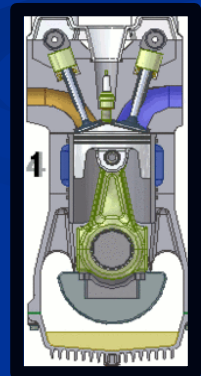


# *PROJETO E OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO*



Gestão da Responsividade

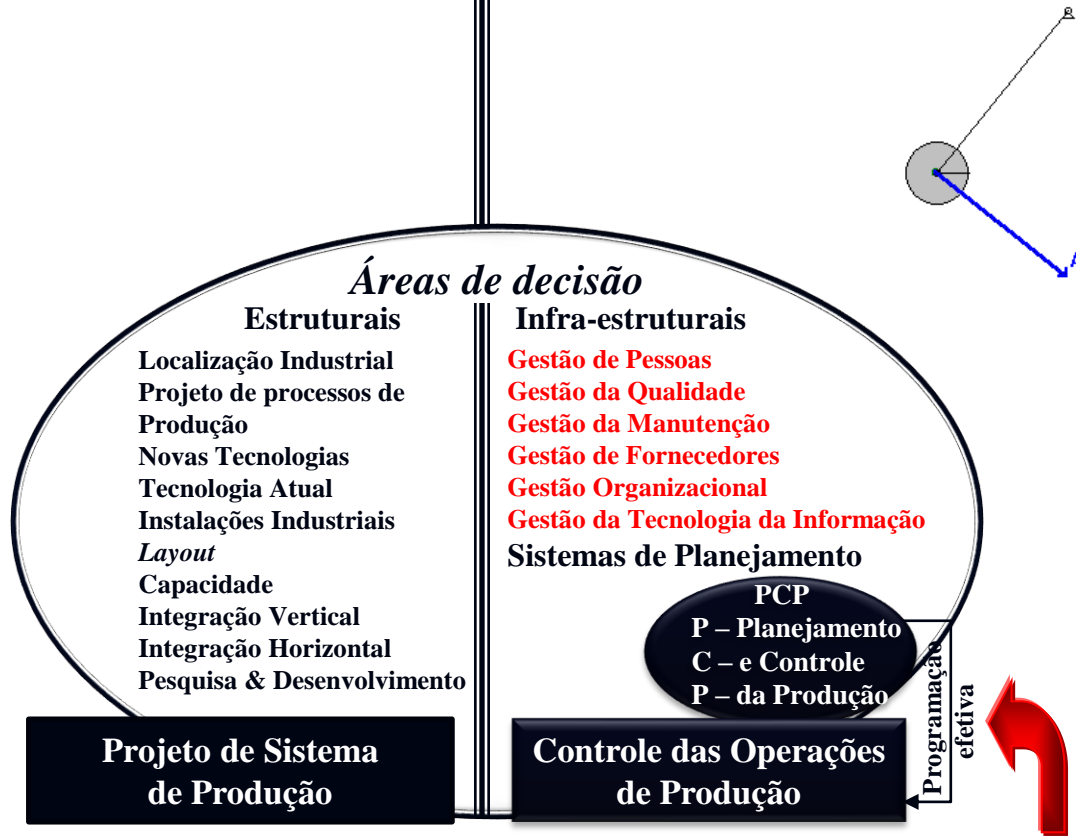
Responsividade da Cadeia de Suprimentos

Fornecedor, Produção, Expedição e Distribuição



**Função Processo** – acompanhamento dos objetos do trabalho (materiais) ao longo do tempo e do espaço; diz respeito ao fluxo de materiais.

**Função Operação** – acompanhamento dos sujeitos do trabalho (homens, máquinas, equipamentos etc.) ao longo do tempo e do espaço.



Gestão do Conhecimento – *Know-how* – *expertise*

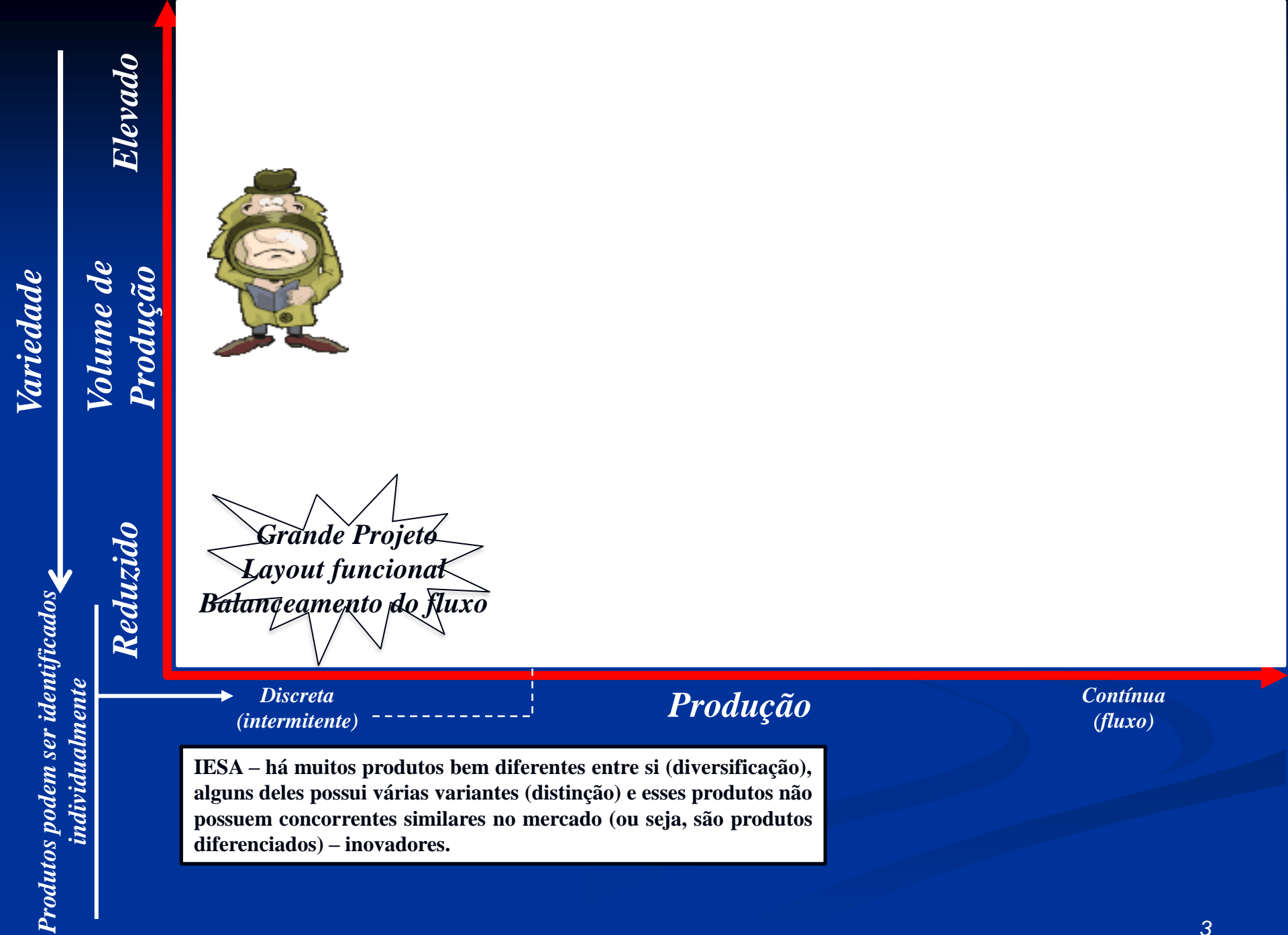
Conhecimento = Experiência + Treinamento

Conhecimento gera as habilidades e competências necessárias



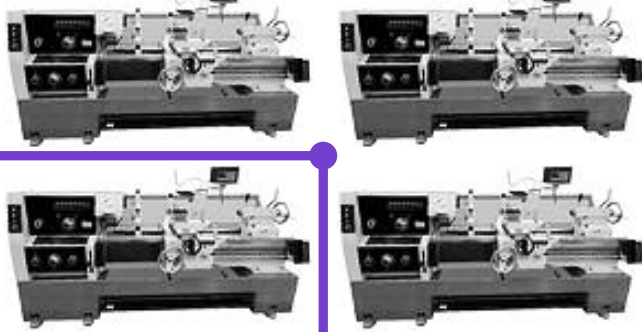
*Enterprise Resource Planning – ERP + APS Advanced Planning System*  
a empresa deve estar apoiada entre outras tecnologias na tecnologia da informação & Simulação

Fonte: Adaptado de AZZOLINI (2004)



# Por processo – *Layout funcional*

Torno



Fresa



Retifica



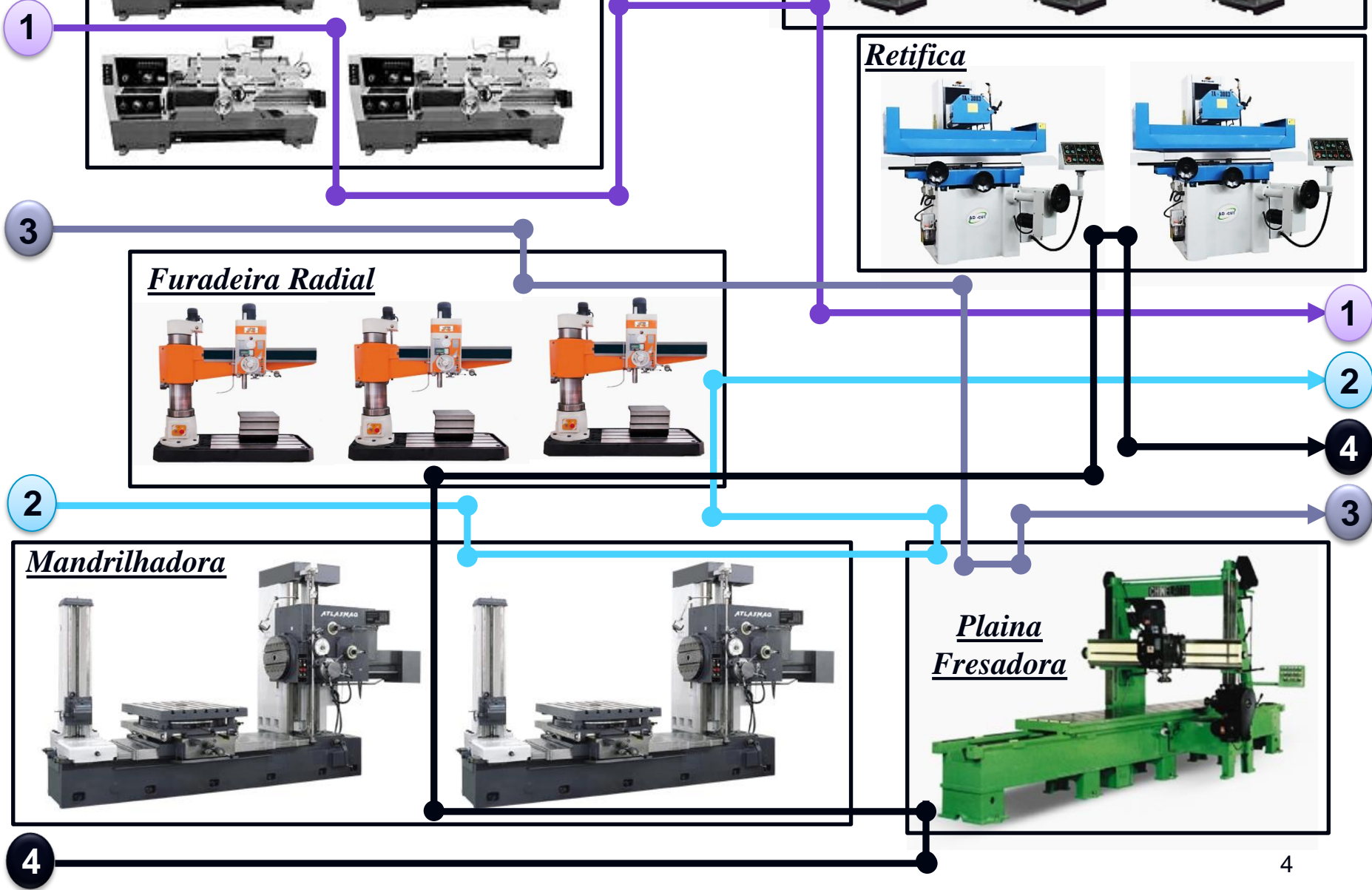
Furadeira Radial



Mandrilhadora



Plaina Fresadora



# EXEMPLO PRODUÇÃO POR ENCOMENDA



**PROJETOS COMPLETOS  
OU  
SEGMENTADOS POR CONSÓRCIOS**



- 1) **Fundição**
- 2) **Caldeiraria**
- 3) **Solda**
- 4) **Usinagem**
- 5) **Montagem**
- 6) **Pintura**





## Caldeiraria Pesada

- 1) Pré-montagem na fábrica
- 2) Montagem em campo





**MANDRILHADORA**



**TORNO HORIZONTAL**

**USINAGEM PESADA**





## **CALDEIRARIA PESADA**

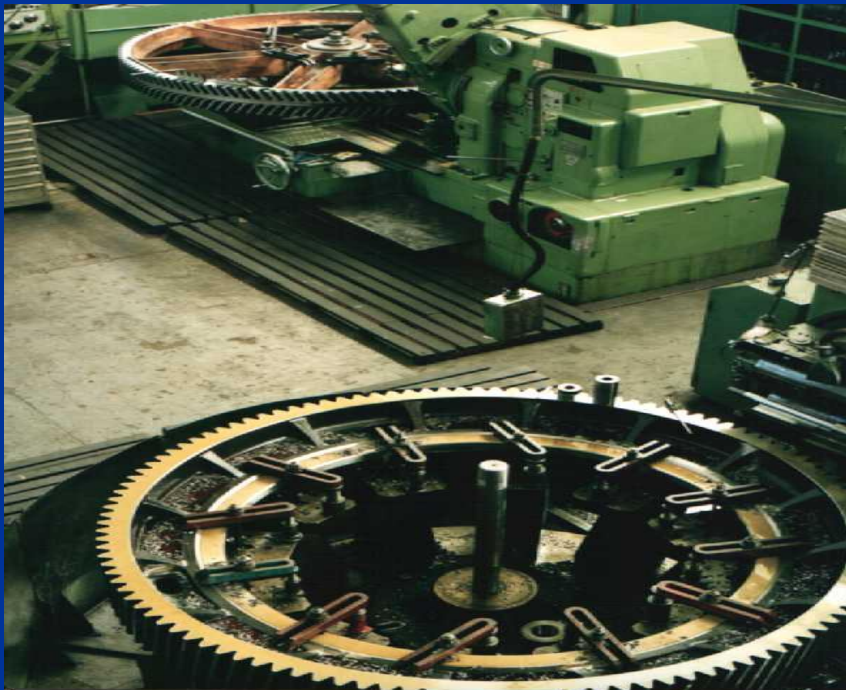
- 1) Desenvolvimento dos componentes**
- 2) Corte das chapas**
- 3) Dobra**
- 4) Calandragem**
- 5) Soldagem**
- 6) Pré-montagem**
- 7) Ajuste**
- 8) Montagem em Campo**



# PLAINA FRESADORA



## DISPOSITIVO DE FIXAÇÃO

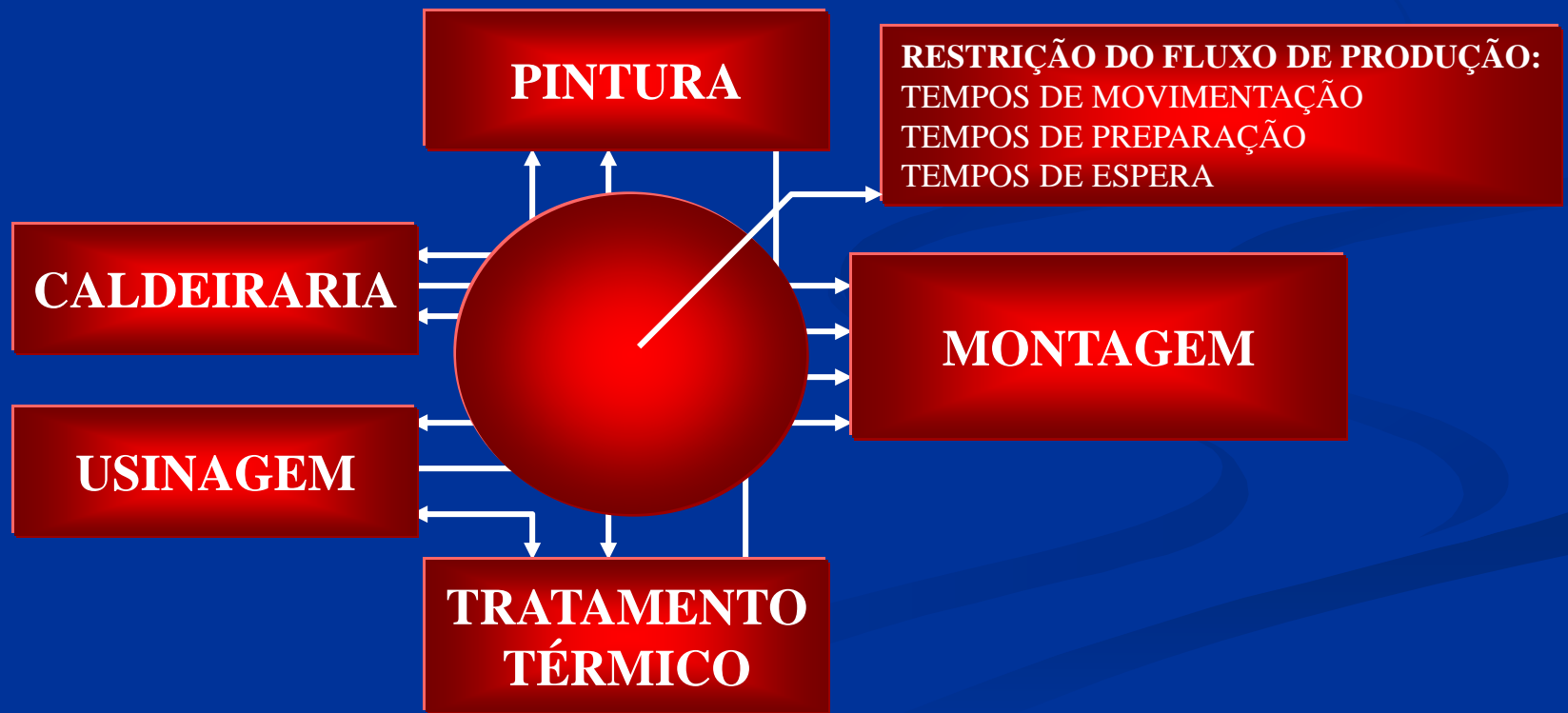
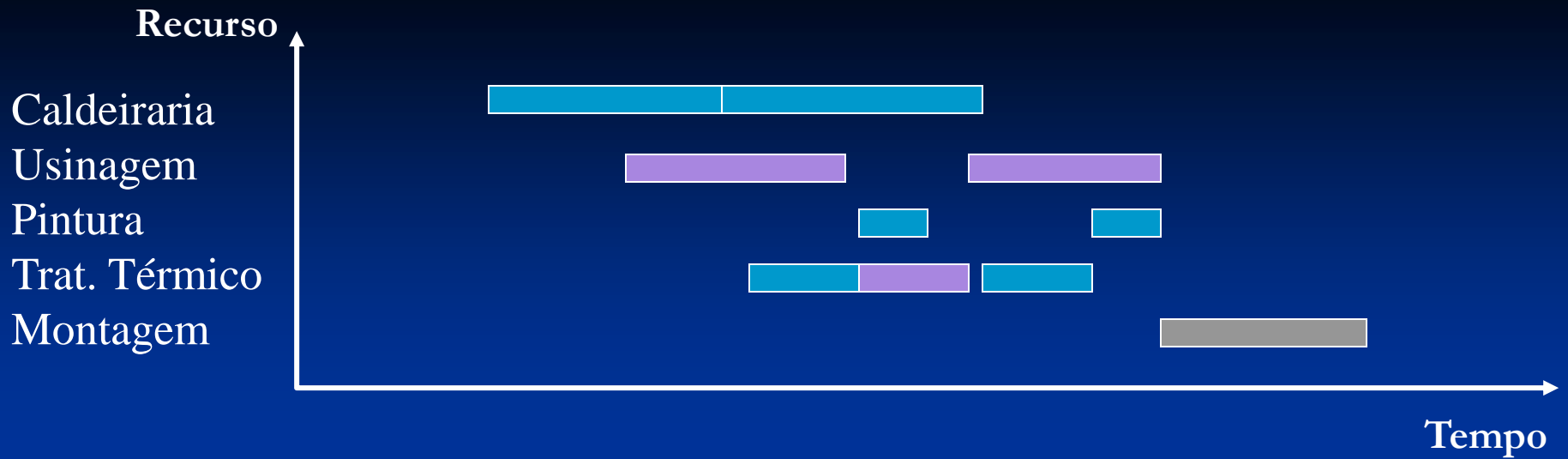


**EXEMPLO  
GESTÃO DA  
PRODUÇÃO  
PRODUÇÃO POR  
ENCOMENDA**

# PROCESSOS ENVOLVIDOS

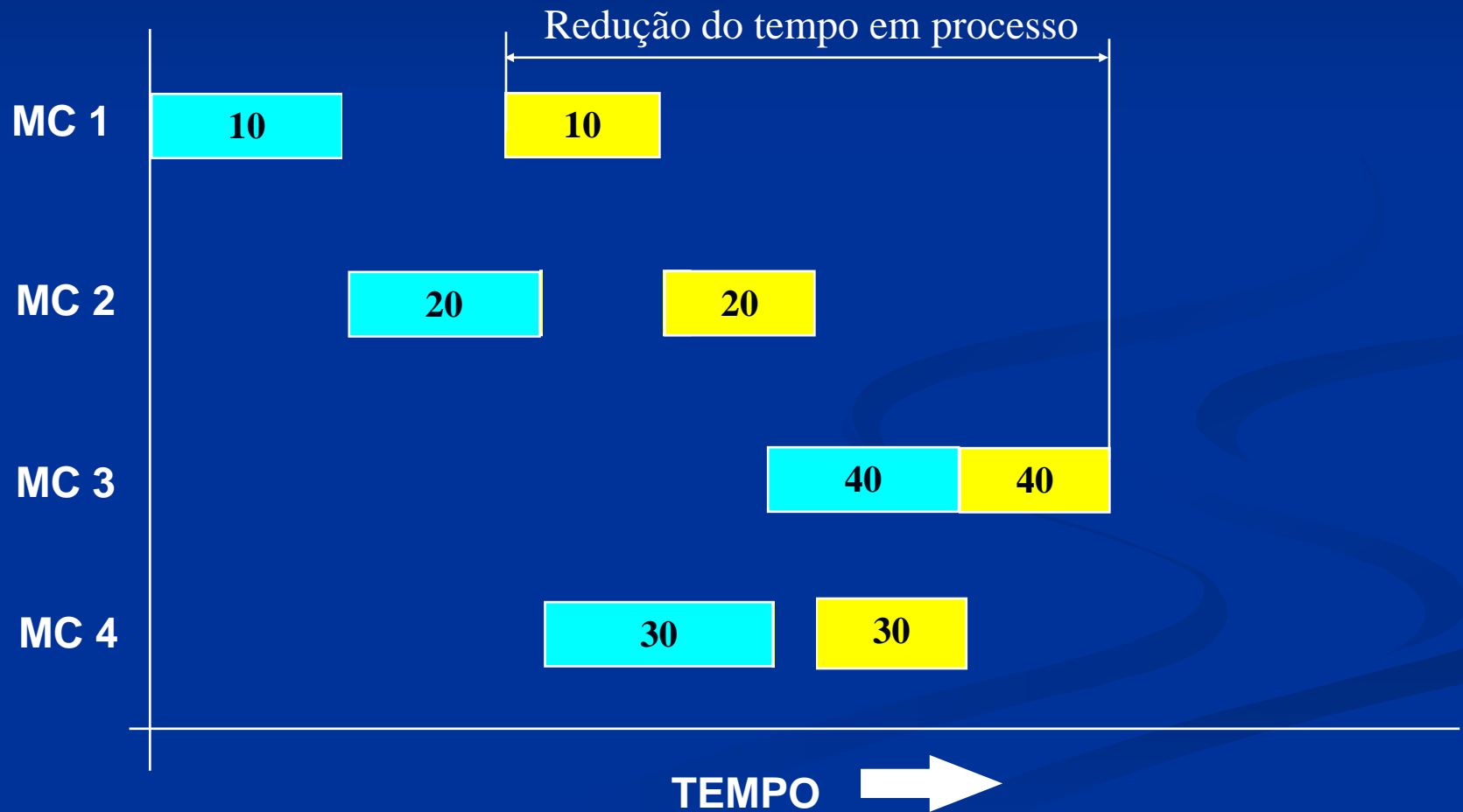
## os principais

- 1) Caldeiraria
  - a) Desenvolvimento de chapas
  - b) Desenvolvimento de dispositivos
  - c) Corte
  - d) Dobra
  - e) Calandragem
  - f) Soldagem
  - g) Montagem
  - h) Pintura
- 2) Usinagem
  - a. Roteiro de fabricação – detalhamento de processo
  - b. Determinação do ferramental
  - c. Desenvolvimento de dispositivos
- 3) Tratamento térmico
- 4) Pintura
- 5) Montagem



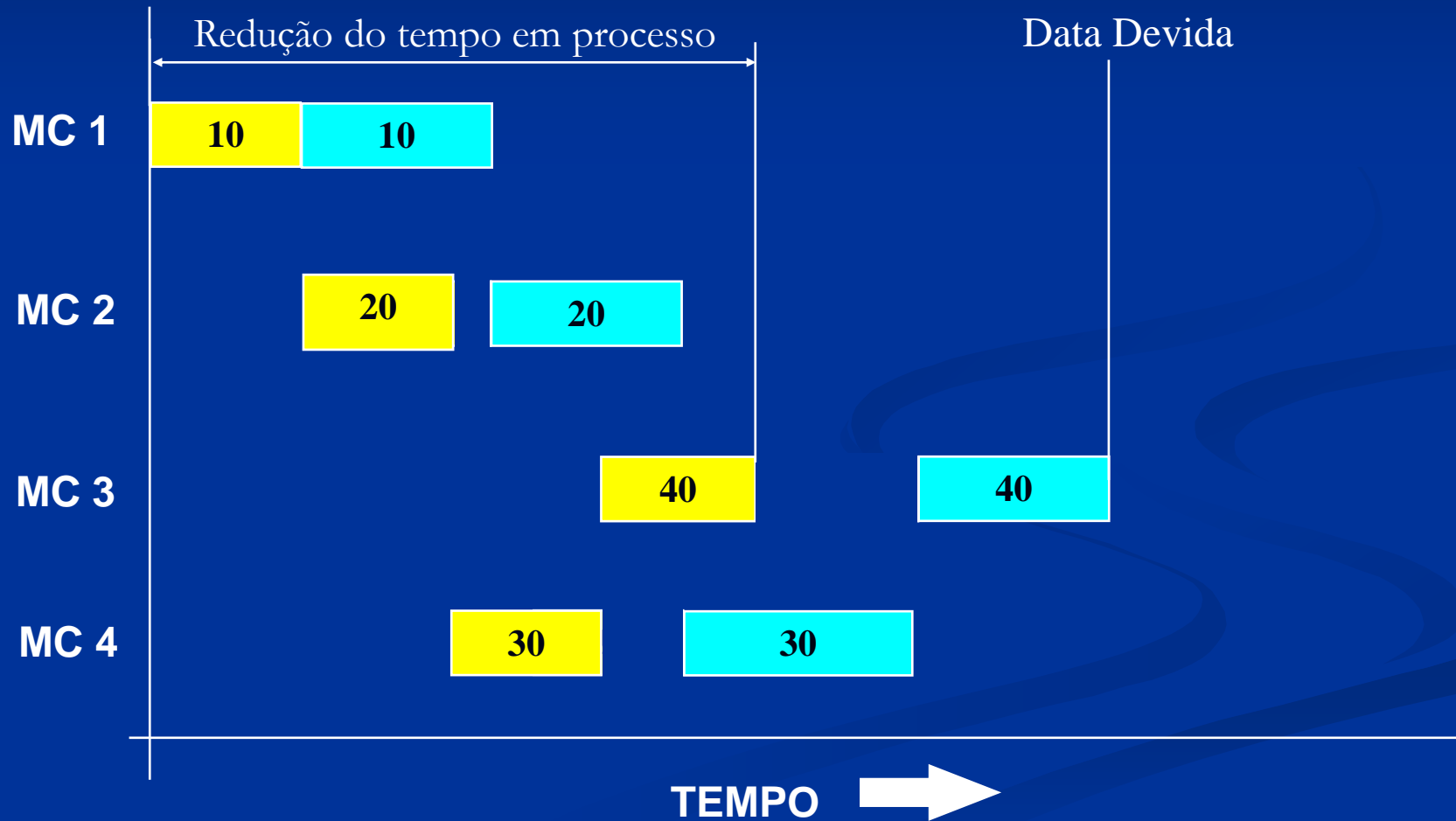
# APS Regra de sequenciamento de operações

## Redução de material em processo para frente

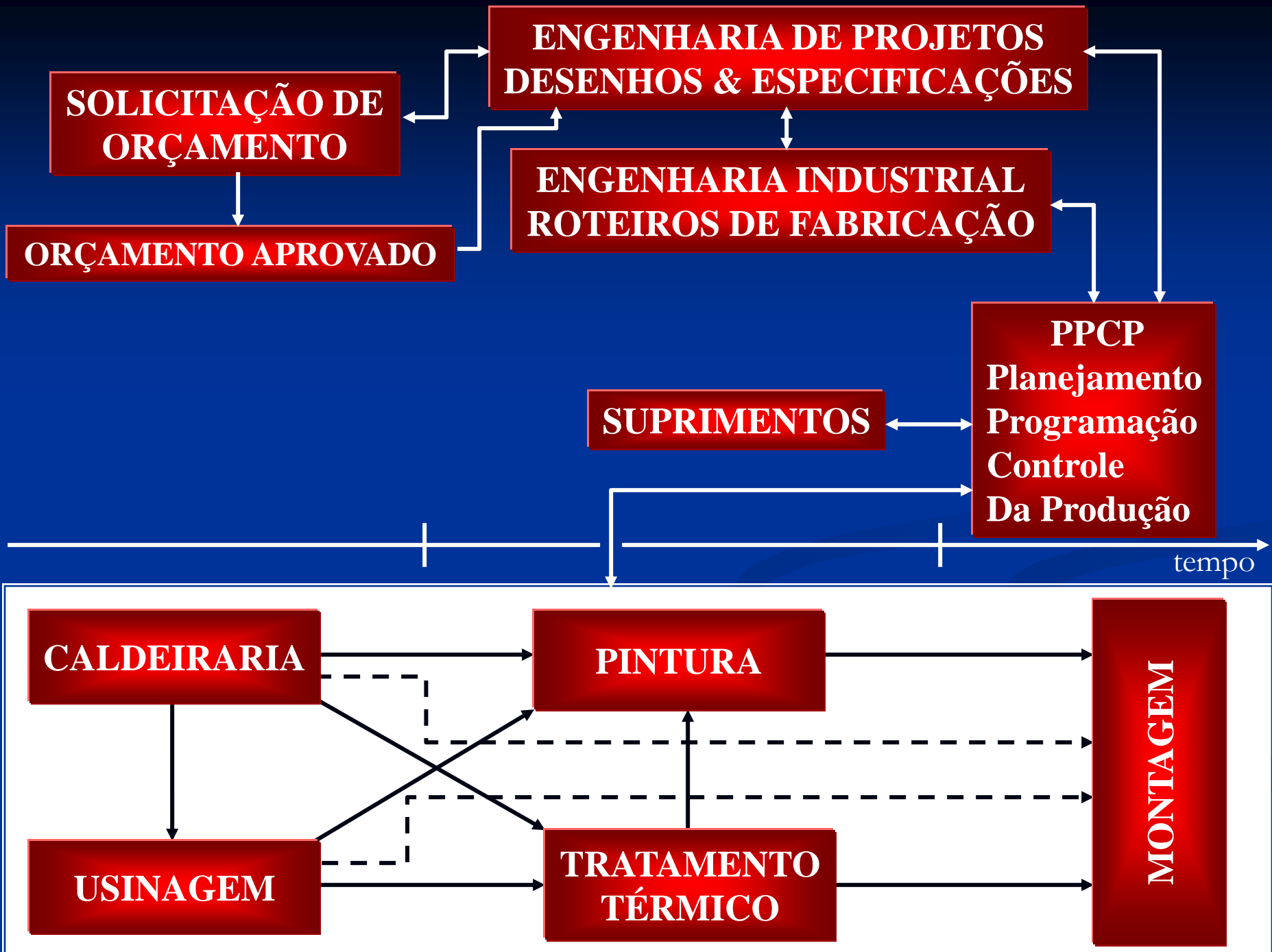


# APS Regra de sequenciamento de operações

## Redução de material em processo para trás







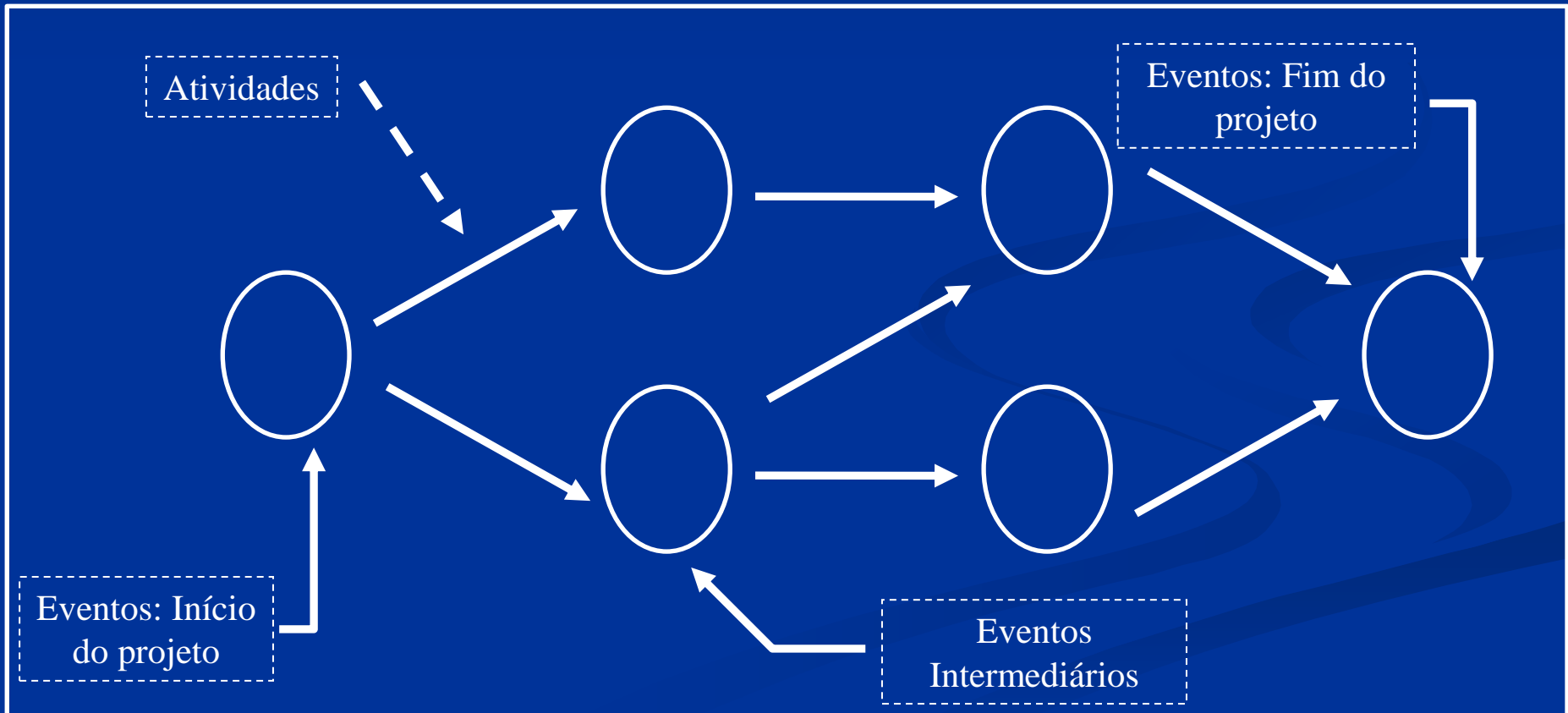
# PROCESSOS POR PROJETOS EXEMPLO

# SISTEMAS DE PRODUÇÃO

## Classificação e definição dos principais tipos de sistemas de Produção

- Classificação quanto ao fluxo dos processos

Representação de um fluxo por projetos



# SISTEMAS DE PRODUÇÃO

## Classificação e definição dos principais tipos de sistemas de Produção

- Os sistemas de produção do tipo projeto são caracterizados por terem um único produto, como por exemplo, um prédio, uma plataforma de produção de petróleo, um navio, um gasoduto, um oleoduto. Nessas situações a organização da sequência de atividade deve respeitar essa característica, o que representa uma rede de projetos.

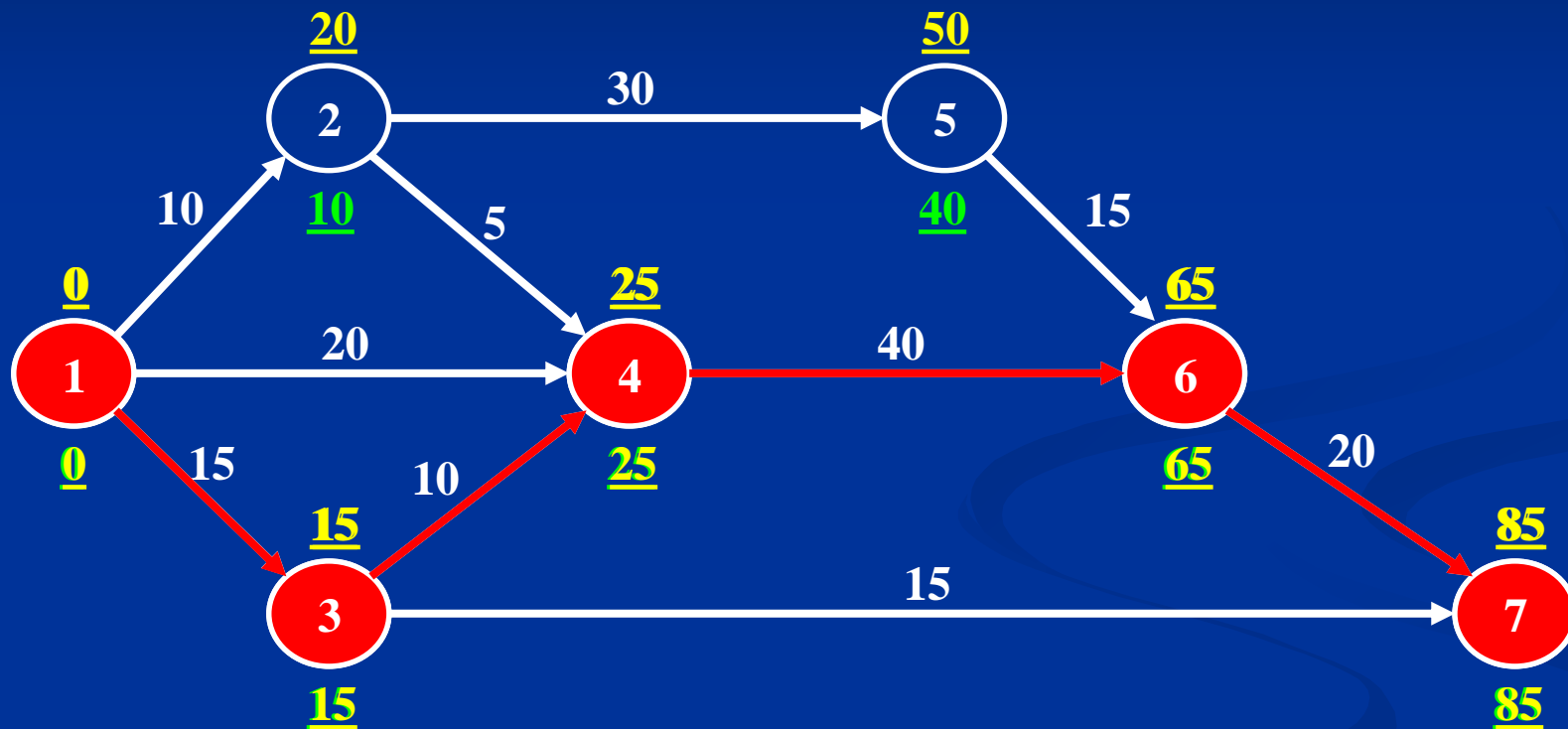
# EXEMPLO

## REDE PERT & GRÁFICO DE *GANTT*

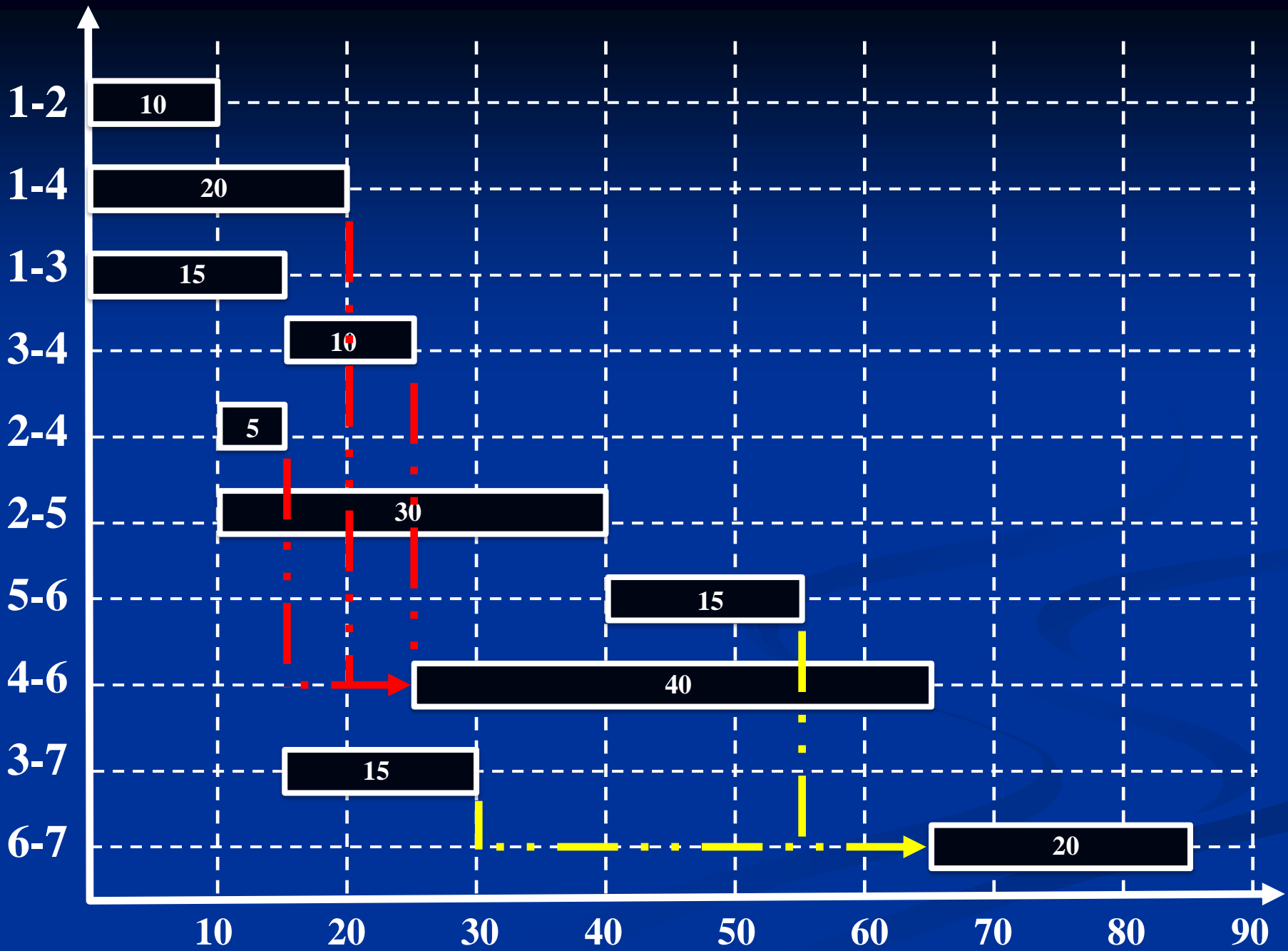
# Etapas do Processo

Atividades do Projeto	Duração (horas)	Quantidade de Recursos Exigidos	
		Soldadores	Auxiliares
1 ⇒ 2	10	2	3
1 ⇒ 3	15	2	2
1 ⇒ 4	20	3	1
2 ⇒ 4	05	1	3
2 ⇒ 5	30	2	2
3 ⇒ 4	10	4	4
3 ⇒ 7	15	1	2
4 ⇒ 6	40	3	3
5 ⇒ 6	15	2	1
6 ⇒ 7	20	3	4

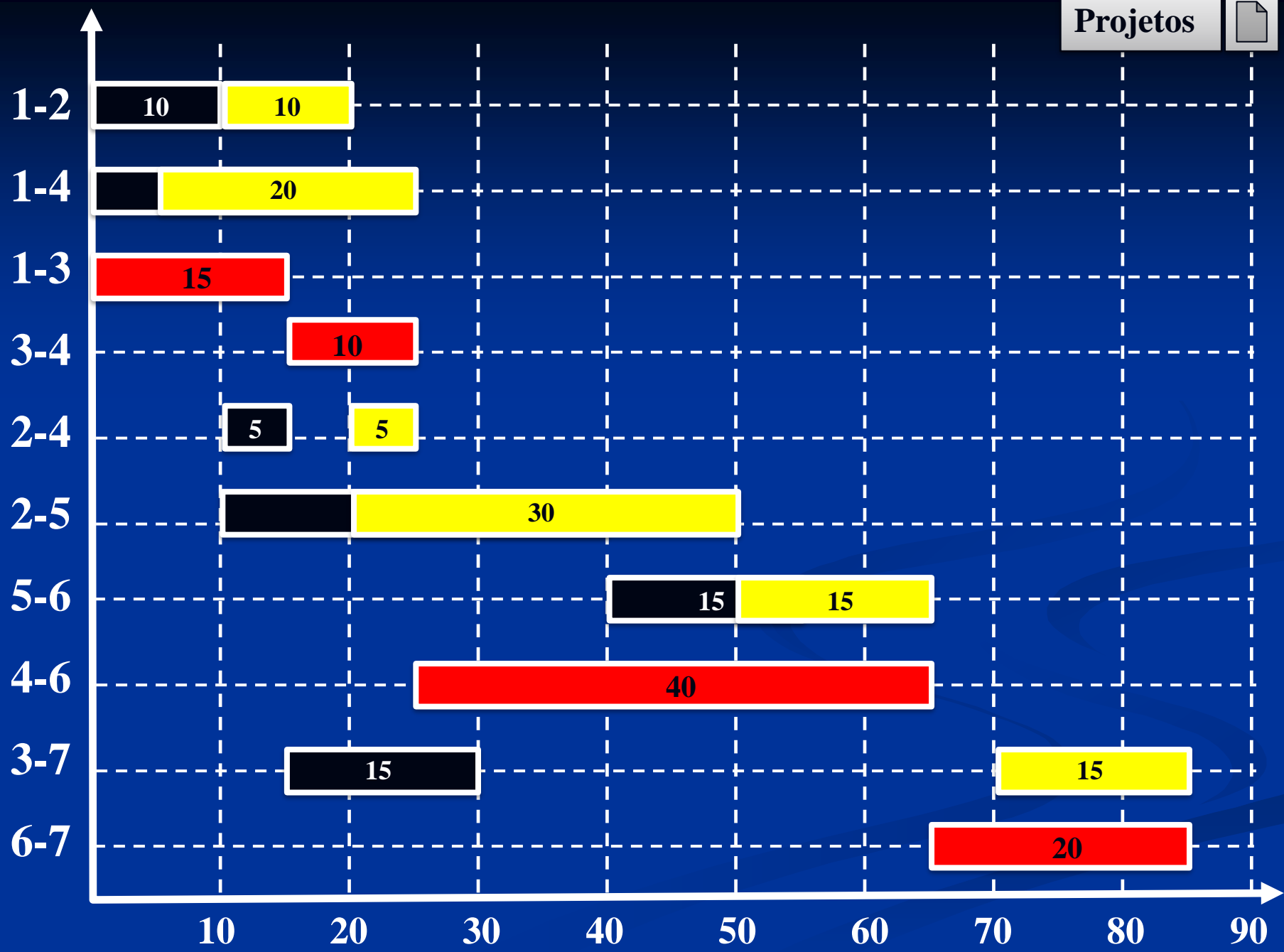
# Rede PERT



Custo adicional de R\$ 0,00





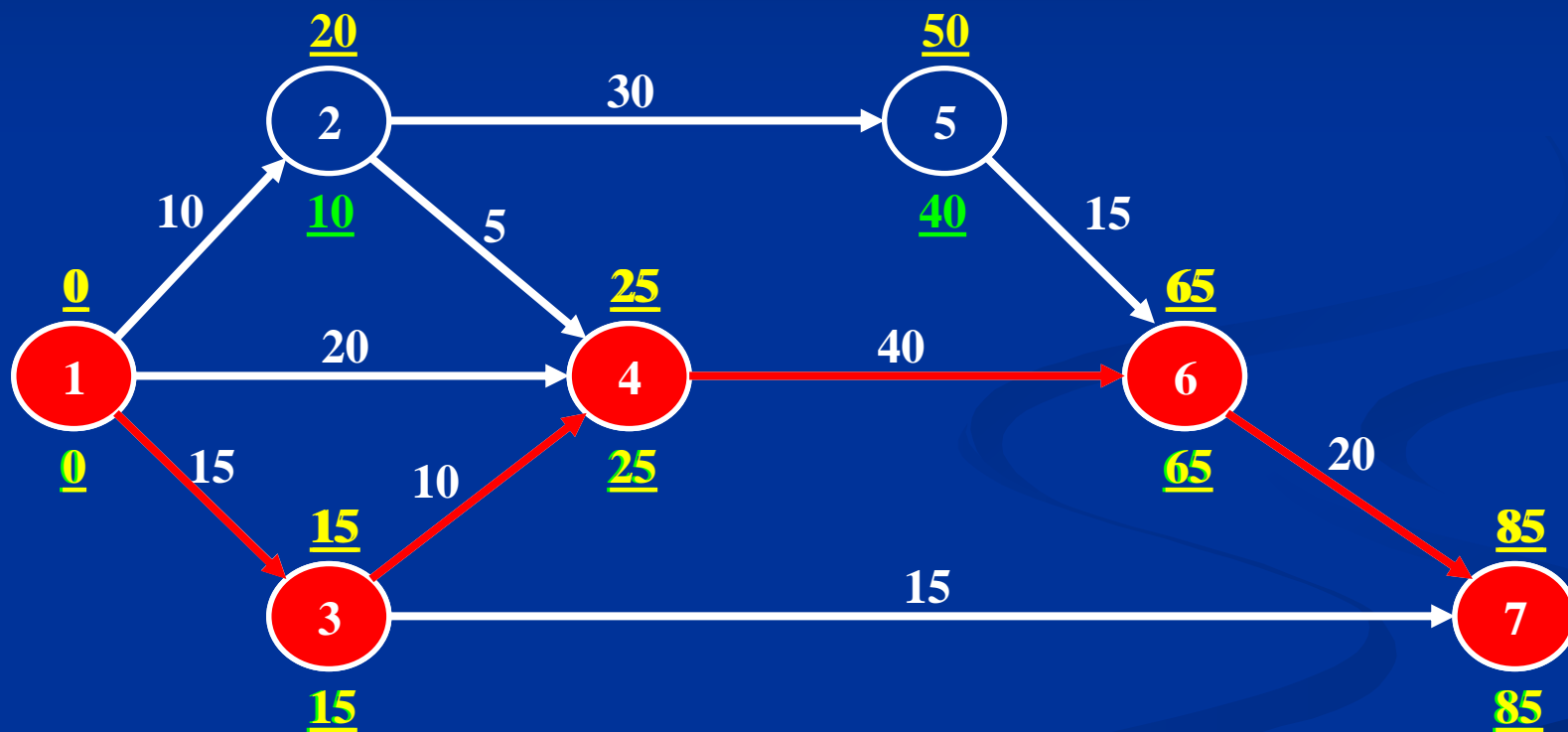


# Ajuste do plano

*Scheduling*

# Rede PERT

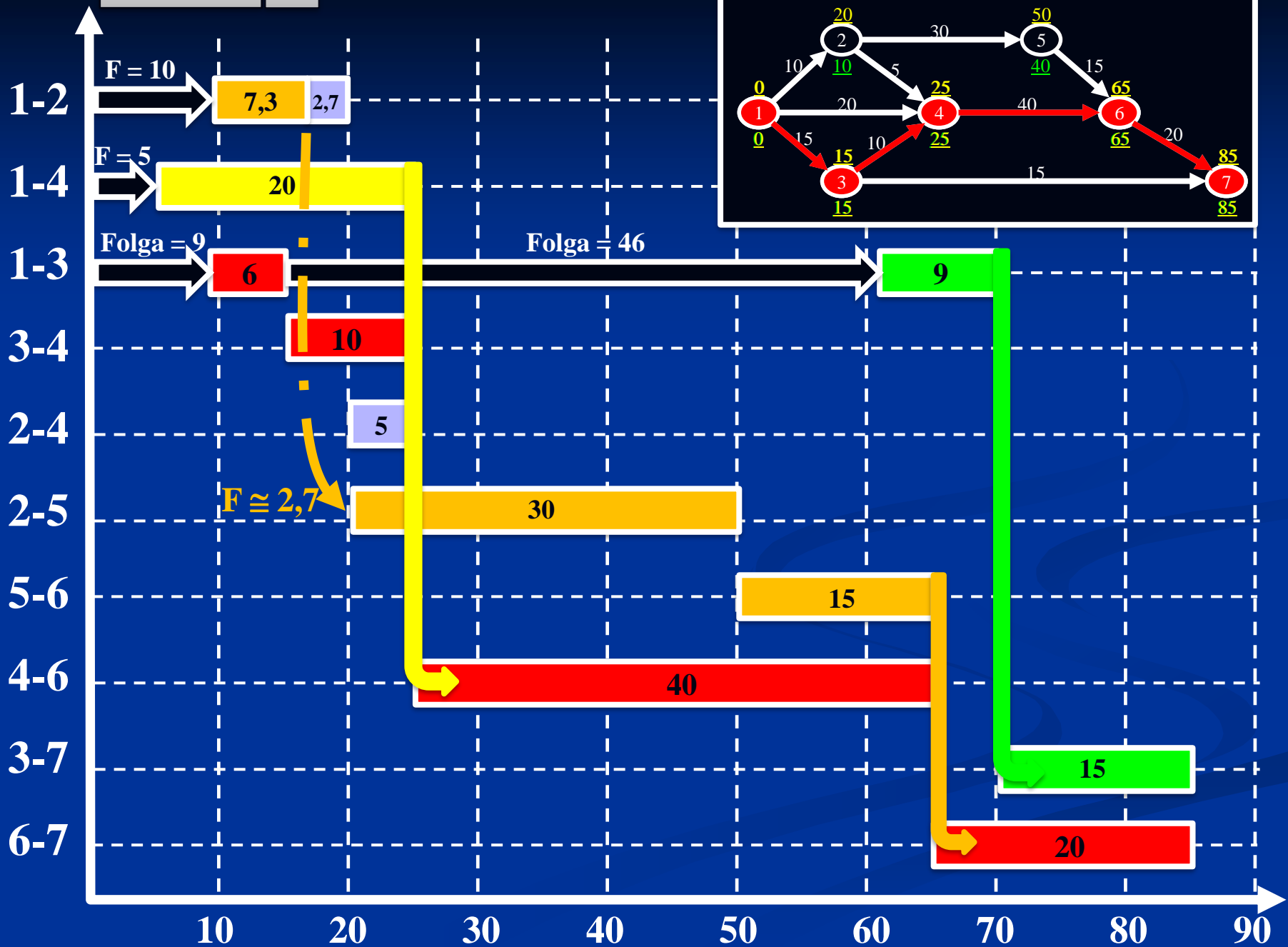
Qual % atende (2 – 5) e qual % atende (2 – 4)?  
(2 – 5) 73% em tempo  
(2 – 4) 27% em tempo

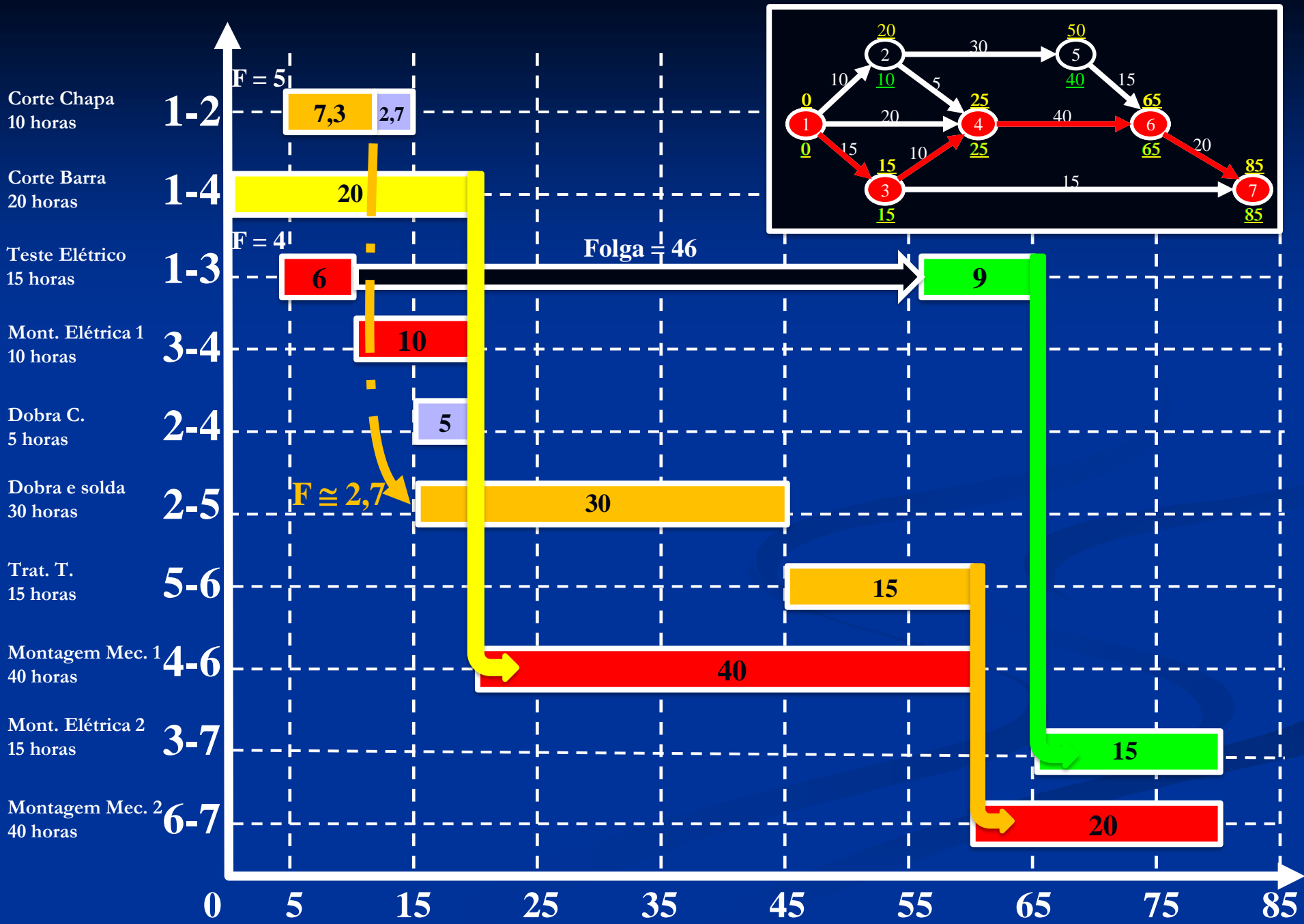


Qual % atende (3 – 4) e qual % atende (3 – 7)?  
(3 – 4) 40% em tempo  
(3 – 7) 60% em tempo

Custo adicional de R\$ 0,00

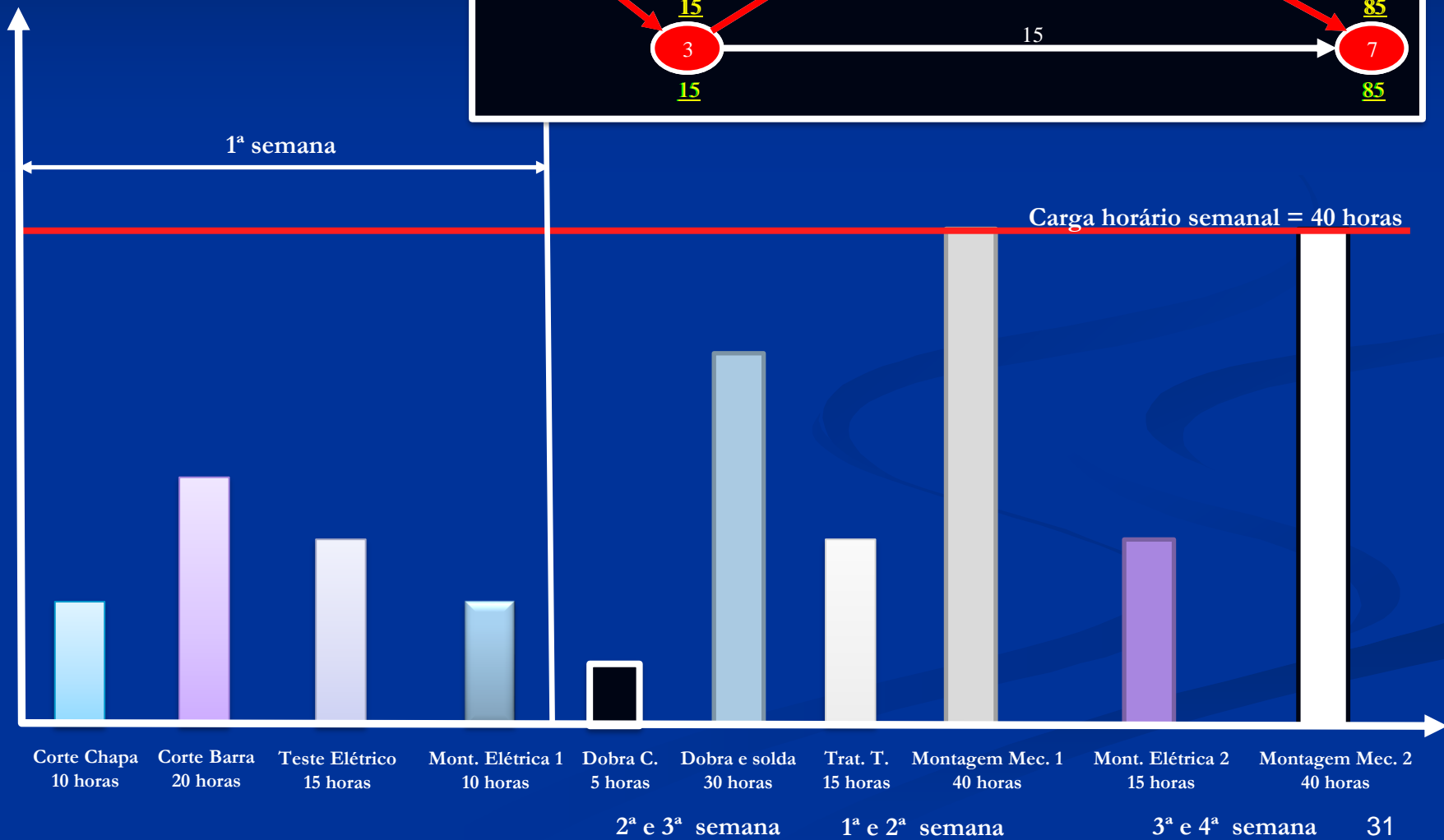
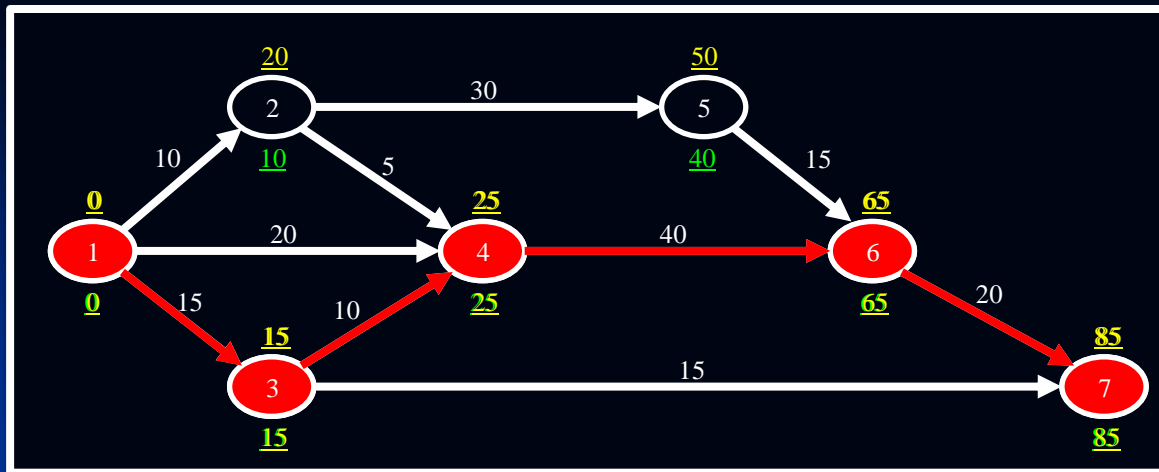
# Projetos





# Mapa de Carga

Avaliação



# EXEMPLO

*Acelerado*

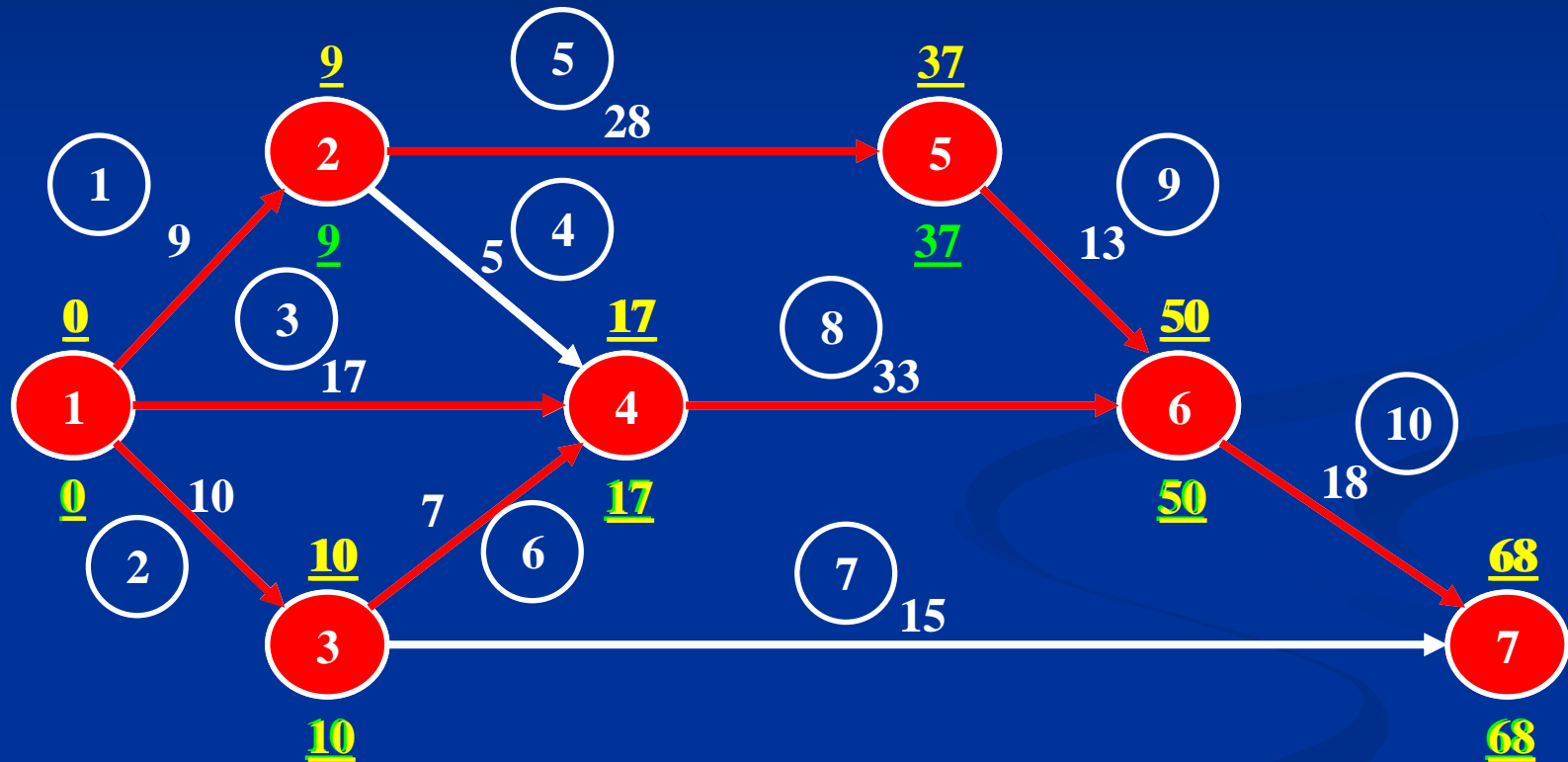




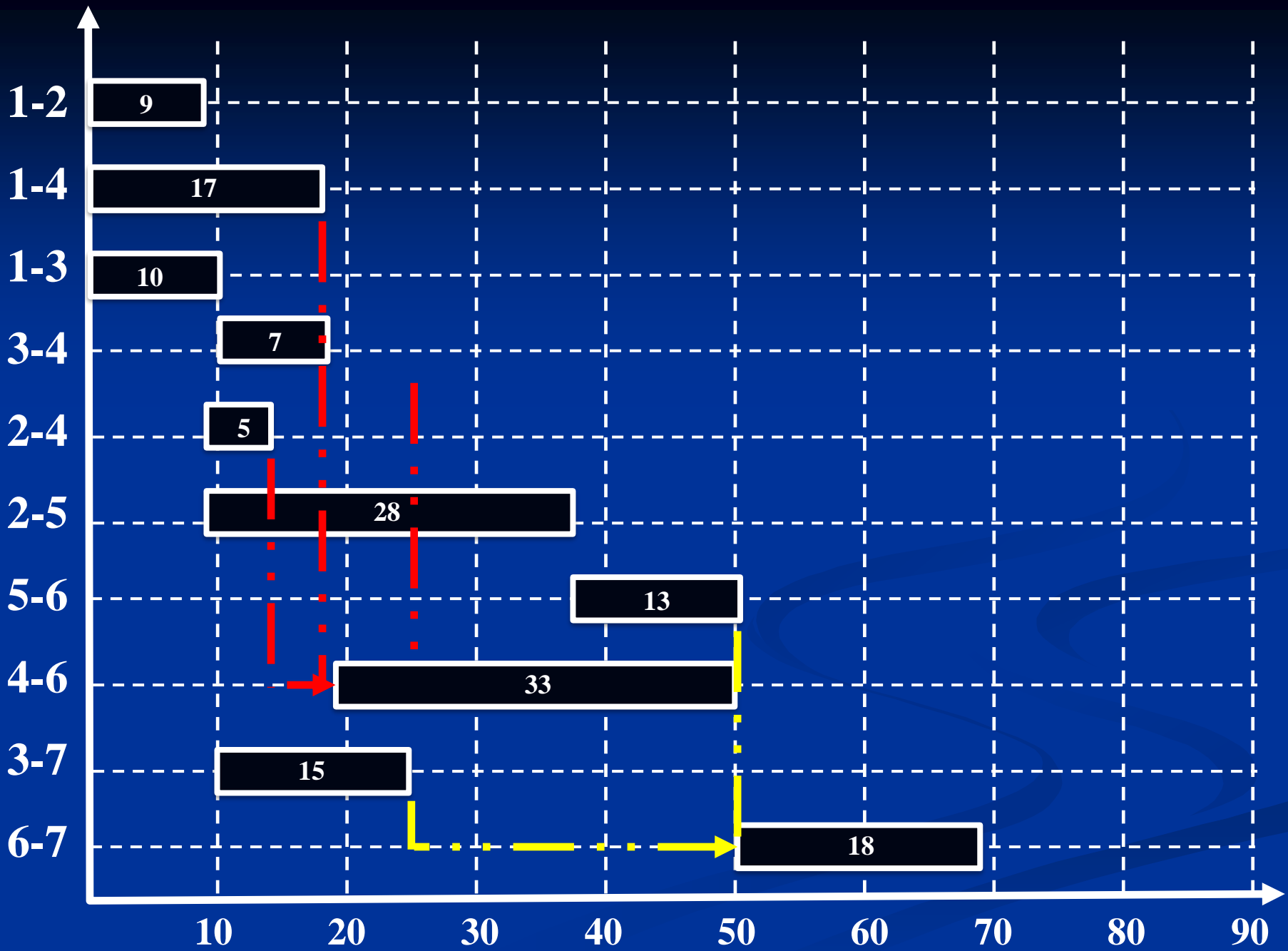
# ETAPAS DO PROCESSO

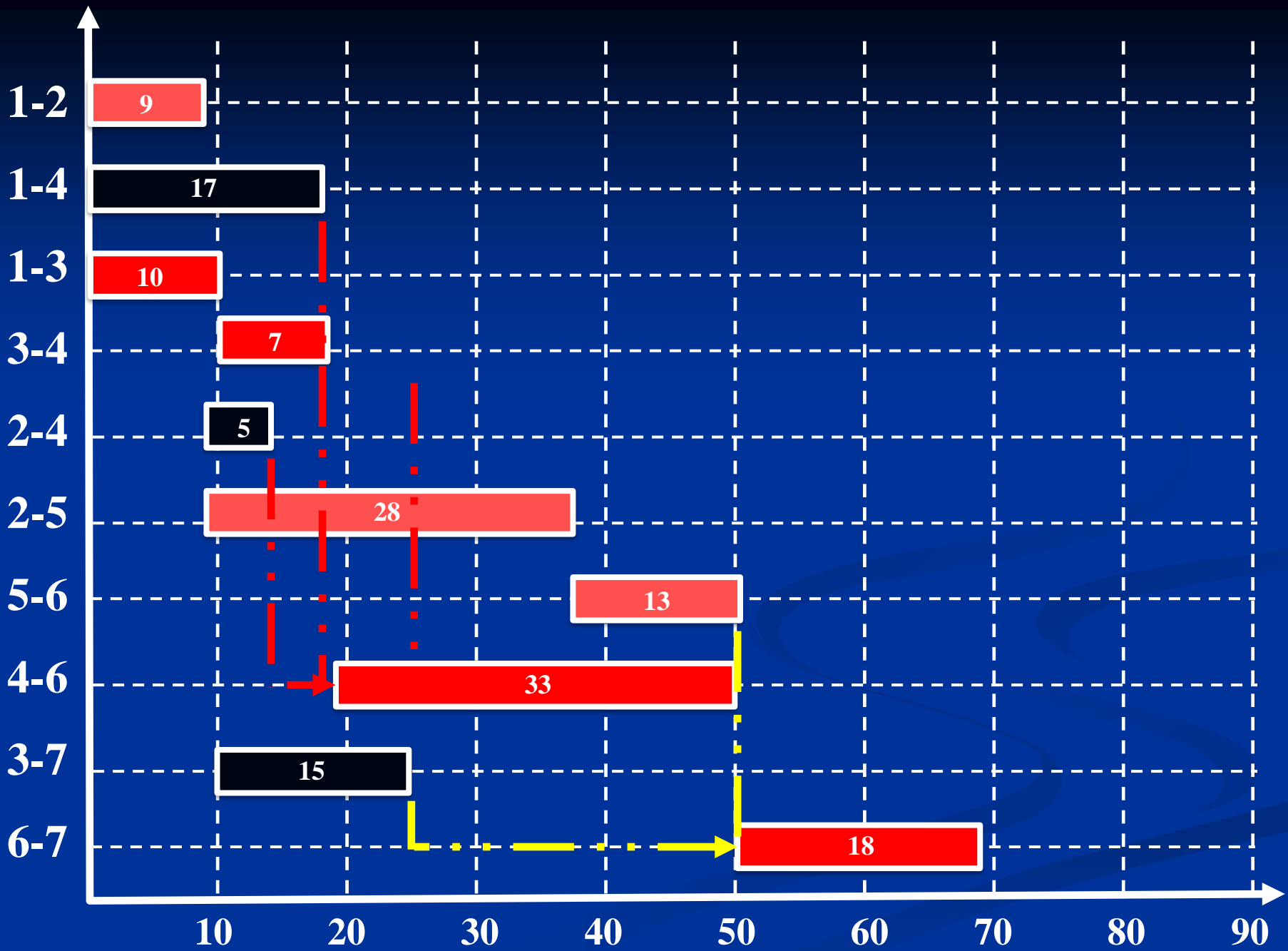
Atividades do Projeto		Duração (horas)		Quantidade de Recursos Exigidos				Custo (R\$) Execução	
				Soldadores		Auxiliares			
nós	atividades	normal	acelerado	N	A	N	A	N	A
1 ⇒ 2	1	10	9	2	3	3	4	400	520
1 ⇒ 3	2	15	10	2	3	2	3	600	760
1 ⇒ 4	3	20	17	3	4	1	2	380	450
2 ⇒ 4	4	05	4	1	2	3	4	560	660
2 ⇒ 5	5	30	28	2	3	2	3	800	1050
3 ⇒ 4	6	10	7	4	5	4	5	650	770
3 ⇒ 7	7	15	13	1	2	2	3	500	578
4 ⇒ 6	8	40	32	3	4	3	4	600	870
5 ⇒ 6	9	15	13	2	3	1	2	500	650
6 ⇒ 7	10	20	18	3	4	4	5	450	720

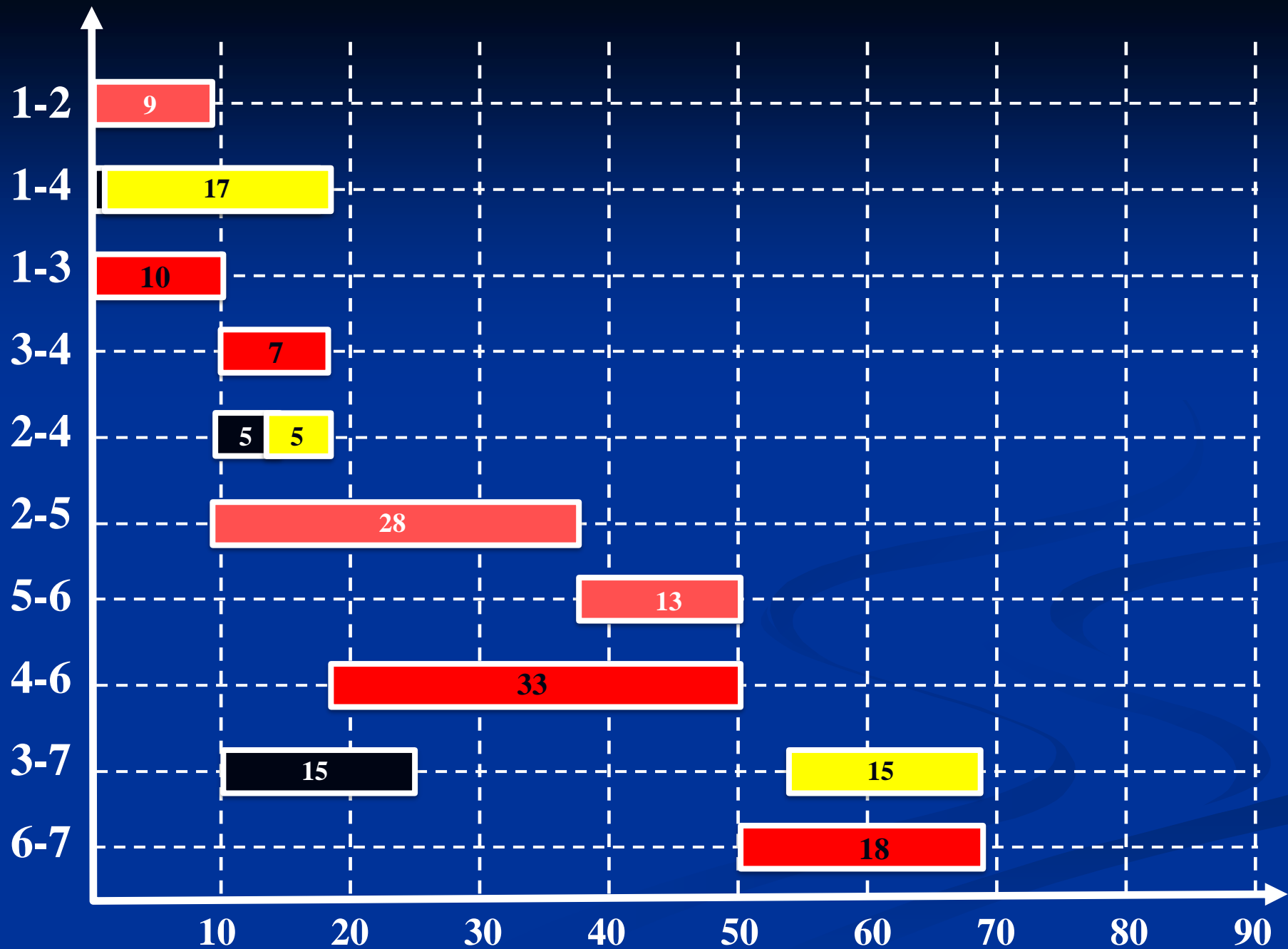
# Rede PERT



Custo adicional de R\$ 1.376,25







# Projetos, Equipamentos e Montagens

## EQUIPAMENTO DE GRANDE PORTE ESTUDO DE CASO: EMPILHADEIRA DE MINÉRIO

# EMPILHADEIRA DE MINÉRIOS

- As empilhadeiras são máquinas de grande porte, destinadas a formação de pilhas de minérios em pátios de estocagem.
- O empilhamento no pátio é feito por movimento contínuo de translação da empilhadeira e posições variáveis de giro e elevação da lança. O empilhamento é iniciado com a lança na posição mais baixa.
- A empilhadeira translada pelo caminho de rolamento, iniciando a formação da pilha segundo um programa pré-determinado de giro da lança, formando cordões adjacentes até completar uma camada. Quando a sonda na ponta da lança é atuada pelo material empilhado, a lança é elevada automaticamente. A empilhadeira continua transladando e depositando o material na pilha até a sonda ser novamente atuada, elevando a lança. Esta operação se repete até a lança atingir a elevação máxima de operação, quando então a pilha estará completamente formada.

# EMPILHADEIRA DE MINÉRIO





# PROCESSO DE FABRICAÇÃO

- A fim de facilitar a fabricação, bem como a elaboração do detalhamento do projeto, o equipamento é subdividido em grupos, ou seja, cada parte da Empilhadeira é trabalhada isoladamente.
- Logicamente que na adoção dessa filosofia, são consideradas todas as interfaces, quer seja no próprio equipamento como com os componentes externos, que interagirão com a Empilhadeira durante sua operação.
- Ao todo são 21 grupos, sub-divididos em parte estrutural, mecanismo e parte elétrica.
- Nosso foco principal está centrado na parte estrutural, composta pela Translação, Estrutura do Portal, Estrutura Giratória/Mastro, Lança, Tirantes da Lança, Contra-Lança, Tripper e Estruturas Auxiliares.
- Todos esses grupos somados representam 80% do peso total da Empilhadeira, ou seja, 385.641 Kg. de um peso total aferido do equipamento de 479.666 Kg. (sem contra-peso).
- O ciclo de fabricação de um equipamento de grande porte como esse, pode ser qualificado de médio prazo (aproximadamente 18 meses).

# MATÉRIA PRIMA

- Como há uma significativa demanda de matéria-prima na sua fabricação, adota-se a prática de providenciar previamente a aquisição desse material, de modo que não haja interrupção ou qualquer outro tipo de transtorno durante as etapas de fabricação.



# PROCESSO DE MONTAGEM

- Numa primeira etapa os componentes da Empilhadeira quando de sua fabricação na empresa e numa segunda etapa, obedecendo uma sequência de montagem desses conjuntos no local onde a Empilhadeira entrará em operação, chamado de pátio de estocagem de minérios.

# Conjunto de Translação da Empilhadeira

- Esses conjuntos consistem de truques motrizes e movidos, equalizadores intermediários e principais, rodas, eixos, etc, que compõem a base da Empilhadeira, tendo como função básica permitir o translado do equipamento pelo caminho de rolamento (trilhos).



Conjunto de Truques Motrizes e Movidos durante fabricação

# Conjunto de Equalizadores Intermediários e Principais



# Conjunto da Translação da Empilhadeira na linha de Montagem



# Estrutura do Portal

- Essa estrutura com formato de uma “estrela de 3 pontas”, extremamente robusta, montada sobre os equalizadores da translação, forma a base de sustentação de toda a Empilhadeira.



# Estrutura do Portal em fabricação (caldeiraria)





# Estrutura do Portal posicionada para usinagem



# Estrutura do Portal na pré-montagem de fábrica



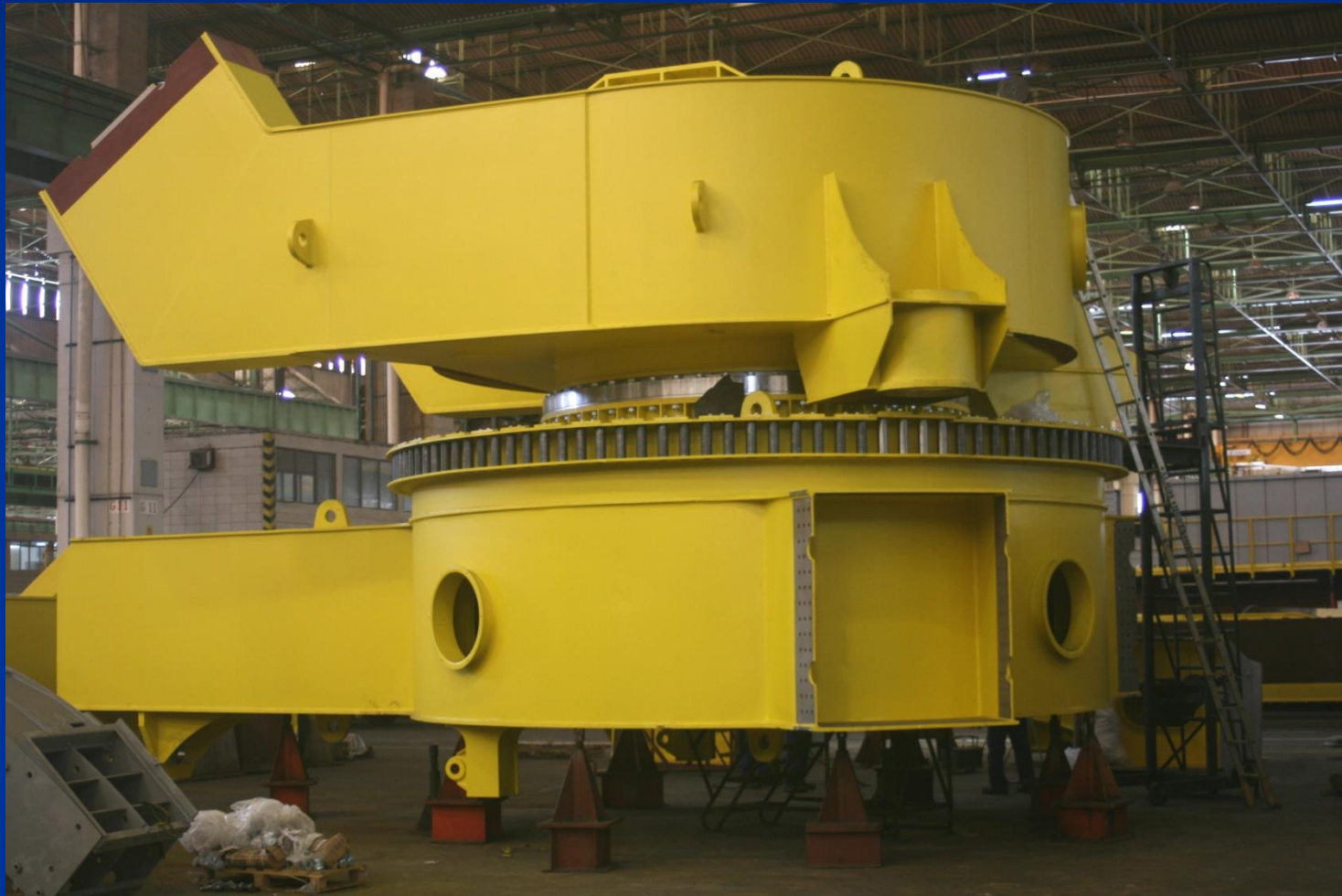
# Estrutura Giratória

- Essa estrutura apoiada sobre um rolamento com diâmetro de 3.200 mm, montado entre a Estrutura do Portal e a Estrutura Giratória, permite que a Empilhadeira tenha um giro total de  $270^\circ$ , sendo  $135^\circ$  para cada lado.
- Nessa estrutura são montados dois redutores que executam esse giro através de um pinhão e uma cremalheira de pinos.



Estrutura Giratória durante a fabricação

# Estrutura Giratória na pré-montagem de fábrica juntamente com a Estrutura do Portal



# Mastro em fabricação e conjunto dos Mastros na pré-montagem de fábrica



# Sequência dos componentes estruturais da Empilhadeira na montagem no canteiro de obras



Estrutura Giratória sendo montada sobre Estrutura do Portal e o Conjunto da Translação, compondo a base de sustentação da Empilhadeira

# Estrutura treliçada longitudinal sendo posicionada sobre estrutura sustentação do *Tripper*



Produtos podem ser identificados individualmente

Variedade  
Volume de Produção  
Elevado  
Reduzido

+ / + ←      + / -  
+ / + ←      -

Distinção – produção em massa  
Diferenciação – Grandes Projetos



O padrão de competitividade mundial alterou o modo no qual um produto é fabricado, assim como o tipo de produção. A indústria atualmente está focada na produção de produtos customizados, mais do que produzir produtos em larga escala.  
VIANA, D. S.; PULINI, I. C. and MARTINS, C. B. Using Multiobjective Genetic Algorithm and Multicriteria Analysis for the Production Scheduling of a Brazilian Garment Company. Intech open science. Chapter 1. 2013.

Contínua (fluxo) ←  
ênencia de operações nas  
processo por tarefas –  
cação (exemplo: fábrica

Projetos	
Capa	

de móveis de cozinha por encomenda, ferramentaria, fábrica de máquinas especiais). Arranjo físico por processo ou funcional – Carta **Multi-processo & Diagrama de relacionamento**.  
**Intermitente ou descontínua** – natureza do fluxo de materiais – (função processo)  
**Discreta** – natureza dos produtos





### “CONSENSO ESTRATÉGICO”

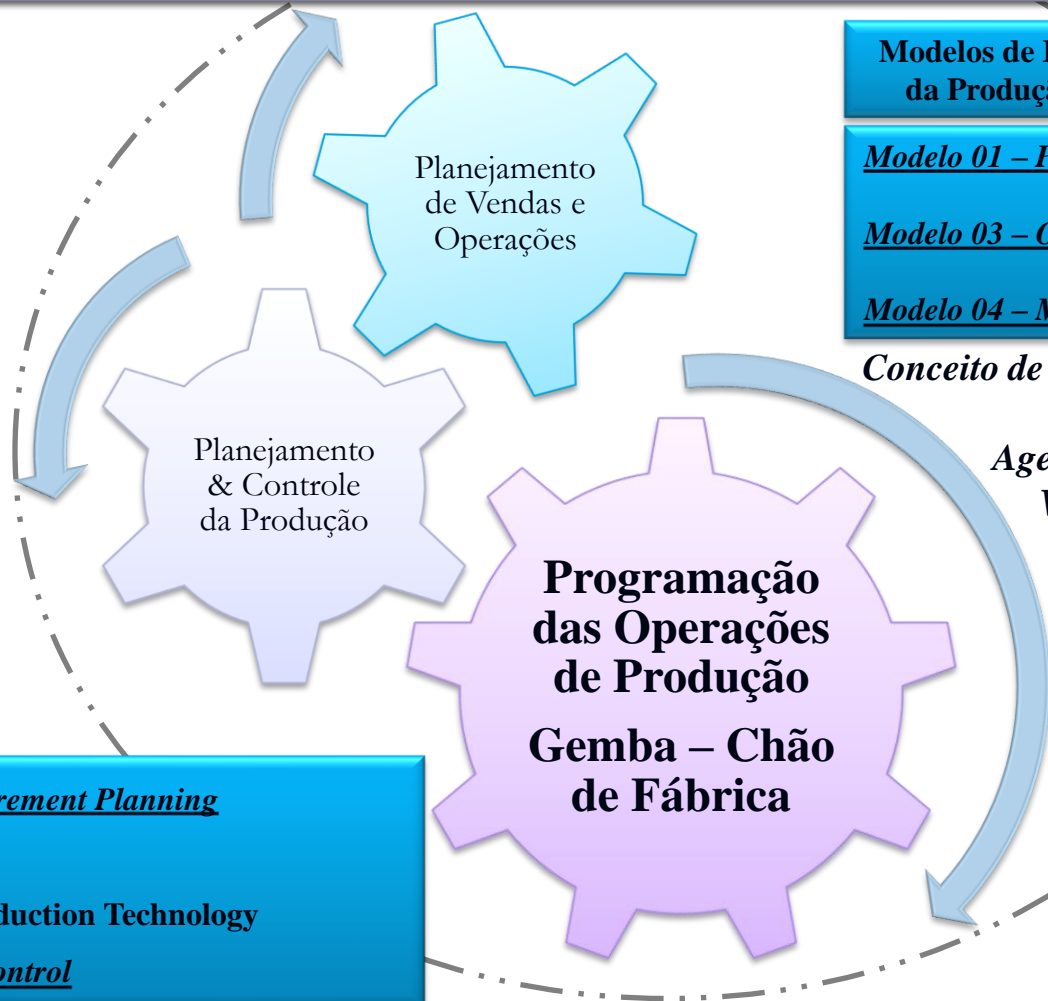
Em relação aos investimentos estruturais e políticas infra estruturais, Kim e Mauborne (1998) observam que a percepção de equidade dos envolvidos no processo produtivo sobre os procedimentos que governam esses elementos influencia diretamente no Consenso Estratégico.

Cloud Computing – A New Paradigm in Digital Manufacturing and Design Innovation

KIM, W. C; MAUBORGNE, R. *Procedural justice, Strategic Decision Making, and the knowledge economy. Strategic Management Journal*, v. 19, p. 323 – 338, 1998.



beijunka (平準化)



Modelos de Integração – Planejamento e Controle da Produção a uma Estratégia de Manufatura

Modelo 01 – Pires (1995)

Modelo 03 – Oliver Wight (2007)

Modelo 04 – Michael E. Porter

Conceito de colaboração no contexto do S&OP  
Cloud Computing  
Agent Based Manufacturing Systems)  
Web Based Manufacturing Systems  
Distributed Manufacturing



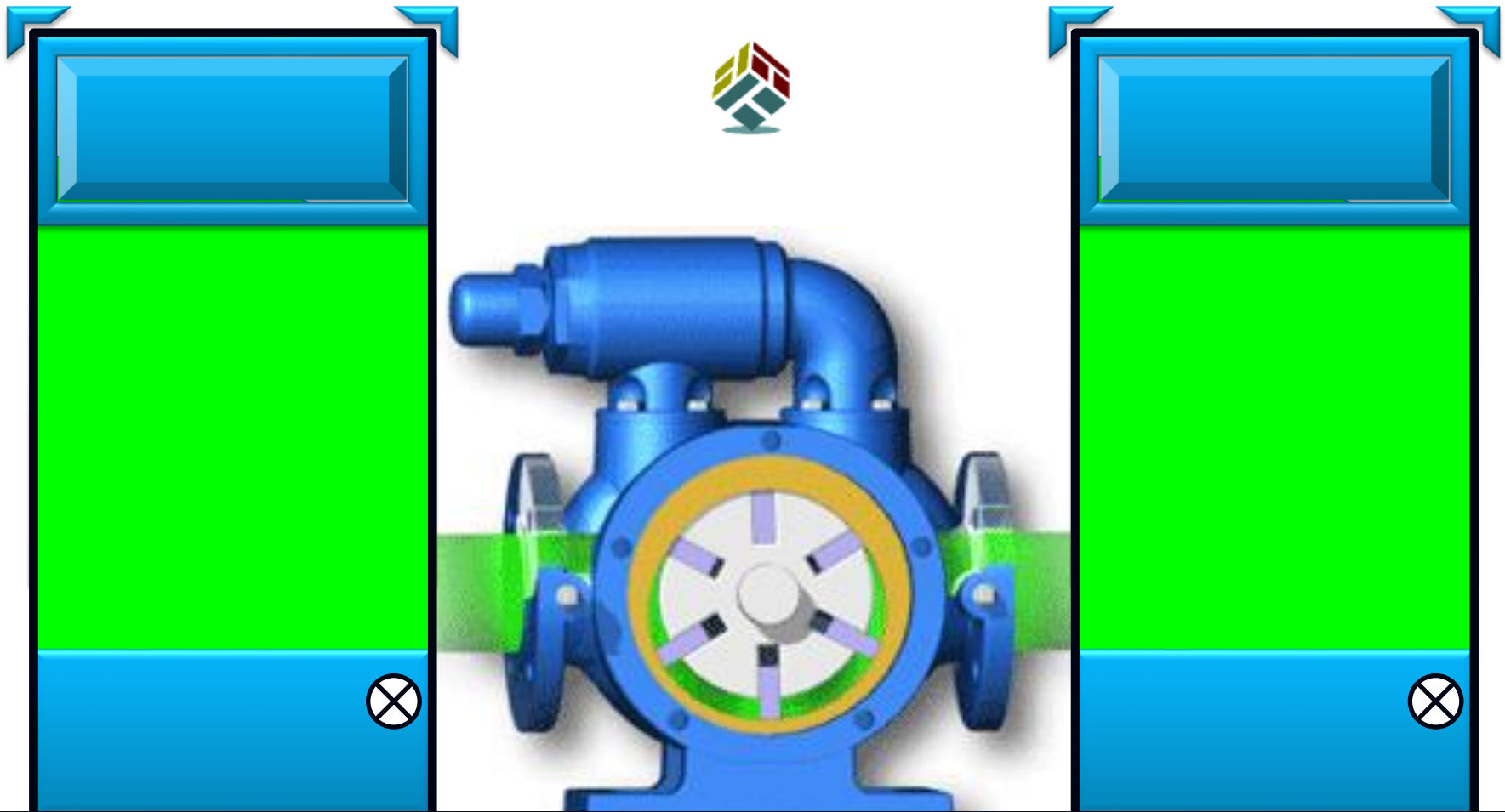
MRP – Material Requirement Planning  
JIT – Just in Time  
OPT – Optimized Production Technology  
PBC – Period Batch Control

# Há perdas de tempo no fluxo?



O par de engrenagens que rodam no interior de um compartimento estreito. O óleo é colocado de um lado do compartimento e transportado em torno da área exterior entre os dentes de engrenagem e para fora do ponto de descarga no lado oposto.

# Há perdas de tempo no fluxo?



O fluido é colocado no compartimento e é transportado em torno dele, nas palhetas do ponto de descarga, local onde é forçado a sair. **Esses modelos são ainda mais eficientes em comparação às bombas de engrenagens.**

**OBRIGADO!**

**“Aos poucos, com a troca de conhecimento e experiências avançamos eliminando as nuvens que tornaram nossos caminhos nebulosos no passado”**

**USP – Universidade de São Paulo  
Escola de Engenharia de São Carlos  
Departamento de Engenharia de Produção**