia 0:00	0 Horas 10 Mins
TR-1	Pneu Padrão	10	Compra	0.0000	1 Dia 0:00	0 Horas 00 Mins
RM-1	Aro Padrão	10	Montagem	1.0000	0 Horas 05 Mins	0 Horas 10 Mins
HB-1	Cubo Padrão	10	Montagem	1.0000	0 Horas 05 Mins	0 Horas 10 Mins
SP-1	Raio Padrão	10	Compra	0.0000	1 Dia 0:00	0 Horas 00 Mins
TU-1	Tube Metálico	10	Compra	0.0000	1 Dia 0:00	0 Horas 00 Mins
MS-1	Tira Metálica	10	Compra	0.0000	1 Dia 0:00	0 Horas 00 Mins
BB-1	Rolamentos	10	Compra	0.0000	1 Dia 0:00	0 Horas 00 Mins
B0-1	Eixo de Roda	10	Compra	0.0000	1 Dia 0:00	0 Horas 00 Mins
HO-1	Cubo Externo	10	Compra	0.0000	1 Dia 0:00	0 Horas 00 Mins
FR-2	Quadro Padrão	10	Corte	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
		20	Solda	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
		30	Pintura	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins

Registro 1 de 36

16:47

Ordens relacionadas conforme estrutura do produto (Sa-1; FR-1 E WH-1), ou seja, o produto acabado BK-1 só pode ser montado a partir da finalização das respectivas ordens dos itens As-1; FR-1 e WH-1.

PREEdit - Editor do Preactor

Arquivo Editar Visualizar Relatórios Ajuda

Banco de Dados de Produtos do PREACTOR

Código	Produto	Nº	Operação	Quantidade Referência	Tempo Referência	Tempo de Setup
SO	Ordens de Venda	10	Espera	1.0000	8 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
BK-1	Monociclo	10	Montagem	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
BK-2	Montagem	1.0000	Montagem	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
BK-3	Montagem	1.0000	Montagem	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
BK-4	Montagem	1.0000	Montagem	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
WH-1	Montagem	1.0000	Montagem	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
Sa-1	Montagem	1.0000	Montagem	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
FR-1	Montagem	1.0000	Montagem	1.0000	0 Horas 05 Mins	0 Horas 10 Mins
FR-3	Montagem	1.0000	Montagem	1.0000	0 Horas 05 Mins	0 Horas 10 Mins
FR-4	Montagem	1.0000	Montagem	1.0000	0 Horas 05 Mins	0 Horas 10 Mins
TR-1	Pneu Padrão	10	Compra	1.0000	0 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
RM-1	Aro Padrão	10	Montagem	1.0000	1 Dia 0:00	0 Horas 00 Mins
HB-1	Cubo Padrão	10	Montagem	1.0000	1 Dia 0:00	0 Horas 00 Mins
SP-1	Raio Padrão	10	Compra	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
TU-1	Tubo Metálico	10	Compra	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
MS-1	Tira Metálica	10	Compra	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
BB-1	Rolamentos	10	Compra	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
BO-1	Eixo de Roda	10	Compra	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
HO-1	Cubo Externo	10	Compra	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
FR-2	Quadro Padrão	10	Corte	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
		20	Solda	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins
		30	Pintura	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 10 Mins

Editar Produtos

PAI: PAI

Código: BK-1

Produto: Monociclo

Operação Nº: 10

Operação: Montagem

Atributos do Produto: Editar...

Atributos da Operação: Editar...

Tempos da Operação: Editar...

Recursos Primários: Editar...

Recursos Secundários: Editar...

**Estrutura BoM: Editar...**

OK Cancelar

Selecionar Estrutura BoM

Estrutura BoM Inválidos

Estrutura BoM Válidos

Sa-1  
FR-1  
WH-1

Adicionar

Remover<-

Editar...

OK Cancelar

# Conceito “*Pegging*”

- Esse conceito de relacionamento entre ordens é visto em sistemas APS o que não é possível encontrar esse tipo de funcionalidade em qualquer um dos sistemas MRPII, sendo mais uma falha do MRPII a ser apontada e como dito de fundamental importância para o PCP na prática.
- Há casos em que o relacionamento entre as operações é relevante, podendo ocorrer de dois modos.

# DEPENDÊNCIA NO ROTEIRO

PREdit - Editor do Preactor

Arquivo Editar Visualizar Relatórios Ajuda

Banco de Dados de Produtos do PREACTOR

Código	Produto	Nº	Operação	Quantidade Referência	Tempo Referência	Tempo de Setup
93094	Moto Bomba Agricola	10	Corte	1.0000	3 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
		20	Pré Montar	1.0000	16 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
		30	Soldar	1.0000	4 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
		40	Jateamento	1.0000	5 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
		50	Pintar	1.0000	6 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
		60	Montar Base	1.0000	12 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
107272	Proteção para acoplamento	10	Cortar	1.0000	0 Horas 10 Mins	0 Horas 00 Mins
		20	Pré Montar	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 00 Mins
27002	Acoplamento	20	Fazer furação	1.0000	0 Horas 30 Mins	0 Horas 00 Mins
		30	Fazer rasgo de chaveta	1.0000	0 Horas 20 Mins	0 Horas 00 Mins
107008	Guincho	10	Cortar	1.0000	0 Horas 40 Mins	0 Horas 00 Mins
		20	Pré montar	1.0000	1 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
54202	Telhado Montado	10	Cortar	1.0000	0 Horas 30 Mins	0 Horas 00 Mins
		20	Pré montar	1.0000	1 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
54134	Eixo Dianteiro	10	Cortar	1.0000	0 Horas 40 Mins	0 Horas 00 Mins
		20	Pré montar	1.0000	1 Horas 30 Mins	0 Horas 00 Mins
54130	Cabeçário	10	Cortar	1.0000	0 Horas 10 Mins	0 Horas 00 Mins
		20	Pré montar	1.0000	0 Horas 30 Mins	0 Horas 00 Mins
54193	Eixo Traseiro	10	Cortar	1.0000	0 Horas 10 Mins	0 Horas 00 Mins
		20	Pré montagem	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 00 Mins
87228	Painel	10	Cortar	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 00 Mins
		20	Montagem Elétrica	1.0000	4 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
111057	Peça "Y" Flange	10	Cortar	1.0000	0 Horas 30 Mins	0 Horas 00 Mins
		20	Pré Montar	1.0000	3 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
		30	Soldar	1.0000	1 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
		40	Pintar chapa	1.0000	0 Horas 15 Mins	0 Horas 00 Mins
81170	Peça "Y" Flange	10	Cortar	1.0000	0 Horas 40 Mins	0 Horas 00 Mins
		20	Pré Montar	1.0000	1 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
		30	Soldar	1.0000	1 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins

Registro 1 de 29

17:11



# DEPENDÊNCIA FORA DO ROTEIRO PERMITE FLEXIBILIDADE NA SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO DAS OPERAÇÕES

PREdit - Editor do Preactor

Arquivo Editar Visualizar Relatórios Ajuda

Banco de Dados de Produtos do PREACTOR

Código	Produto	Nº	Operação	Quantidade	Referência	Tempo Referência	Tempo de Setup
93094	Moto Bomba Agrícola	10	Corte	1.0000		3 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
107272	Proteção para acoplamento	20				6 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
27002	Acoplamento	30				0 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
107008	Guincho	40				0 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
54202	Telhado Montado	50				0 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
54134	Eixo Dianteiro	60				2 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
54130	Cabeçário	10				0 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
54193	Eixo Traseiro	20				0 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
87228	Painel	30				0 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
111057	Peça "Y" Flange	10	Cortar	1.0000		0 Horas 30 Mins	0 Horas 00 Mins
		20	Pré Montar	1.0000		3 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
		30	Soldar	1.0000		1 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
		40	Pintar chapa	1.0000		0 Horas 15 Mins	0 Horas 00 Mins
81170	Peça "Y" Flange	10	Cortar	1.0000		0 Horas 40 Mins	0 Horas 00 Mins
		20	Pré Montar	1.0000		1 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
		30	Soldar	1.0000		1 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins

Editar Produtos

PAI: PAI

Código: 93094

Produto: Moto Bomba Agrícola

Operação Nº: 10

Operação: Corte

Atributos do Produto: Editar...

Atributos da Operação: Editar...

Tempos da Operação: Editar...

Recursos Primários: Editar...

Recursos Secundários: Editar...

Relacionamento Made From: Editar...

OK Cancelar

Registro 1 de 29

17:14

# DEPENDÊNCIA FORA DO ROTEIRO PERMITE FLEXIBILIDADE NA SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO DAS OPERAÇÕES

PREEdit - Editor do Preactor

Arquivo Editar Visualizar Relatórios Ajuda

Banco de Dados de Produtos do PREACTOR

Código	Produto	Nº	Operação	Quantidade Referência	Tempo Referência	Tempo de Setup
93094	Moto Bomba Agrícola	10	Corte	1.0000	3 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
107272	Proteção para acoplamento	10			6 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
27002	Acoplamento	20			Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
107008	Guincho	10			Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
54202	Telhado Montado	10			Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
54134	Eixo Dianteiro	10			2 Horas 00 Mins	0 Horas 00 Mins
54130	Cabeçário	10			Horas 10 Mins	0 Horas 00 Mins
54193	Eixo Traseiro	10			Horas 15 Mins	0 Horas 00 Mins
87228	Painel	10			Horas 30 Mins	0 Horas 00 Mins
111057	Peça "Y" Flange	10			Horas 20 Mins	0 Horas 00 Mins
81170	Peça "Y" Flange	10			Horas 40 Mins	0 Horas 00 Mins

Editar Produtos

PAI: PAI

Código: 93094

Produto: Moto Bomba Agrícola

Operação Nº: 10

Operação: Corte

Atributos do Produto: Editar...

Atributos da Operação: Editar...

Tempos da Operação: Editar...

Recursos Primários: Selecionar Relacionamento Made From

Recursos Secundários:

Relacionamento Made From:

OK C

Relacionamento Made From Inválidos

Relacionamento Made From Válidos

93094.10.Corte

93094.20.Pré Montar

93094.30.Soldar

93094.40.Jateamento

93094.50.Pintar

93094.60.Montar Base

107272.10.Cortar

107272.20.Pré Montar

27002.20.Fazer furação

27002.30.Fazer rasgo de chaveta

107008.10.Cortar

107008.20.Pré montar

54202.10.Cortar

Adicionar->

Remover<-

OK Cancelar

Registro 1 de 29

Iniciar Microsoft PowerPoint ... PREACTOR SHELL : U... 17:18

# Exemplo GASCON

- A flexibilidade na sequência das operações, ou seja, executar a operação 20, 30 e 40 antes da operação 10 como o roteiro padrão aponta que pode ser necessário em alguns casos de sistemas produtivos, por exemplo a linha de montagem de tanques em caminhões. O cliente compra o caminhão e faz o pedido à GASCON de um determinado tanque para transporte de combustível agendando a entrega do caminhão do pessoal da GASCON no início do mês de Julho. A primeira etapa é ajustar o chassi do caminhão a partir da operação 10 considerada a entrega do caminhão para as adaptações necessárias e fabricação do tanque, as atividades de fabricação do tanque envolve as operações seguintes a partir da operação 20. Para o roteiro padrão não podemos executar a 20 antes da 10, quando o APS apresenta o relacionamento entre as operações o programador pode dar início a operação que quiser antes de começar a 10, desde que o processo permita.

# APS & MRPII

- É importante salientar que o MRPII, não importa o desenvolvedor não apresenta a funcionalidade de PEG o que se transforma em uma séria restrição do sistema na programação da produção, além do fato de operar com capacidade infinita.
- A funcionalidade de PEG é disponibilizada, conforme os *slides* anteriores, nos *softwares* APS – *Advanced Planning Schedule* especialistas em programação da produção.

# NO PROCESSO DESCRITO

GESTÃO DO FLUXO DE  
MATERIAIS

# REVISTA PRODUÇÃO

Volume 16 – número 1 – Jan./Abr. 2006

página 64

ISSN 0103-6513

**Redução da instabilidade e melhoria de desempenho do sistema MRP**

AUTORES

Moacir Godinho Filho

Flávio César Faria Fernandes

Universidade Federal de São Carlos

Artigo recebido em 24/03/05

Aprovado para publicação em 19/09/05

Publicado em Janeiro de 2006

# Estrutura do Artigo

- Estrutura metodológica
- MRP
- Análise da situação atual – estudo de caso
- Método proposto
- Implantação
- Resultados
- Conclusões

# PONTOS RELEVANTES

- Os autores aplicam um “método”
- Para a solução do problema: instabilidade do MRP – prejudica o desempenho do sistema
- Termo em inglês – *nervousness* = instabilidade
- Fatores de instabilidade – 1) parametrização e 2) planejamento e programação da produção integrados (voltado para a elaboração do plano mestre de produção respeitando as limitações do cálculo de capacidade do sistema)
- Causa da instabilidade – reprogramação



# Problemas

- Problema 1 – frequentes alterações do MPS
- Problema 2 – capacidade infinita
- Problema 3 – falta de integração, via MRP, dos setores de produção da empresa

# Parâmetros

- Período de congelamento
- Frequência de replanejamento do MPS
- Horizonte de planejamento do MPS
- Gestão da demanda
- Estoque de segurança
- Regras de tamanho de lote
- Sistema de controle de estoque

# INSTABILIDADE & DESEMPENHO DO SISTEMA MRP

- *SPCP (Sistemas de planejamento e controle da produção) são sistemas que provêm informações que suportam o gerenciamento eficaz do fluxo de materiais, da utilização da mão de obra e equipamentos, a coordenação de fornecedores e distribuidores e a comunicação/interface com os clientes no que se refere a suas necessidades operacionais (CORRÊA & GIANESI, 1996)*

# MELHORIA DO DESEMPENHO DO SISTEMA MRP

- De acordo com GODINHO & FERNANDES (2006) a redução no grau de instabilidade do sistema MRP se dá por dois fatores-chave:
  1. Correta parametrização do sistema;
  2. Um planeamento e programação da produção integrados voltados para a elaboração de um Plano Mestre de Produção (MPS) factível, respeitando as limitações de cálculo de capacidade do sistema.

# OS MAIORES BENEFÍCIOS DO MRP DE ACORDO COM GODINHO & FERNANDES (2006)

- Diminuição dos custos de estoque;
- Diminuição do *lead time* dos produtos;
- Aumento do nível de serviço ao cliente;
- Adequado para sistemas de produção não repetitivos.

**OBS:** a maior estabilidade do sistema MRP possibilita a redução de estoques e o aumento das porcentagens de entregas no prazo.

# PROBLEMAS QUE AFETAM O DESEMPENHO DO MRP SEGUNDO GODINHO & FERNANDES (2006)

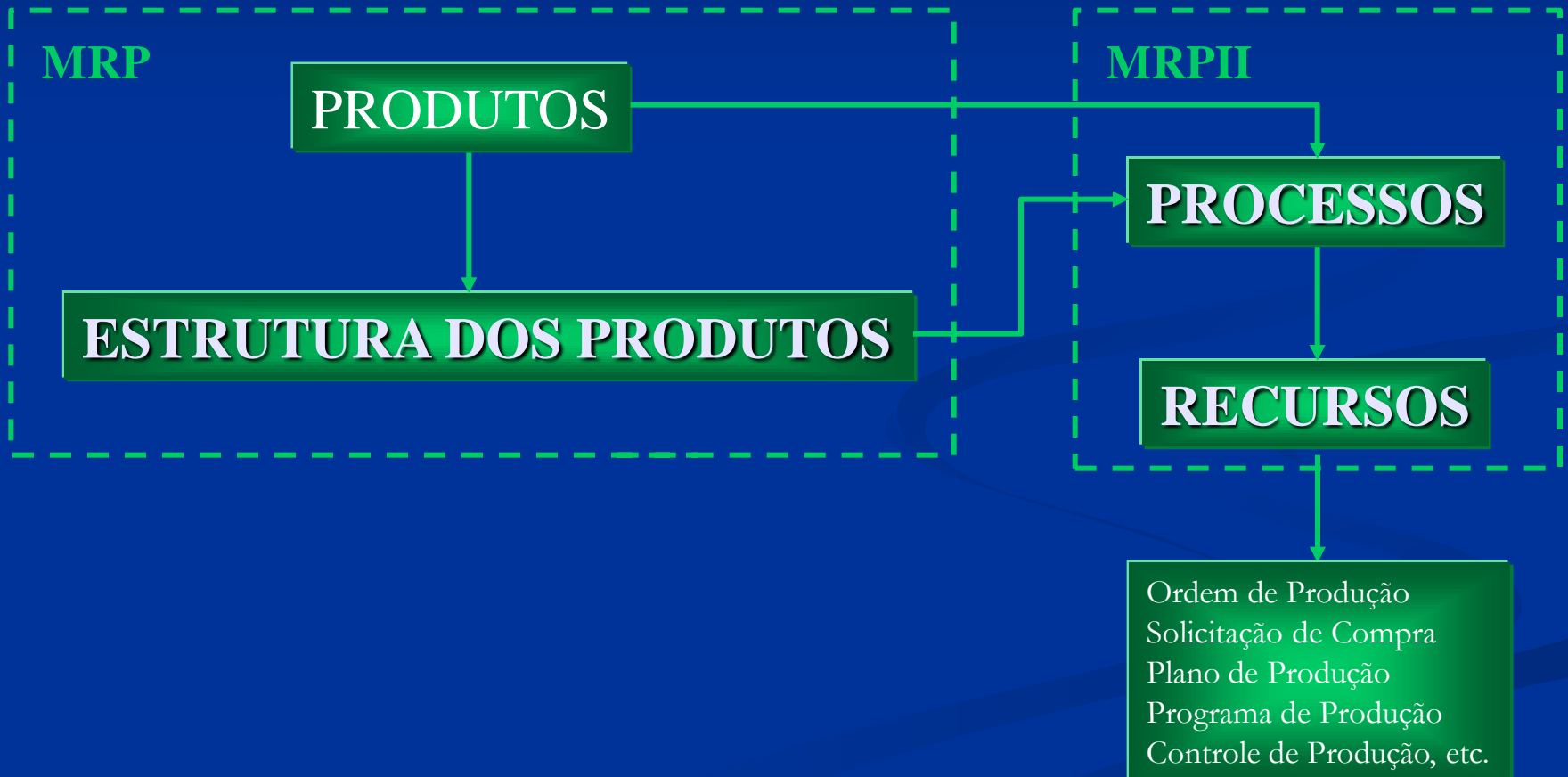
- Falhas na parametrização do sistema;
- A abordagem de capacidade infinita com a qual tais sistemas trabalham;
- A instabilidade desses sistemas. Chamada na literatura de “nervosismo do sistema” (*system nervousness*). Este termo é definido por Ho & Ho (1999) como a modificação de datas e quantidades de ordens planejadas causando uma mudança no planejamento das prioridades destas ordens; quanto maior a ocorrência de reprogramações maior a instabilidade do sistema MRP. A estabilidade do sistema é dependente entre outros fatores:
  1. Características dos produtos;
  2. Características dos processos de fabricação;
  3. Características dos processos de compras da empresa.

# QUESTÕES NEGLIGENCIADAS PELAS ORGANIZAÇÕES NA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS MRP

1. A parametrização do sistema MRP – de acordo com Corrêa *et al.* (2001) “a parametrização de sistemas MRP é, ao mesmo tempo, uma das atividades mais importantes e mais negligenciadas pelas organizações que o adotam”;
2. A capacidade infinita do sistema MRP – apesar do MRPII ter módulos de cálculo de capacidade estes não são restritivos, ou seja, o sistema por si só não restringe a capacidade, gerando planos e conseqüente explosão de quantidades infinitas para a produção. Para diversos autores (por exemplo, TAAL & WORTMANN, 1997 e TEMPELMEIER, 1997) a incapacidade do sistema MRP em tratar problemas de capacidade e, portanto, gerar programas de produção factíveis (TEMPELMEIER, 1997; STEVENS, 1977) é um dos grandes problemas do sistema MRP;
3. A instabilidade (necessidade de frequentes reprogramações) que o sistema MRP pode apresentar. A instabilidade do sistema é um grande problema do MRP e precisa ser resolvido.

**OBSERVAÇÃO:** segundo GODINHO & FERNANDES (2006) estes três assuntos, apesar de serem tratados já algum tempo na literatura de Gestão da Produção (por exemplo, STEELE, 1975; MATHER, 1977; CARLSON *et al.*, 1979); ainda são bastante atuais como mostram os recentes trabalhos de Xie *et al.*, 2003; Yeung *et al.*, 2003; Ho, 2002, dentre outros.

# RELACIONAMENTO DOS CADASTROS





# ESTUDO DE CASO: REDUÇÃO DA INSTABILIDADE E MELHORIA DE DESEMPENHO DO SISTEMA MRP FABER CASTELL





**MRP**

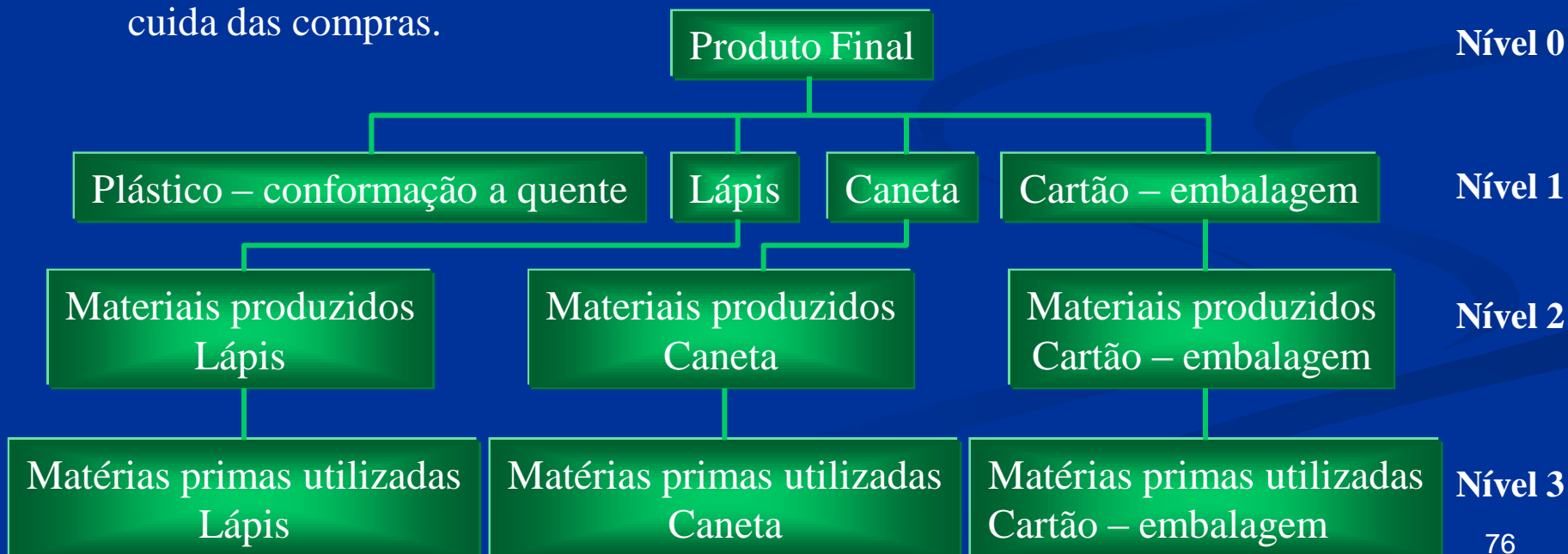
**PRODUTOS**

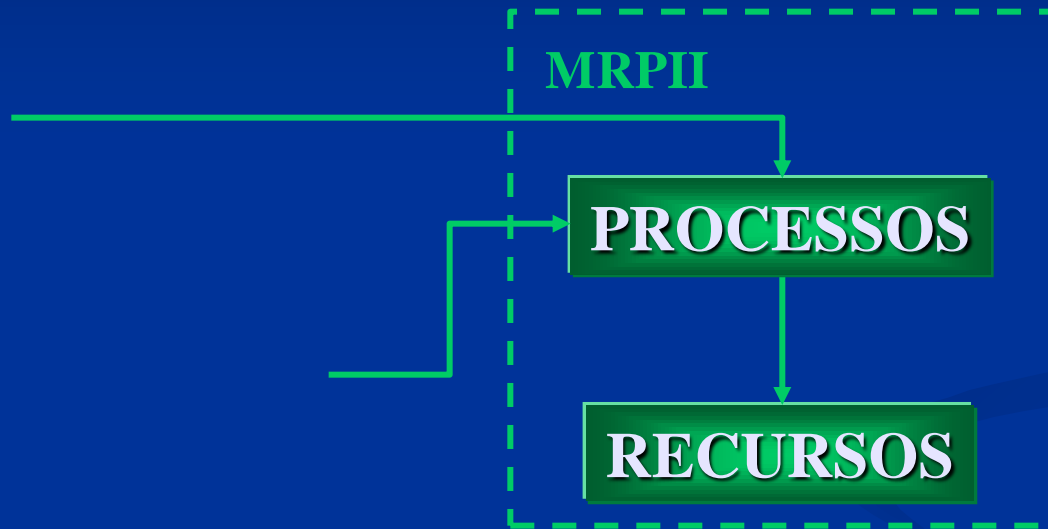


**ESTRUTURA DOS PRODUTOS**

# ESTRUTURA DOS PRODUTOS

- A estrutura dos produtos do departamento em estudo (**produção de produtos para supermercados**) é uma estrutura de em média quatro níveis. O nível zero é o próprio produto final. O primeiro nível é composto por um plástico (material comprado), que é o material que será conformado a quente para a fabricação do produto, por um ou mais produtos que formam o conteúdo do produto (necessariamente um produto do departamento de lápis ou do departamento de canetas) e, finalmente, por um cartão que vem do departamento de embalagens.
- O nível 2 representa os materiais produzidos de cada um destes componentes. O nível 3 representa, de um modo geral, as matérias primas utilizadas. O programador da produção do setor de supermercados mantém relacionamento com os outros três departamentos de produção da empresa, bem como com o setor de suprimentos, que cuida das compras.





# ANÁLISE DA SITUAÇÃO INICIAL DA EMPRESA

## ■ A empresa

se dedica à fabricação de material escolar, como lápis, borrachas, apontadores, lápis de cor, equipamentos para desenho técnico e artístico, tendo o lápis como o seu principal produto (é a segunda maior empresa mundial na produção de lápis).

possui hoje, no Brasil, aproximadamente 3200 funcionários. A empresa lidera o setor de materiais escolares no Brasil com aproximadamente 60% do mercado.

## ■ Sua estrutura

basicamente, a empresa se estrutura de acordo com os produtos acabados e semi-acabados que produz. Há quatro departamentos de produção na empresa:

1. produção de lápis;

2. produção de canetas (engloba borrachas e apontadores);

3. produção de embalagens;

**4. produção de produtos para supermercados.**

} Setor de suprimentos

## ■ Processo pesquisado

produz aproximadamente 80 produtos diferentes em seis tipos de processos.

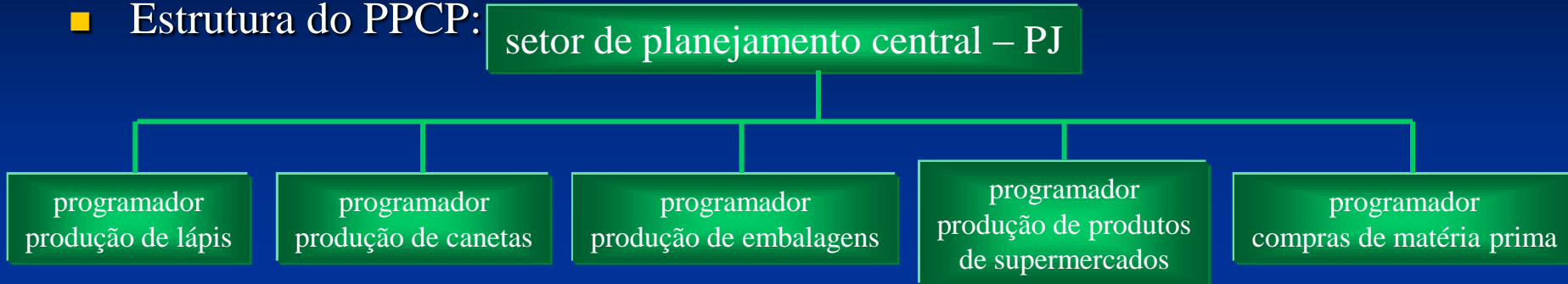
Três desses processos são formados por uma única máquina de conformação a quente, a qual efetua a montagem dos produtos.

Os outros três processos são formados por um conjunto de três máquinas, as quais também realizam a montagem dos produtos.

Uma observação importante é que cada um dos 80 tipos diferentes de produtos são produzidos necessariamente em apenas um dos seis tipos de processos.

# SITUAÇÃO INICIAL DO MRP NA EMPRESA

- ERP – SAPR3 – possui o módulo de MRP-II
- Estrutura do PPCP:



- Partindo-se da Gestão da Demanda, o PJ realiza um planejamento agregado utilizando o módulo S&OP (Planejamento de Vendas e Operações – *Sales and Operations Planning*) do MRP. Este planejamento no longo prazo determina quantidades a serem produzidas mensalmente por família de produtos, verificando se há disponibilidade de capacidade para estes volumes agregados. Uma vez definidas estas quantidades, elas são desagregadas em produtos individuais, com base nas previsões individuais de cada produto, obtendo-se o plano-mestre de produção (MPS) da empresa. São realizadas algumas análises grosseiras de capacidade nos centros de trabalho considerados gargalos e então este MPS é explodido, gerando quantidades e datas de produção para todos os produtos da empresa, bem como quantidades e datas de compra das matérias-primas e de outros produtos comprados.

# PCP – Planejamento e Controle da Produção da empresa

- A produção da empresa pode ser caracterizada como estando em um grau intermediário entre a produção para estoque (uma vez que as vendas apresentam grande sazonalidade) e para grandes e importantes clientes. Um grande complicador ao PCP na empresa é a grande quantidade de novos produtos que a empresa cria ao longo do ano; por sinal, o departamento de *marketing* é tido como o mais vital para a empresa.



# PCP – Planejamento e Controle da Produção da empresa

Dentro deste processo de planejamento e controle da produção na empresa foram identificados os seguintes problemas:

1) **Problema 1:** Existência de uma grande instabilidade no sistema MRP devido às frequentes alterações no MPS e “rodadas” do MRP feitas pelo PJ, muitas vezes diariamente, devido a pressões da área de marketing da empresa. Qualquer tipo de programação dentro deste ambiente é totalmente inviável.

2) **Problema 2:** A abordagem infinita de capacidade é um grande problema para a empresa, uma vez que o cálculo de capacidade em nível de MPS não está sendo suficiente para avaliar a real capacidade dos centros de produção nem dos produtos acabados e tampouco dos itens semi-acabados. O resultado disto é a geração de quantidades a serem produzidas não condizentes com a capacidade dos setores produtivos, gerando, em alguns casos, falta de produtos, e, em outros, grande quantidade de estoques desnecessários.

3) **Problema 3:** Não há nenhuma integração, via MRP, entre os setores de produção da empresa. Dessa forma, as programações a curto prazo (diárias) são feitas somente dentro de cada setor, sem que haja uma integração dessa programação. Com isto, muitas vezes programa-se produzir um produto sem que se tenha o componente necessário; outras vezes o componente necessário permanece dias, até mesmo semanas, em estoque sem ser utilizado. A solução paliativa encontrada é uma tentativa de integração informal via telefone, que quase na maioria das vezes não é bem-sucedida, pois existem muitos setores de produção e a combinação de contatos entre estes é muito grande.

# Parametrização do MRP antes da implementação do método proposto

- i. **Período de “congelamento” (*time fence*) do MPS:** o período de congelamento ou *time fence* é definido por Correa *et al.* (2001) como o período, com duração predefinida por parametrização, a partir do tempo presente, dentro do qual o controle sobre todas as ordens é tirado do sistema computacional e assumido pelo programador. Em outras palavras, neste período as ordens não são alteradas pelo sistema, pois entende-se que as alterações não são viáveis ou então os custos da mudança são maiores que os custos de não mudar; portanto, a adoção de um período de congelamento é vital para se conseguir estabilidade no sistema MRP. Na empresa inexistia um intervalo de tempo para o qual o MPS é mantido congelado.
- ii. **Frequência de replanejamento do MPS:** a frequência adotada inicialmente na empresa era de uma semana, porém esta frequência vinha diminuindo a ponto de chegar a ser diária em alguns casos. Muitas mensagens de reprogramação eram levadas em consideração causando reprogramações muitas vezes diárias.
- iii. **Horizonte de planejamento do MPS:** o horizonte de planejamento é o intervalo de tempo para o qual a programação da produção é efetuada. Na empresa este horizonte era de três meses.
- iv. **Gestão da demanda:** a gestão da demanda baseava-se em média simples, era refeita com muita frequência e não havia a posterior avaliação dos erros da previsão.
- v. **Estoque de segurança:** apenas os produtos comprados tinham estoques de segurança; o cálculo destes estoques de segurança baseava-se somente em regras determinísticas, como, por exemplo, a adoção de uma margem de 20% a mais em cada pedido.

# Parametrização do MRP antes da implementação do método proposto

- vi. **Regras de tamanho de lote:** em departamentos onde o custo da preparação de máquinas é alto (departamento de embalagens) eram utilizados grandes lotes de produção (30, 60, 90 dias ou até mais), tentando-se chegar a um lote econômico, gerando grande quantidade de estoque. Em outros departamentos eram utilizadas regras de tamanho de lote com necessidades fixas de um determinado período, como, por exemplo, a semana ou o mês.
- vii. **Lead Times:** o *lead time* é o tempo entre a libertação de uma ordem e o momento a partir do qual o material está pronto e disponível para o uso. O MRP na empresa não apresenta o inconveniente de ter os *lead times* fixos, porém, por outro lado, os tempos no sistema estão cadastrados de maneira superdimensionada, gerando *lead times* extremamente longos e totalmente fora da realidade. Como consequência, produtos são planejados com grande antecedência, gerando estoques desnecessários.
- viii. **Sistema de controle de estoques:** todas as matérias primas são controladas pelo sistema de revisão contínua, independentemente de seu valor e do *lead time* de fornecimento.

Os problemas relacionados com relação ao planejamento e programação da produção, bem como à parametrização, chegaram a se tornar uma ameaça ao sucesso da implantação do SAP R3 na empresa, uma vez que este sistema tem no MRP seu principal módulo.

# MÉTODO PROPOSTO PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA DO ESTUDO DE CASO

- A melhoria na parametrização do sistema e a utilização de uma lógica de planejamento e programação da produção integrados que trate do problema da capacidade levam com certeza à redução da instabilidade no sistema. Esta afirmação é suportada por diversos autores, como, por exemplo, Koh *et al.*, 2002; Kadipasaoglu & Sridharan, 1997; Ho *et al.*, 1995.
- A estabilidade só pode ser conseguida com base na correta parametrização e no planejamento e programação integrados, de acordo com o *slide* seguinte.

# MÉTODO PARA A REDUÇÃO DA INSTABILIDADE E MELHORIA DO DESEMPENHO EM SISTEMAS MRP



# PARAMETRIZAÇÃO DO MRP PARA SE CONSEGUIR ESTABILIDADE NO SISTEMA

A parametrização correta envolve a definição adequada dos períodos de congelamento do MPS, da frequência de replanejamento, do horizonte de planejamento, da gestão da demanda, dos estoques de segurança, das regras de tamanho de lote, do *Lead time* e da política de gestão de estoques.

# PARAMETRIZAÇÃO DO MRP PARA SE CONSEGUIR ESTABILIDADE NO SISTEMA

- i. **Período de “congelamento” do MPS** – métodos de utilização do *time fence*: o método baseado em ordens, no qual um certo número de ordens dentro do horizonte de planejamento são “congeladas”, e o método baseado em períodos, no qual ordens dentro do *time fence* são “congeladas”. De acordo com a literatura, o método baseado em ordens se comporta melhor que o método baseado em períodos. Apesar disso, o método baseado em ordens não é muito utilizado pelos usuários de MRP, pois, em uma situação prática com múltiplos itens e demanda incerta, este método pode gerar diferentes períodos de congelamento para cada item final após cada ciclo de replanejamento, gerando grande confusão no sistema. A determinação do tamanho do período de “congelamento” é uma questão bastante importante dentro deste contexto. Para Correa *et al.* (2001) um bom valor é o *lead time* acumulado do item, ou seja, o tempo total máximo para se produzir o item, bem como seus componentes, desprezando-se estoques existentes de materiais. Quanto maior o período de congelamento menor a instabilidade no sistema. Com relação a essa determinação alguns autores destacam a existência de dois tipos de períodos de congelamento: simples e múltiplo. No período de congelamento simples, o período de congelamento (período de congelamento A) deve ser no mínimo igual ao *lead time* acumulado do item somado ao intervalo de replanejamento. Já no período de congelamento múltiplo, o período de congelamento (período de congelamento B) deve ser no mínimo igual ao intervalo de replanejamento somado ao *lead time* do item. Observe que o *lead time* do item, diferentemente do *lead time* acumulado, não leva em conta os tempos de produção dos componentes dos itens, somente o tempo de produção do próprio item. Além disso, estes autores propõem um novo período denominado “período de “semicongelamento” que corresponde a diferença entre os períodos de congelamento A e B mostrados. Este novo período corresponde a um intervalo no qual a programação pode ser alterada, porém é sujeita à verificação da disponibilidade de materiais. Alguns autores concluem que a utilização do *time fence* múltiplo consegue melhores resultados em termos de custos e flexibilidade do que a utilização do *time fence* simples.



# PARAMETRIZAÇÃO DO MRP PARA SE CONSEGUIR ESTABILIDADE NO SISTEMA

- ii. **Frequência de replanejamento do MPS** – basicamente, a maioria dos trabalhos que trata da frequência de replanejamento do MPS indica que replanejamentos muito frequentes levam a um aumento no custo total, pois causam uma instabilidade muito grande no sistema. Este fato é comprovado por alguns autores. Ainda de acordo com esses autores, a periodicidade de replanejamento do MPS deve ser maior ou igual ao período de congelamento para se conseguir melhorias de custo, menor instabilidade e maior nível de serviço. Um aspecto bastante importante a respeito do replanejamento no MPS é a questão das mensagens de reprogramação. Mensagens frequentes criam uma grande instabilidade no sistema MRP. Existem várias abordagens na literatura para tratar tais mensagens, porém de acordo com Ho (1989) a mais adequada para reduzir as instabilidades no sistema é a chamada procedimento de suavização estática, criado por Miller (1977). Neste procedimento não se efetua a reprogramação das ordens de produção dentro de um prazo predeterminado. Também para Euwe *et al.* (1998) as mensagens de reprogramação são pouco utilizadas atualmente e num futuro próximo se tornarão completamente obsoletas.
- iii. **Horizonte de planejamento do MPS** – em ambientes com demanda incerta e restrições de capacidade, aumentos no horizonte de planejamento levam à diminuição dos custos e aumento nos níveis de serviço, porém aumentam a instabilidade do sistema. Portanto, é necessários que haja uma análise do *trade off* entre custos e nível de serviço e instabilidade no sistema na determinação do horizonte de planejamento.



# PARAMETRIZAÇÃO DO MRP PARA SE CONSEGUIR ESTABILIDADE NO SISTEMA

- iv. **Erros de previsão** – erros na previsão aumentam a instabilidade no sistema. Sobre a relação entre os erros de previsão e os custos totais dentro do contexto do MRP, alguns autores defendem que os erros na previsão aumentam o custo total e reduzem o nível de serviço.
- v. **Estoque de segurança** – os estoques são utilizados para fazer frente às incertezas quanto ao processo e quanto à demanda do item. A utilização de estoques de segurança e de tempos de segurança minimiza o impacto da instabilidade do sistema no sistema de produção. Porém, estoques levam a aumento de custos, portanto a adoção de uma abordagem probabilística é recomendável para a diminuição destes custos, ao mesmo tempo em que se diminui a instabilidade do sistema.
- vi. **Regras de tamanho de lote** – a escolha do tamanho do lote visa contribuir para reduzir a instabilidade do sistema MRP. Muitos modelos de tamanho de lote foram desenvolvidos para trabalhar dentro do ambiente MRP e são comparados em diversos trabalhos. São eles: **i)** o clássico lote econômico de compra (EOQ); **ii)** a quantidade lote por lote (L4L): a quantidade pedida é exatamente igual à necessidade; **iii)** o método das necessidades fixas do período (FPR): neste método, o tamanho de lote é igual à demanda de um período predeterminado, como por exemplo uma semana ou um mês; **iv)** a quantidade do pedido periódico (POQ): é o EOQ arredondado para uma quantidade inteira de períodos; **v)** o método do menor custo total (LTC): o tamanho de lote é aquele que minimiza o custo total geral; **vi)** o algoritmo de Silver-Meal (SM): é o método no qual o tamanho de lote minimiza o custo no período; **vii)** o método do menor custo unitário (LUC): neste método o lote minimiza o custo unitário; **viii)** o método do balanceamento de partes no período (PPB): o lote neste caso minimiza a diferença entre os custos do pedido e os custos de estoque.

# PARAMETRIZAÇÃO DO MRP PARA SE CONSEGUIR ESTABILIDADE NO SISTEMA

- vi. Continuação – pesquisadores concluem que a estratégia de produzir a quantidade exata (lote por lote) é a melhor escolha quando se deseja minimizar o *lead time* acumulado e a variabilidade no *lead time*. Dentre os métodos que levam em consideração os custos, o algoritmo de Silver Meal é o que apresenta o melhor desempenho. Quanto à capacidade de trazer estabilidade ao sistema, a regra de dimensionamento lote por lote (L4L) é tida por pesquisadores e práticos como sendo a melhor prática para itens finais. Este fato é comprovado por HO & HO (1999), porém com duas restrições: baixo custo de *setup* e ambientes nos quais a demanda por um item não ocorre em certos períodos, ou seja existe uma grande proporção de períodos com demanda igual a zero (este fato é denominado na literatura de *lumpy demand*). Estes mesmos autores concluem que o modelo do lote econômico não traz melhorias na instabilidade do sistema MRP. Esta afirmação é confirmada por HO (2002). Além do método lote por lote para itens finais sob as condições citadas, outros estudos comprovam que pelo menos outras três regras de dimensionamento de tamanho de lote são eficazes para reduzir a instabilidade no MRP. São elas: o algoritmo SM (citado nos trabalhos de HO & HO, 1999), o método PPB (citado nos trabalhos de HO, 2002 e HO & HO, 1999) e o método LTC (citado no trabalho de HO, 2002).

# PARAMETRIZAÇÃO DO MRP PARA SE CONSEGUIR ESTABILIDADE NO SISTEMA

- vii. **Lead times** – Para Corrêa *et al.* (2001), todos os componentes do *lead time* devem estar incluídos quando o *lead time* é calculado, e estes tempos devem ser medidos e estar coerentes com a realidade. Ainda de acordo com este autor, dois tipos de erros são bastantes comuns na definição do *lead time*: o subdimensionamento do *lead time*, no qual tempos importantes não são considerados, e o superdimensionamento, no qual são considerados tempos maiores do que os reais para que exista uma “folga” no planejamento. Ambos os procedimentos devem ser combinados, uma vez que levam a aumentos na instabilidade do sistema. Um outro problema que afeta uma grande parte dos sistemas MRP existentes é a consideração de *lead times* fixos. Porém, já existem sistemas MRP que não apresentam este tipo de restrição; um algoritmo que serve para calcular o *lead time* em função da carga real e da capacidade é o algoritmo de Karni (1982). Uma última observação a respeito da determinação dos *lead times*: estes parâmetros devem ser continuamente avaliados para refletir as alterações reais que estão acontecendo na produção.
- viii. **Sistema de controle de estoques** – a escolha entre a utilização da própria lógica MRP e lógicas de controle de estoques de itens de demanda independente (sistema de revisão contínua – caso particular: duas gavetas – e sistema de revisão periódica) afetam os níveis de estoque e o grau de estabilidade do sistema MRP. Essas lógicas são geralmente vistas como algo excludente na literatura de Gestão da Produção; em outras palavras, a literatura não trata a fundo o uso combinado dessas lógicas. Baseados nesta premissa, estes autores propuseram um sistema de classificação baseado em três parâmetros (valor do item determinado por uma classificação ABC; *lead time* de fornecimento e distribuição da demanda), que auxilia na identificação de quando um desses dois sistemas deve ser utilizado dentro de um ambiente MRP. Resumidamente, o sistema de revisão contínua ou o sistema de revisão periódica devem ser utilizados dentro de um ambiente MRP para controlar os estoques dos itens C (itens de menor valor), ou então os estoques dos itens A (maior valor) no caso em que o *lead time* de fornecimento é muito longo, a demanda é baixa e de difícil previsão. Autores que suportam esta afirmação consideram que a previsão apresenta erros e a demanda é flutuante, o sistema de revisão contínua consegue resultados melhores que o MRP com menor esforço).

Quadro – Procedimentos a respeito da parametrização no MRP para se reduzir instabilidade no sistema.

PARÂMETRO	PROCEDIMENTOS
Período de congelamento	Desde que possível, aumentar o período de congelamento: utilizar período de congelamento múltiplo.
Frequência de replanejamento	Deve ser maior ou igual ao período de congelamento se isso não provocar uma grande mudança na cultura da empresa: as mensagens de reprogramação não devem ser colocadas em prática se estiverem dentro do período de congelamento.
Horizonte de planejamento	O horizonte de planejamento deve ser o maior possível.
Erros na previsão	Devem ser evitados erros na previsão.
Estoques de segurança	Para itens com instabilidade de demanda acentuada, utilizar estoques de segurança já que eles minimizam o impacto da instabilidade.
Regras de tamanho de lote	Dê preferência às regras de tamanho de lote que levam à redução da instabilidade no sistema, a saber: L4L (para itens finais no caso de baixo <i>setup</i> e <i>lumpy demand</i> ), SM, LTC, PPB.
<i>Lead time</i>	Dimensionar de forma precisa <i>o lead time</i> , já que sub ou superdimensionamento levam ao aumento da instabilidade do sistema.
Sistema de controle de estoques	O sistema de revisão contínua ou o de revisão periódica são mais adequados para controlar itens com demanda independente; contudo, se o item for item C (item de menor valor), ou então item A (maior valor) com <i>lead time</i> de fornecimento muito longo, demanda baixa e de difícil previsão, ele também é convenientemente controlado por um desses dois sistemas.

# ESTUDO DE CASO

- Departamento de produtos para supermercados
- Elementos chave:
  - correta parametrização do sistema visando uma redução da instabilidade
  - planejamento e programação da produção integrados
  - restrições de capacidade
- Premissas
  - período de congelamento – método baseado em períodos (deve ser determinado com relação ao *lead time* dos itens – em média, o *lead time* do item final é de aproximadamente uma semana, dos itens do nível 1 também aproximadamente de uma semana e dos itens do nível 2, de duas semanas – *lead time* acumulado de 4 semanas)

Somando-se estas quatro semanas a uma semana, que é o intervalo de replanejamento, temos um período de congelamento de no mínimo cinco semanas para os itens finais, quatro semanas para os itens nível 1 e três semanas para os itens nível 2 (estes valores seriam ideais para o *time fence* simples)

Porém, os autores adotaram o *time fence* múltiplo, considerando que os períodos de “congelamento” mínimos para os itens dos níveis 0, 1 e 2 são de duas, duas e três semanas respectivamente. Já os períodos de “semi-congelamento” destes itens são três, duas e uma semana respectivamente. Para facilitar os cadastros e visando uma melhoria mais rápida na instabilidade do sistema, os autores adotaram períodos iguais para todos os itens independentemente de seu nível. Portanto, adotaram um período de congelamento igual a três semanas (15 dias úteis), com mais uma semana “semi-congelada” para todos os itens relativos ao setor estudado.

# ESTUDO DE CASO

A empresa pretende no futuro talvez diminuir o período de “congelamento” e para duas semanas e aumentar para duas semanas o de “semi-congelamento”, visando aumentar a flexibilidade. Os autores sugeriram que esta variação de *time fences* seja feita de acordo com períodos do ano nos quais a flexibilidade é mais necessária, como por exemplo, na época de lançamento de novos produtos, que na empresa acontece no início do segundo semestre.

- tipo de períodos de congelamento – *time fence* múltiplos
- frequência de replanejamento de uma semana. Uma frequência maior (pelo menos igual ao período de congelamento), como recomenda a literatura, significaria uma mudança de cultura muito grande na empresa. Foi determinado que este replanejamento ocorrerá no final da semana com uma “rodada” de MRP.
- quanto às mensagens de reprogramação, determinou-se que estas só serão levadas em consideração para o próximo período fora do *time fence*, ou seja, não são feitas reprogramações dentro do *time fence* e nem “rodadas” do MRP antes do final de semana. O **horizonte de planejamento** foi reduzido para dois meses (oito semanas), também objetivando a redução da instabilidade no sistema.
- para corrigir os **erros nas previsões** foram introduzidas análises de erros de previsões como os métodos do menor desvio médio absoluto e o sinal de acompanhamento. Juntamente com estas análises passaram a ser utilizados métodos mais eficazes para a previsão, como métodos que levam em consideração efeitos de tendência e sazonalidade. Ver:

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. Fundamentos da Administração da Produção. 3. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001.

SIPPER, D. & BULFIN JR.; R. I. *Production Planning, Control and Integration*. New York: Mc Graw Hill, 1998.

# ESTUDO DE CASO

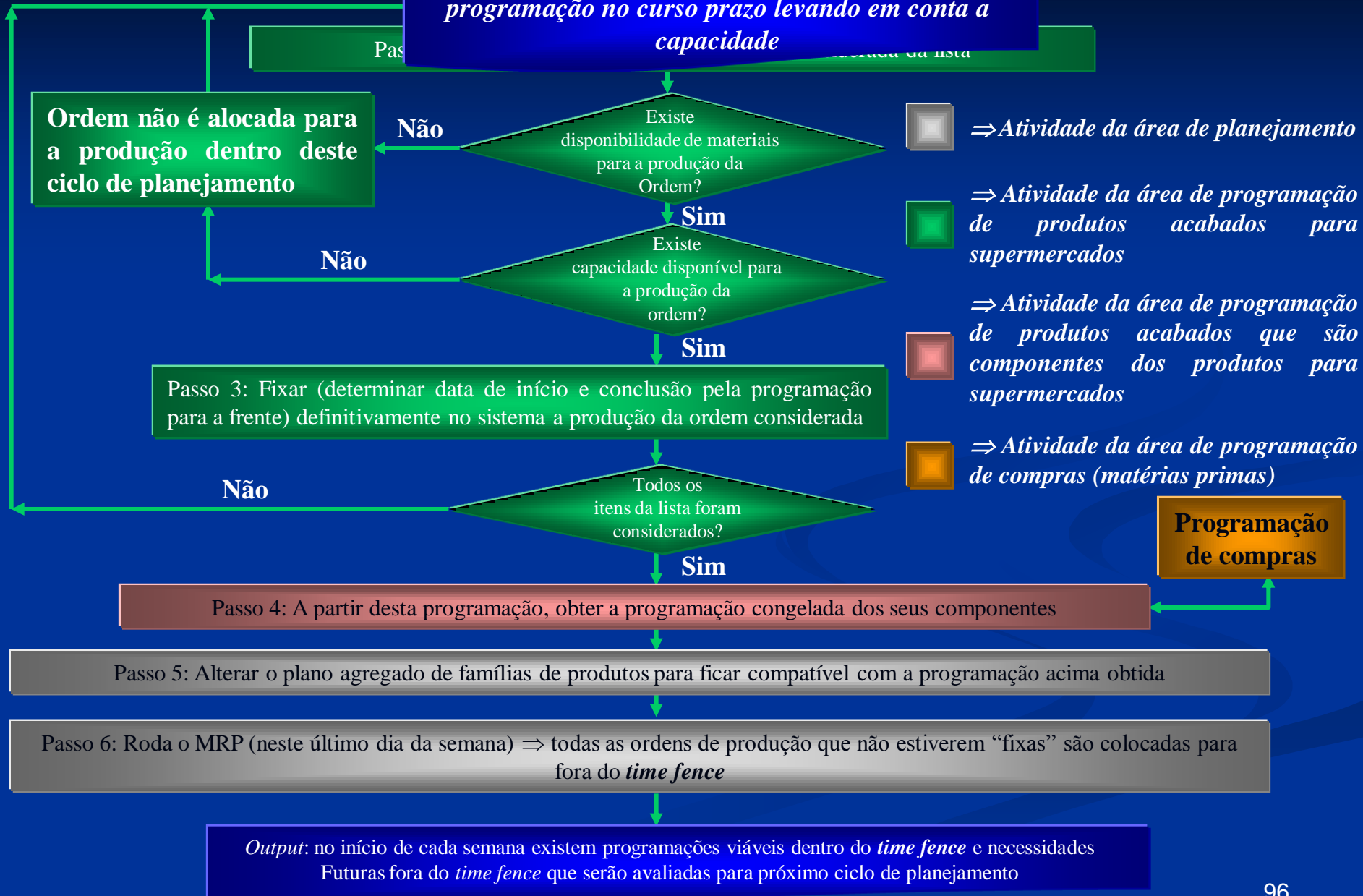
Foram introduzidas regras dinâmicas e probabilísticas para a determinação dos **estoques de segurança**, principalmente para as matérias primas. O sistema MRP dispõe desta ferramenta e faz este cálculo automaticamente. As **regras de tamanho de lote** foram alteradas visando à redução do *lead time*, dos estoques e da instabilidade no sistema. Portanto foi definida a regra lote por lote (L4L) para os produtos finais e a regra do menor custo total (LTC) para os itens semi-acabados (o sistema calcula automaticamente este tipo de lote). Outras regras deverão ser utilizadas no futuro como: Silver-Meal (SM) e o método do balanceamento de partes periódicas (PPB).

- Sistema de controle de estoques – utilizado o sistema de revisão contínua dentro do ambiente MRP para controlar os estoques dos itens C (itens de menor valor), e dos itens A (maior valor) no caso em que o *lead time* de fornecimento é muito longo e a demanda é baixa e de difícil previsibilidade. Os outros itens são controlados via MRP.

- os autores propuseram a empresa um “**algoritmo**” para se conseguir uma integração entre o planejamento e a programação visando um MPS factível (disponibilidade de material e restrições de capacidade no curto prazo atendidas de acordo com o *slide* seguinte).

Passo 1: Início do ciclo de planejamento (último dia da semana) ⇒ Gerar uma lista de ordens (de acordo com a regra EDD) para priorizar a produção dos produtos

## Algoritmo de integração de planejamento e programação no curso prazo levando em conta a capacidade





# Planejamento em níveis



Explorar

**ALTA GERÊNCIA**  
**NÍVEL ESTRATÉGICO**  
**LONGO PRAZO**

ESTABELECE OS OBJETIVOS  
DA ORGANIZAÇÃO

LUCRO, POSIÇÃO DE  
COMPETITIVIDADE E OUTROS

PLANEJAMENTO AGREGADO DE RECURSOS  
TOMADA DE DECISÃO QUE AFETA O FUTURO DA EMPRESA A LONGO PRAZO  
PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO (PP)  
PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO (MPS)

GESTÃO DA DEMANDA  
PLANOS E DECISÕES  
QUE ESTABELECEM AS LINHAS DE AÇÃO

ESPECIFICAM OS OBJETIVOS QUE A MÉDIA GERÊNCIA  
(POR EXEMPLO O GERENTE DE FÁBRICA) DEVE CUMPRIR  
(ORGANIZAÇÃO)



**MÉDIA GERÊNCIA**  
**NÍVEL TÁTICO**  
**MÉDIO PRAZO**

Planejamento feito sobre horizontes de tempos mais curtos:  
Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP)  
Planejamento das Necessidades de Capacidade (CRP)  
Mais tempo deve ser alocado às atividades de DIREÇÃO, devido ao maior número de funcionários diretos sobre esse nível de gerência

MÉDIA GERÊNCIA  
ORGANIZAÇÃO E DIREÇÃO  
DIRECIONA A ROTINA  
OPERACIONAL



**GERÊNCIA DE SUPERVISÃO**  
**NÍVEL OPERACIONAL**  
**CURTO PRAZO**

**NÍVEL DE SUPERVISÃO – SHOP FLOOR CONTROL (SFC)**  
ATENDIMENTO DE OBJETIVOS A CURTO PRAZO: A MAIOR PARTE DO TEMPO DO GERENTE DESSE NÍVEL É GASTA COM A DIREÇÃO DE FUNCIONÁRIOS, LOGO, O PLANEJAMENTO E A ORGANIZAÇÃO NÃO SÃO ATIVIDADES CRÍTICAS NESSE PATAMAR DE TRABALHO, O GRANDE ESFORÇO É DESPENDIDO EM CONTROLE. O CONTROLE É IMPORTANTE PARA DAR NOTÍCIA DO QUE ESTÁ OCORRENDO E LIGAR OS TRÊS NÍVEIS BÁSICOS DE GERÊNCIA COMO QUESTÕES RELACIONADAS COM O CARREGAMENTO FINITO E ANÁLISE DE ENTRADAS E SAÍDAS

# Operação

Procedimentos Sistematizados

Recursos

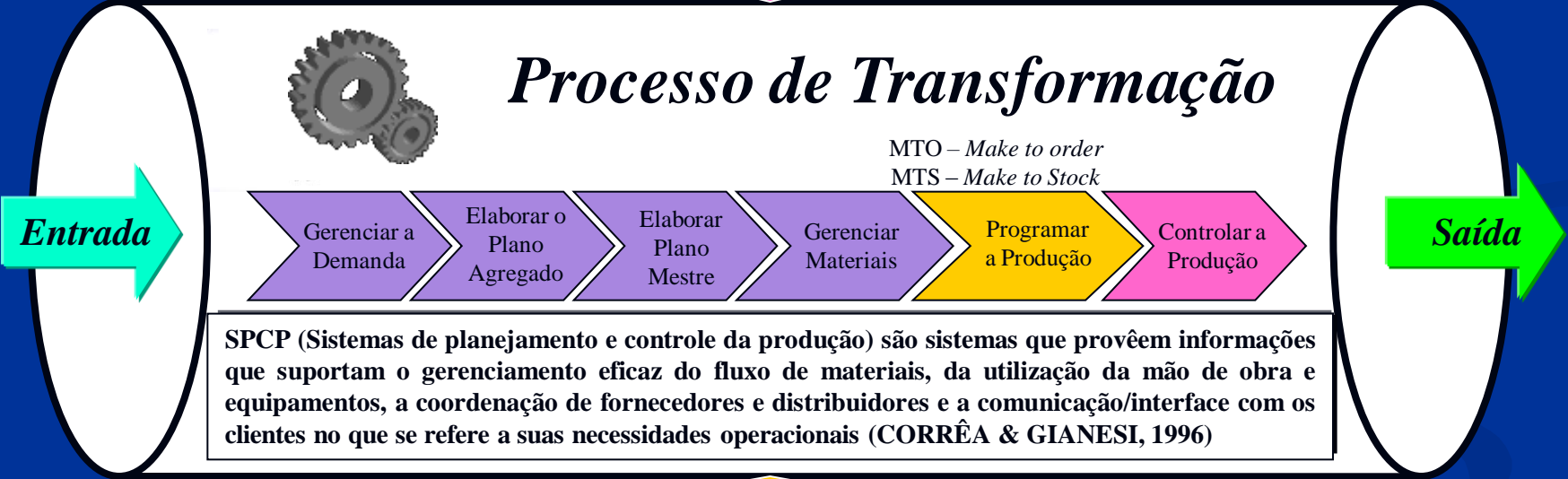
# Planejamento e Controle da Produção – PCP



Conceitos e Filosofia de Trabalho  
Técnicos e Métodos  
Instruções e Procedimentos  
Indicadores de Desempenho



**SKU – Stock Keeping Unit – unidade de manutenção de estoque e serve para designar os diferentes itens do estoque de produtos acabados de uma empresa.**



**SPCP (Sistemas de planejamento e controle da produção) são sistemas que provêm informações que suportam o gerenciamento eficaz do fluxo de materiais, da utilização da mão de obra e equipamentos, a coordenação de fornecedores e distribuidores e a comunicação/interface com os clientes no que se refere a suas necessidades operacionais (CORRÊA & GIANESI, 1996)**

- Cadastro de Material
- Lista de Material
- Pedidos de Venda
- Gestão da Venda
- Cadastro de Equipamentos
- Cadastro de Ferramental
- Roteiros de Fabricação, etc



- Recursos
- Gerentes, Analistas, Técnicos, Apontadores, etc
- Hardware
- Softwares de trabalho
- Meio Ambiente

- Ordem de Produção
- Solicitação de Compra
- Plano de Produção
- Programa de Produção
- Controle de Produção, etc.

# EFEITO CHICOTE

*“bullwhip effect”*



Estrutura básica da tradicional cadeia de abastecimento de vestuário (com base na descrição feita por STALK e HOUT, 1990)

# EFEITO CHICOTE

## “*bullwhip effect*”

❖ As ordens alocadas ao varejista, digamos para *jeans* azul, para um fabricante de jeans azul, que por sua vez coloca as ordens de produção para a um fabricante de tecido brim, que gerar as ordens necessárias para um fabricante de fios com embarques que seguem a ordem inversa. Todas essas atividades vão continuamente, impulsionadas pelas seguintes forças: a demanda no mercado, níveis de inventário em cada um dos quatro níveis da cadeia, e as regras que regem a produção como os tamanhos de lote que cada player usa para executar seus negócios.

❖ A demanda dos consumidores no mercado, obviamente, muda em ciclos mês a mês, e as mudanças podem ser para cima ou para baixo de 10 – 15%. Mas de volta a cadeia de suprimentos, as mudanças nas ordens cada vez maiores à medida que cada fornecedor a montante (rio acima) do mercado trabalha para alcançar a partir da última ondulação na curva de demanda. Semanas ou meses pode passar entre o primeiro sinal de um aumento de demanda do varejo e do tempo de um fornecedor a montante finalmente ouve sobre ele na forma de uma ordem que está acima, digamos, 30 – 35% em relação ao último pedido, e assim por diante, e assim por diante!

# EFEITO CHICOTE

## “*bullwhip effect*”

❖ De acordo com o ponto de vista de Stalk e Hout, neste cenário o **varejista não passou a informação rio acima ou a montante da cadeia de suprimentos sobre aumento das vendas por quase três meses, e depois enviou uma ordem grande de forma descontinuada (uma descoberta típica de Burbidge), o que representou uma mistura para satisfazer uma demanda real maior e também para conseguir a reposição do estoque já esgotado (uma condição típica de Forrester)**. O fabricante de brim, enquanto ele pode muito bem ter lido na imprensa que há um aumento geral de vendas de jeans, não sabe sobre o aumento das vendas deste cliente especial de varejo por aproximadamente três meses. Então, quando essa ordem muito grande chega, ele não sabe o quanto do volume das encomendas representa um aumento de vendas e o quanto representa nesse processo o tempo de reposição dos estoques (o qual através da separação do fluxo de pedidos na cadeia de suprimentos segue as recomendações de Burns e Sivazlian (1979, e Wikner *et al.* 1991 teria feito obviamente). Mas neste caso, infelizmente, o fabricante de jeans, portanto, obtém informações que provavelmente deve estar atrasada quanto difícil de interpretar. Na verdade, é o usual crescimento e o cenário pessimista das entregas aos clientes juntamente com os requisitos de capacidade em excesso.

# EFEITO CHICOTE

## “*bullwhip effect*”

❖ Contudo, segundo TOWILL (1997), Jay Forrester destacou o papel fundamental da retroalimentação desses sistemas enfatizando a dinâmica dos sistemas a partir de dois fenômenos:

- A. Amplificação da demanda (o fenômeno normalmente referenciado como um problema da cadeia de suprimentos);
- B. O desencadeamento de demandas sazonais atípicas (fenômeno igualmente importante a ser projetado para fora da cadeia de suprimentos).

A amplificação da demanda ao longo da cadeia considerada razoável na literatura é 10:1. Embora possa ser artificialmente elevado, na prática, uma proporção de 2:1 em cada interface dos negócios é comum.



# EFEITO CHICOTE

## “*bullwhip effect*”

- A falta de visibilidade do consumo real, entre os membros da cadeia de suprimentos, tem sido indicada como o principal problema da grande variabilidade da demanda e esta ocorre no sentido inverso ao do consumo.
- Taylor (2005, p. 38) afirma que “o exemplo clássico da amplificação da demanda é um estudo realizado pela Procter & Gamble no início da década de 1990 para investigar as flutuações características na demanda de matérias primas utilizadas para fabricar as fraldas da marca Pampers”.

# EFEITO CHICOTE

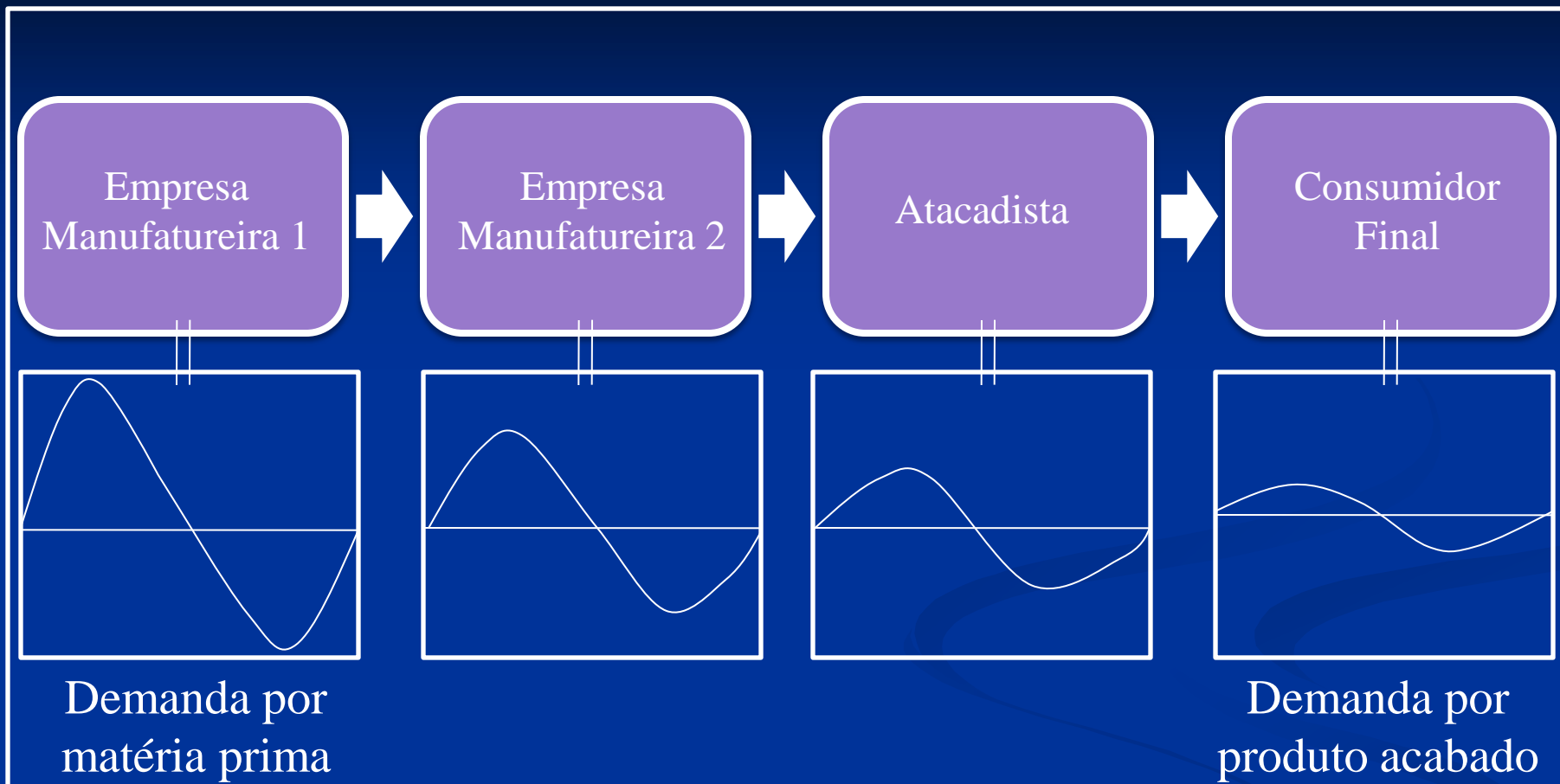
## “*bullwhip effect*”

- Este efeito foi então definido pela Procter & Gamble de “*bullwhip effect*” ou efeito chicote, que aumenta o nível de estoques de segurança, causando um efeito negativo. Lee, Padmanabhan e Whang (1997), sugerem as principais causas do efeito chicote e reforçam a necessidade do combate a estas causas descritas no *slide* seguinte.
- O efeito chicote tem sido objeto de muitos estudos científicos. O VMI (*Vendor Managed Inventory*) é apontado por Lee, Padmanabhan e Whang (1997) como um dos principais vetores que atuam no sentido da redução do efeito chicote e tem sido aplicado com sucesso entre as grandes redes varejistas.

# EFEITO CHICOTE

## “*bullwhip effect*”

- 1) A variabilidade da demanda surge devido à falta de visibilidade que os fornecedores e fabricantes têm do real consumo de seus produtos. Uma forma de reduzir esse aspecto é compartilhando as informações de consumo com as empresas que atuam na cadeia.
- 2) Nas situações em que há falta de produtos a tendência é que as empresas peçam quantidade maiores do que sua real necessidade. O compartilhamento de informações de estoque e produção pode ser uma das alternativas para evitar as distorções.
- 3) As causas para a utilização dos lotes mínimos de produção e compras são os custos fixos de pedido, produção e transporte. O combate ao efeito chicote se dá através da redução dos custos fixos de pedido.



## Variedade da Demanda ou Efeito Chicote (“*bullwhip effect*”)



Obs. \*\* - *Surge effect* – efeito da forte flutuação da demanda por produto



# EFEITO CHICOTE

## “*bullwhip effect*”

LEE, H. L, PADMANABHAN, V. & WHANG, S. *Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect Management Science*, vol. 43, No. 4, p. 546 – 558, 1997.

SANTOS, R. F. & ALVES, J. M. Proposta de um Modelo de Gestão da Cadeia de Suprimentos com o apoio da teoria das restrições, VMI e B2B, ICIEOM, 2009.

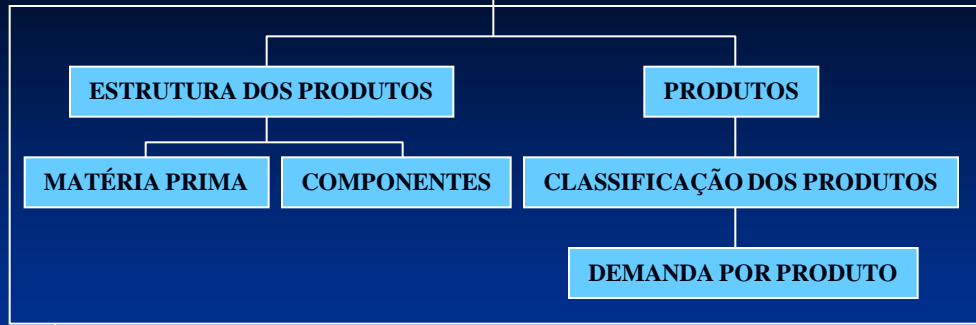
TAYLOR, David A. Logística na Cadeia de Suprimentos. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2005.

# APRIMORAMENTO DOS PROCESSOS

ADEQUAÇÃO

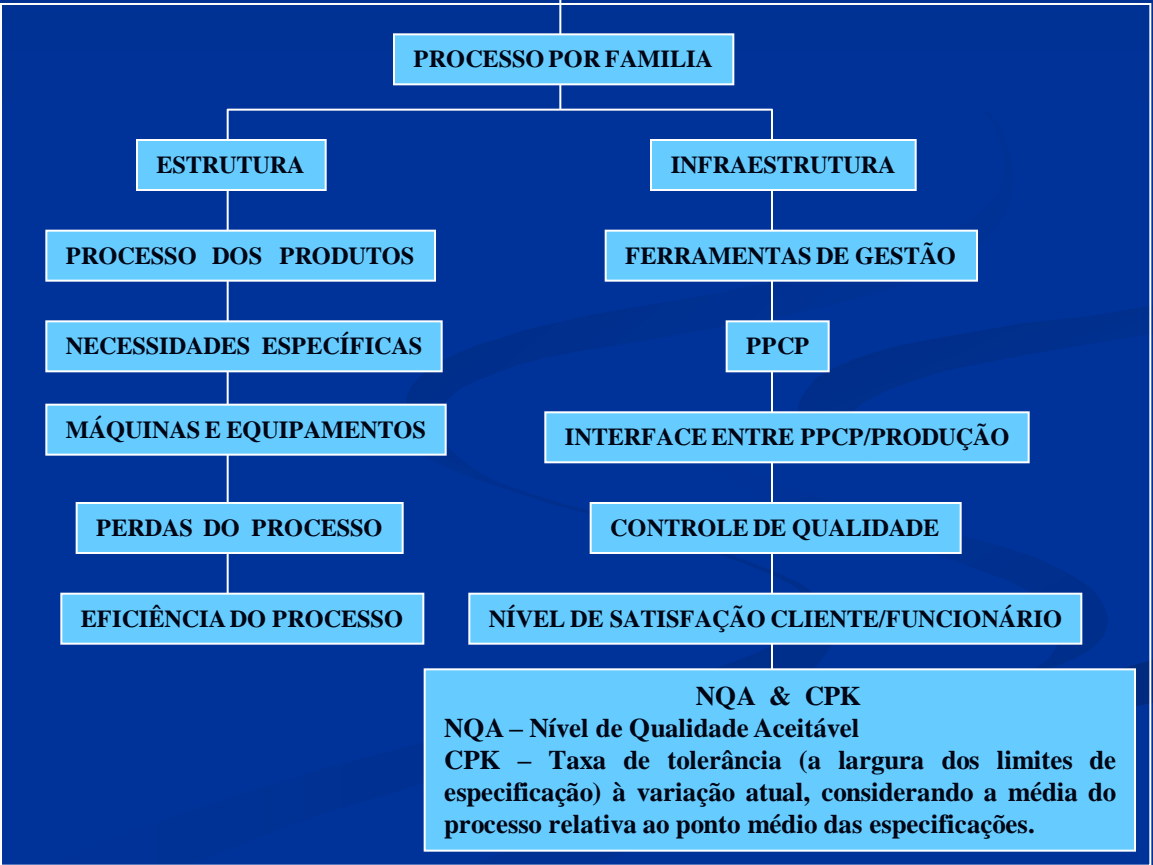
1

MIX DE PRODUTOS



2

PROCESSO



Qual o melhor modo para trabalhar?

**Produção:**

- Célula de Manufatura
- OPT
- Sistema Toyota de Produção
- Misto

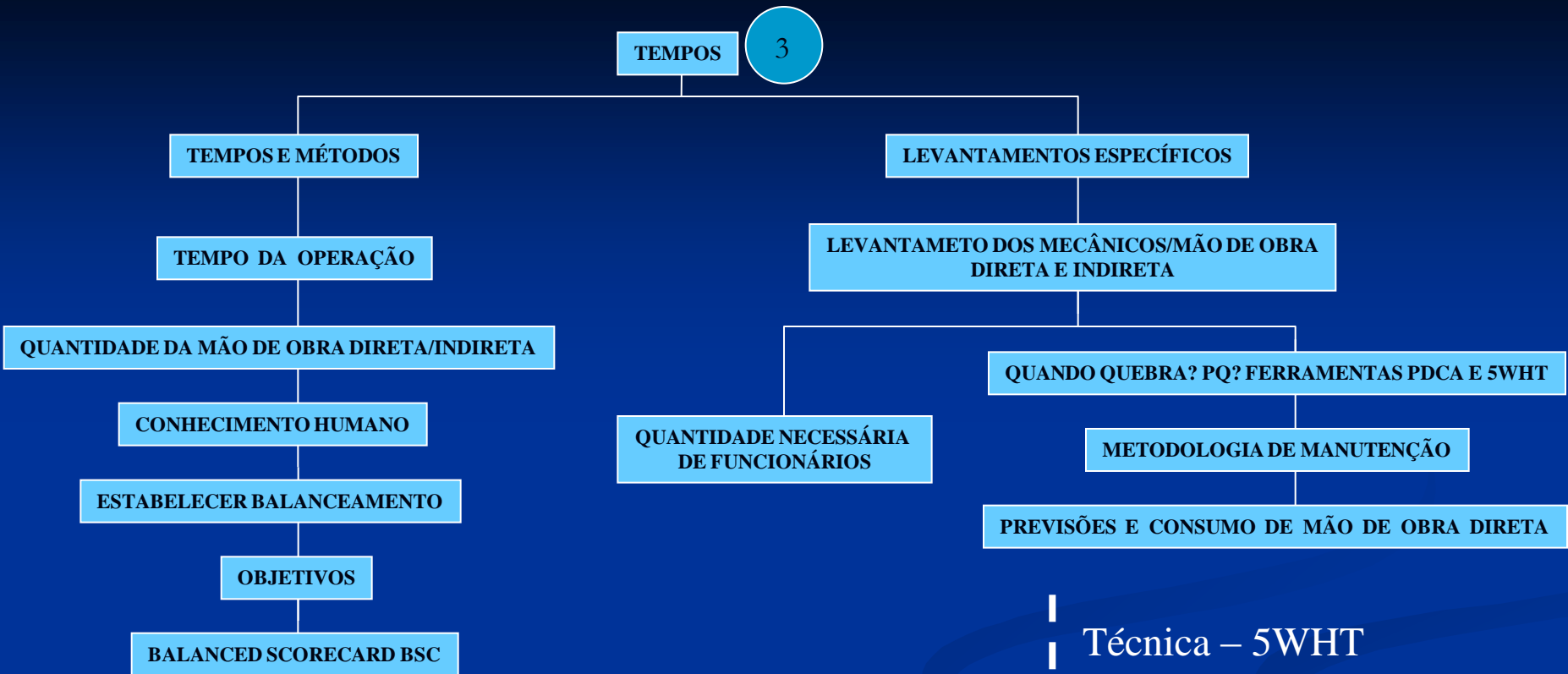
**Expectativa:**

- Perdas
- Ganhos
- Lucro
- Qualidade

**Materiais:**

- Estoque Mínimo
- Política de Estoque
- Classificação

**NQA & CPK**  
 NQA – Nível de Qualidade Aceitável  
 CPK – Taxa de tolerância (a largura dos limites de especificação) à variação atual, considerando a média do processo relativa ao ponto médio das especificações.



PPCP – Planejamento, Programação e Controle da Produção  
 APS – *Advanced Planning Schedule*  
 CRM – *Capacity Resource Planning*  
 MRPII – *Manufacturing Resource Planning*

- | Técnica – 5WHT
- | O que é feito (*What*)?
- | Por que deve ser feito (*Why*)?
- | Quando deve ser feito (*When*)?
- | Onde deve ser feito? (*Where*)?
- | Quem deve fazê-lo (*Who*)?
- | Como deve ser feito (*How*)?
- | Para que deve ser feito (*To*)?
- | .



# Ferramentas computacionais

Processo de Gestão da Produção &  
Operações

# Planejamento da Produção & Controle da Produção

- Planejamento da Produção – atividades de médio prazo, geralmente realizadas no período de 3 a 18 meses são consideradas Planejamento da Produção. Diz respeito às decisões, de modo agregado, do que, o quanto, quando produzir, comprar e entregar; e quem e/ou onde e/ou como produzir.
- Controle da Produção – opera no curto prazo (até 3 meses), tratando da regulação do fluxo de materiais em um sistema de produção por meio de informações e decisões para execução (GODINHO FILHO, 2004). Trata das decisões de o que, quanto e quando produzir, comprar e entregar e quem, onde e como produzir, mas com uma ressalva: tais decisões são tomadas com pouca antecedência, com rigor de detalhes e de forma desagregada.

# Planejamento da Produção & Controle da Produção

- Em ambientes dinâmicos e mutáveis, nos quais os sistemas produtivos estão passíveis de alterações nas variedades dos produtos e na complexidade de suas estruturas, as atividades de Controle da Produção tomam grande significância, principalmente as atividades denominadas de *ordering systems*, por Burbidge (1990) e redefinida como Sistemas de Coordenação de Ordens (SCO) por Fernandes e Godinho Filho (2007).



# ESTRATÉGIAS DE PLANEJAMENTO

*CHASE PLANS*

*TIME-PHASED*

# *Supply Chain Operations Reference*

SCOR

# *Production Planning and Control*

- Sistema de planejamento e controle da produção – mecanismo de controle logístico central – o escopo de um sistema de planejamento e controle da produção inclui três processos que adicionam valor: suprimento, fabricação e entrega. De acordo com a terminologia do modelo *Supply Chain Operations Reference* – SCOR proposto pelo *Supply Chain Council* (2004).

# Estratégias de Planejamento

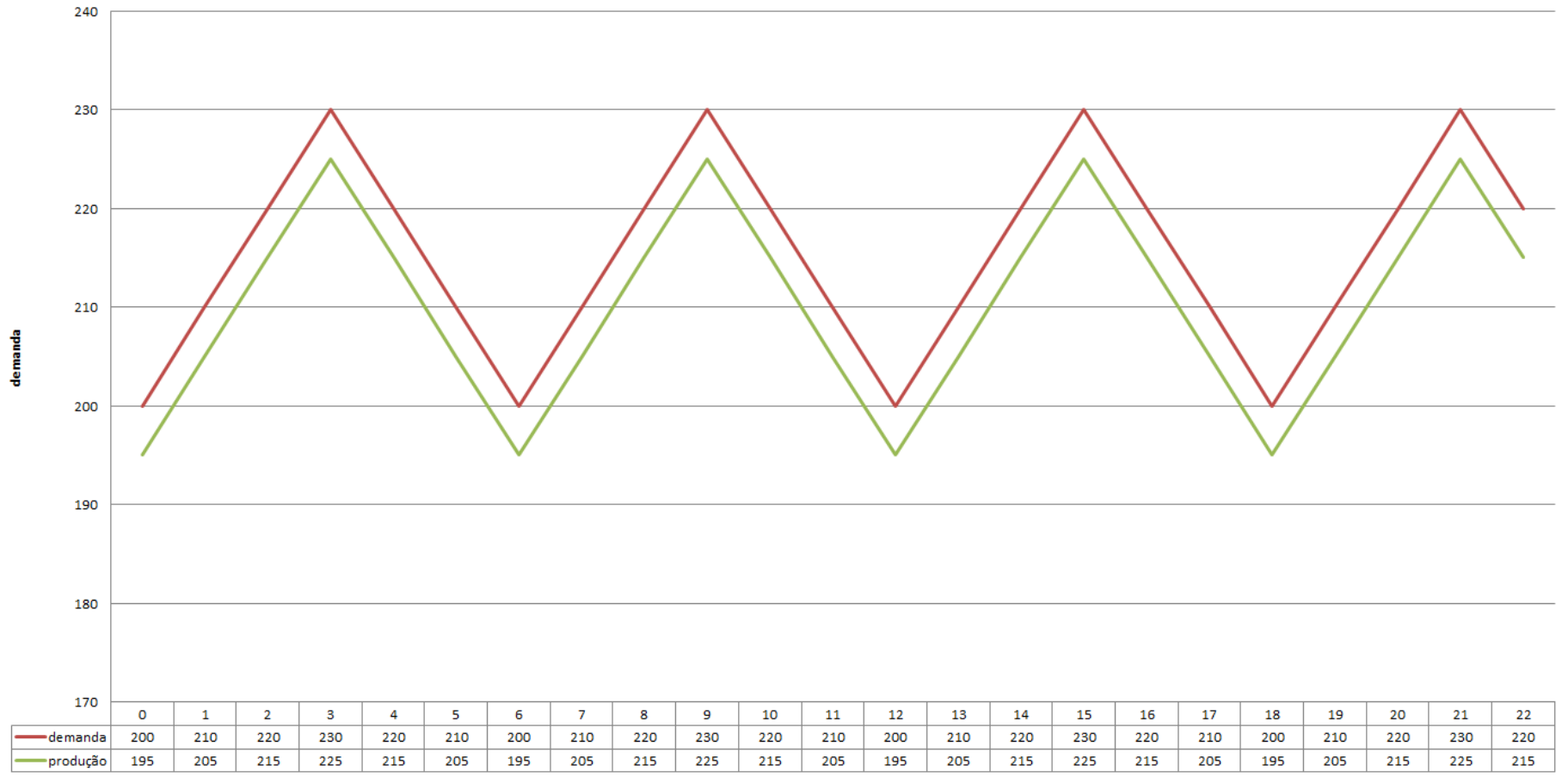
No nível S&OP, há duas estratégias de planejamento possíveis de aplicação:

- 1) A primeira estratégia *Chase Plans* busca minimizar os estoques dos produtos acabados na tentativa de equilibrar o nível de estoque com o ritmo de flutuação de demanda, é uma estratégia que deve ser aplicada para situações da produção de produtos de baixo volume e produtos altamente customizados, e
- 2) Enquanto que a estratégia *time-phased* (por nível) é mais adequada para produtos de alto volume padronizados Olhager e Rudberg (2002).

O nível S&OP pode ser considerado, segundo Berry e Hill (1992), como um elo entre as abordagens do planejamento e controle do ponto de vista estratégico. A implicação prática gerencial é que os mercados com alto volume e produtos padronizados com pequenas variações e *lead times* curtos devem ser planejados e controlados por nível (*time phased*) atendendo aos pré-requisitos da estratégia de atendimento à demanda *Make to Stock* – MTS.

# CHASE PLANS

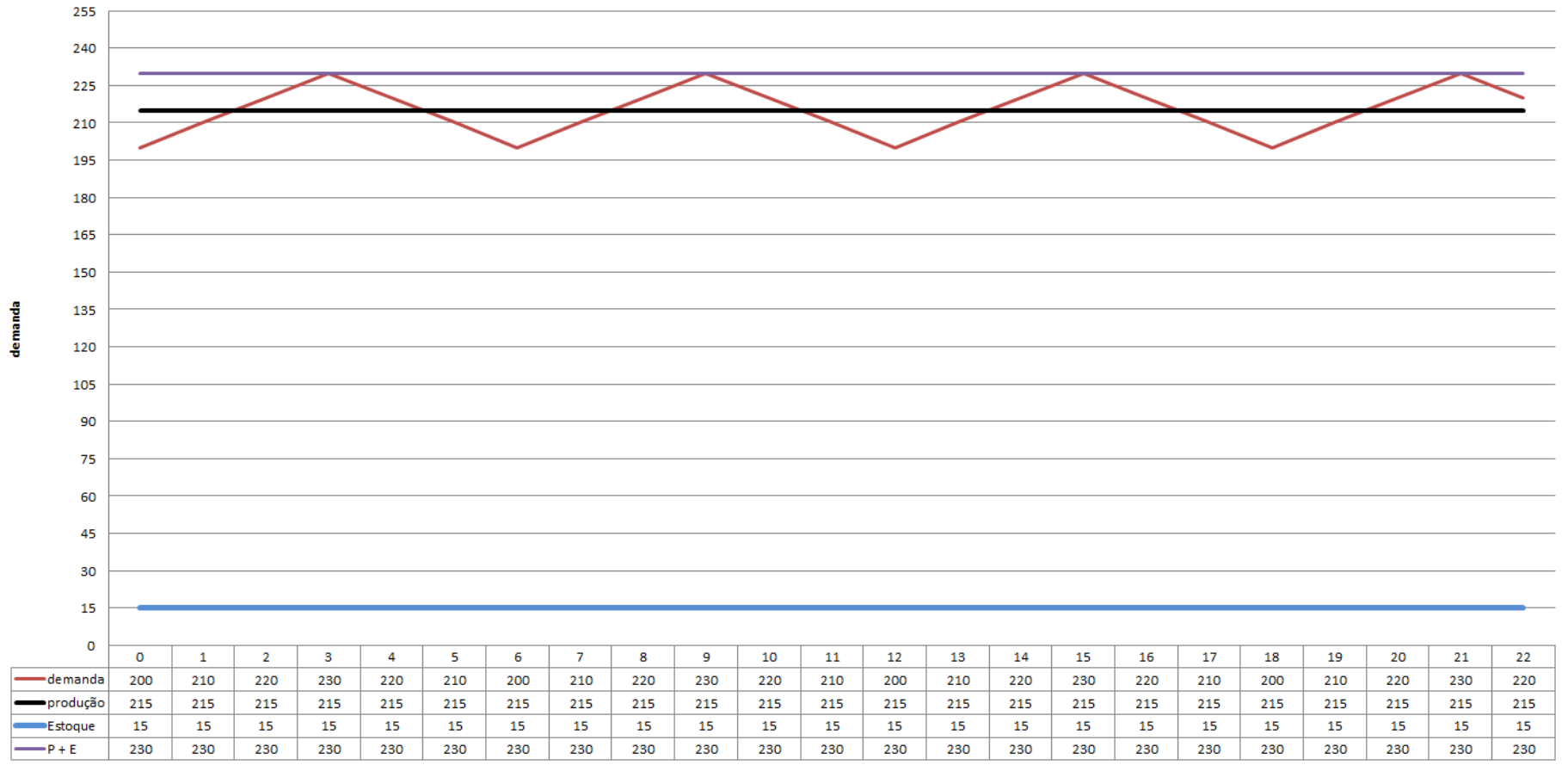
Estratégia Chase Plans





# TIME-PHASED

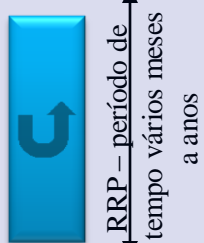
Estratégia Time-phased



# NÍVEIS DE PLANEJAMENTO

Planejamento da Capacidade

## Planejamento em nível macro – no escopo do ERP

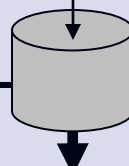


RRP – período de tempo vários meses a anos

1º Estágio – Família de Produtos x Recursos  
Impõem certo nível de agregação nos dados utilizados e nas informações geradas



Estratégias  
Produtos  
Recursos

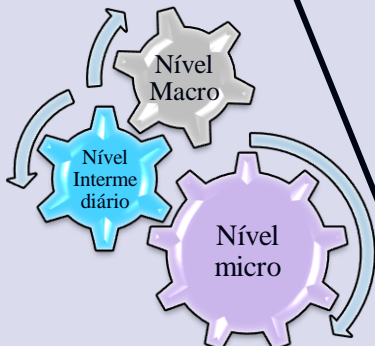


SPCP – sistemas de planejamento e controle da produção – MRP ⇒ MRPII ⇒ ERP

## ERP – fluxo de informações

PIMS, e o MES. O primeiro é um sistema capaz de buscar os dados onde estiverem e inseri-los num banco de dados temporal com capacidade para meses ou anos. Já os MES se destinam a ser o elo entre os processos e o sistema de gestão da empresa, com o objetivo de agilizar a tomada de decisão por parte da gestão das empresas, fazendo com que as informações cheguem rapidamente as pessoas indicadas.

RCCP – Planejamento de Capacidade de Médio Prazo – RCCP  
Rough Cut Capacity Planning

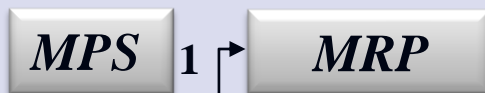


## Planejamento em nível intermediário no escopo do ERP

MPS – Master Production Scheduling

Gestão da Demanda

Planejamento em nível micro fora do escopo do ERP, mas com interface



MRP – Material Requirements Planning



CRP – Planejamento de Capacidade de Curto Prazo  
Capacity Requirements Planning  
CARGA MÁQUINA – do MRPII

## Gestão da Operação

O MRPII (Método de Planejamento – APICS) utiliza uma lógica estruturada de planejamento que prevê uma sequência hierárquica de cálculos, verificações e decisões, visando chegar a um plano de produção viável em termos de disponibilidade de materiais e de capacidade produtiva.



APS – Preactor – Determinístico  
Sistema de Programação com capacidade finita



PIMS & MES – Sistema de Execução e Controle de Fábrica  
Manufacturing Execution Systems  
PIMS – Plant Information Management System



SFC – Controle de chão de fábrica  
Shop Floor Control

2º Estágio – Identificar recursos críticos – não mais do que dez para definir o RCCP. Nível de agregação menor e maior precisão dos dados e informações geradas

RCCP – período de tempo entre dois a cinco meses time bucket – semanas

RRP – Planejamento de Capacidade de Longo Prazo  
Resource Requirements Planning  
S&OP – Planejamento de Vendas e Operações – Sales and Operations Planning

# Análise da capacidade de médio prazo

- A análise da capacidade é uma atividade fundamental e deve ser desenvolvida paralelamente a outras atividades do planejamento e controle da produção nos vários horizontes de planejamento. A análise de capacidade deve ser feita em três principais níveis, hierarquicamente:

- 1) Análise da capacidade no nível do planejamento agregado: chamado na literatura de RRP (*Resource Requirements Planning*) tem como objetivo subsidiar as decisões geradas no planejamento agregado, de forma que o plano agregado proposto seja viável em termos de capacidade produtiva. Naturalmente, se o planejamento da capacidade (seção – planejamento da capacidade de médio prazo) foi realizado, a análise da capacidade RRP se torna desnecessária;

# Análise da capacidade de médio prazo

- 2) Análise da capacidade no nível do programa mestre da produção (MPS): é chamada na literatura de RCCP (*Rough-Cut Capacity Planning*) e tem como tradução literal planejamento “grosseiro” da capacidade. Essa análise tem por objetivo subsidiar as decisões do MPS de forma que o programa mestre de produção ( programa de produção dos itens finais) seja factível em termos de capacidade produtiva;
- 3) Análise da capacidade no nível de coordenação de ordens, ou seja, no nível da atividade de Programar ou Organizar/Explodir as necessidades em termos de componentes e materiais: nesse nível, o objetivo é verificar a capacidade para a produção e montagem dos itens componentes. Essa compreende uma avaliação detalhada de capacidade. É chamada na literatura de CRP (*Capacity Requirements Planning*), quando referente ao sistema de coordenação de ordens MRP.