

# CAPACITA CIVIL

## TREINAMENTOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Aula 01 – Fundamentos de “Planejamento de Obras de Edificações”

Prof. Luis Cândido

Promoção



**CREA-CE**  
Conselho Regional de Engenharia  
e Agronomia do Ceará

Realização



Fundação  
**Demócrito Rocha**  
37 anos

# Agenda

---

**1. Apresentação do curso**

**2. Fundamentos de**  
**Planejamento de Obras**





# Fundamentos de Planejamento de Obras



## Conceitos e generalidades

- O ato de planejar é definido como o projeto do que se deseja no futuro e das formas eficientes para alcançá-lo (ACKOFF, 1970)
- O planejamento é um processo contínuo que visa não à previsão, mas a viabilização do gerenciamento do futuro (WILSON, 1976).
- Não é um definitivo, mas um relevante a um tempo e circunstâncias determinadas (WILSON, 1976).
- O planejamento consiste de pensar os trabalhos da obra antes do seu início, de tal forma que sejam escolhidos os métodos construtivos e os meios de produção mais adequados considerando as condicionantes internas e externas à empresa (GEHBAUER, 2002)

## Conceitos e generalidades

- Engloba todas as ações necessárias para se executar um projeto (LAUFER, 1990):

Tomada de decisão

Antecipação da decisão de quais ações serão necessárias e de como fazê-las

Integração das decisões interdependentes em um sistema;

Hierarquização, evoluindo-se de diretrizes gerais a objetivos, meios e restrições;

Busca de informações, desenvolvimento, análise, avaliação e escolha de alternativas

Emprego de procedimentos e técnicas formais;

Apresentação dos Planos

Implementação dos Planos

## Conceitos e generalidades

**O planejamento pretender definir (LAUFER; TUCKER, 1987; ACKOFF, 1970):**

- O que deve ser feito (objetivos, metas e suas atividades necessárias)
- Como deve ser desempenhado (políticas, programas, procedimentos e práticas necessários aos fins)
- Quem e com que meios deve fazê-lo (recursos: mão-de-obra e materiais, suas quantidades, origem e alocação)
- Quando se deve ser realizado (sequenciamento e cronograma)
- O que restringe sua execução (implementação)
- Como garantir seu bom desempenho (previsão e prevenção de erros)

## Conceitos e generalidades

### **Critérios de qualidade (BØLVINKEN; ASLESEN; KOSKELA, 2015):**

- Ser completo, ou seja, todas as atividades a serem desenvolvidas estarem bem delimitadas e especificadas;
- Ter durações de projeto e lógica de programação eficientes, possibilitando um bom fluxo de produção (suave e constante);
- Contemplar o layout de produção – ou seja, utilização racional do espaço;
- Detalhamento adequado, conforme horizonte de planejamento e variabilidade;
- Estrutura e layout de fácil entendimento;
- Quantidade otimizada de buffers (sem excesso ou escassez, apenas capazes de lidar com a variabilidade);
- Explicitação e observação de intervenientes internos e externos

## Conceitos e generalidades

### Premissas para um bom planejamento

- Necessidade do plano
- Seu horizonte de tempo
- Sua antecedência de preparação
- Seu nível de detalhe serem condizentes com o tipo de plano a ser realizado
- Estrutura e nível organizacional ao qual será implementado
- Nível de incerteza existente (LAUFER; HOWELL, 1993)
- Enfoque na qualificação, orientação e motivação de todas as partes envolvidas na obra, em vez da técnica de planejamento (LAUFER; HOWELL, 1993).



## Conceitos e generalidades

### Premissas para um bom planejamento

- O planejador deve ainda se atentar para
  - Construtibilidade
  - O pessoal
  - As estratégias contratuais
  - Os métodos de trabalho
  - A qualidade e segurança
  - Ênfase do esforço de planejamento para este processo em si, e não para o processo de controle (LAUFER; HOWELL, 1993), ou seja, o planejador deve pensar na melhor forma de se fazer a obra, em vez de se limitar à requisitos de controle.

## Conceitos e generalidades

### Premissas para um bom planejamento

- Deve-se considerar a natureza dos processos de produção não apenas como processos de transformação, mas como fluxos de trabalho, materiais e informações, e todas as atividades necessárias à realização dessa transformação, como o fornecimento, transporte, estocagem, entre outros (FORMOSO et al., 2001).
- O planejamento, ainda, deve ser contínuo ao longo da obra em que o controle não deve guiar a execução, mas servir para coleta de dados para análise da realidade (LAUFER; TUCKER, 1987)
- Frequência de revisões deve ser adaptada para ambos os seus horizontes de planejamento e nível de gerência ao qual será útil (LAUFER; HOWELL, 1993)

## Conceitos e generalidades

### Premissas para um bom planejamento

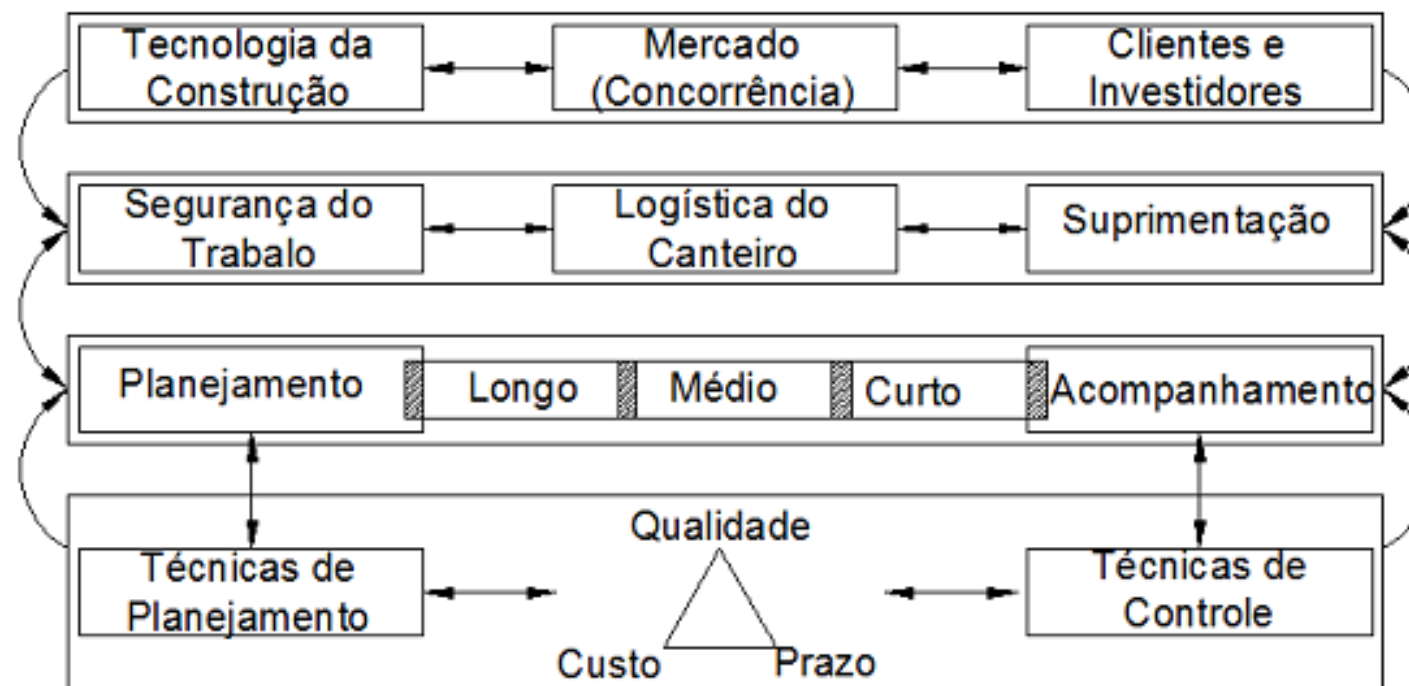
Deve ter como princípios (LAUFER *et al.*, 1994):

- **Abrangência/Compreensão:** o planejamento eficaz requer vários planos e diversos formatos;
- **Hierarquia:** o planejamento eficaz aborda inúmeros objetivos para vários usuários;
- **Continuidade:** o planejamento eficaz requer vários momentos (timing) e diversos horizontes de tempo;
- **Princípio da Cooperação:** o planejamento eficaz requer inúmeros participantes e vários modos de preparação.

## Conceitos e generalidades

### Premissas para um bom planejamento

- Conhecer os fatores que interferem no planejamento



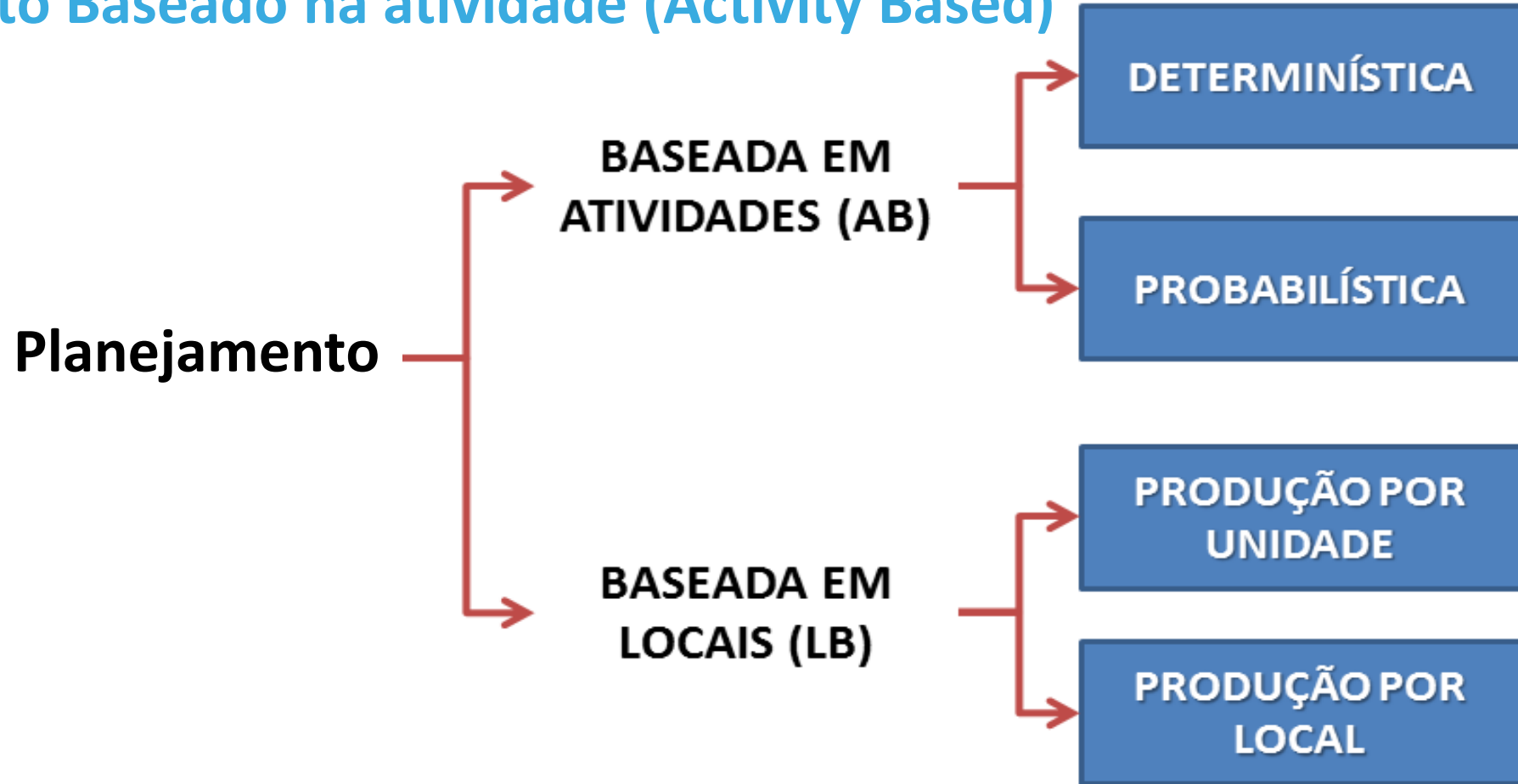
Fonte: Queiroz, Cândido e Barros Neto (2015)



# Tipos de planejamento

# Tipos de Planejamento

## Planejamento Baseado na atividade (Activity Based)



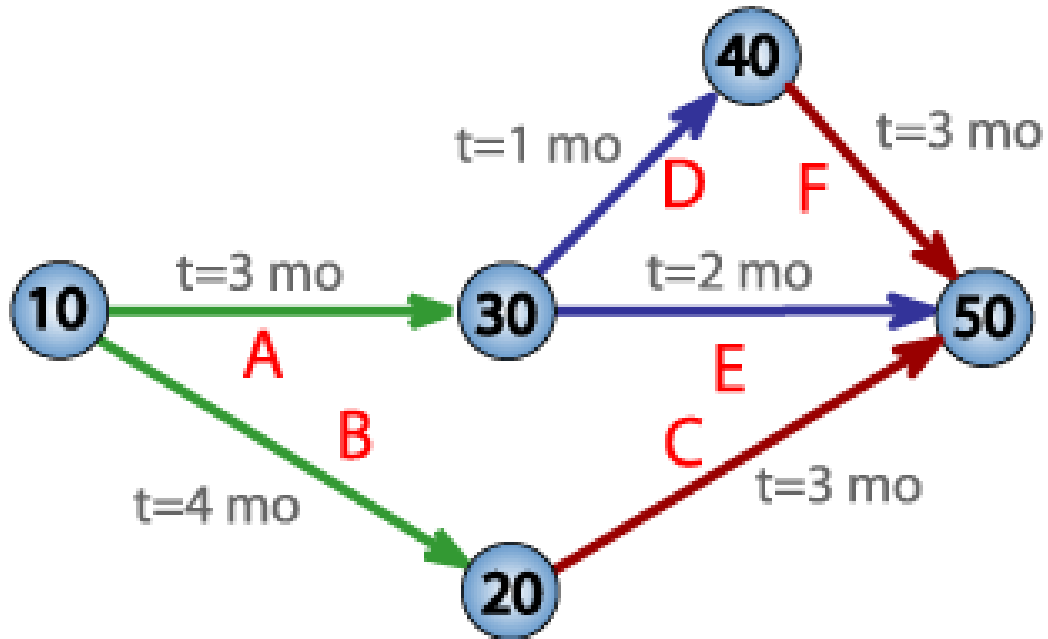
Fonte: Kenley e Seppänen (2009).

## Planejamento Baseado na atividade (Activity Based)

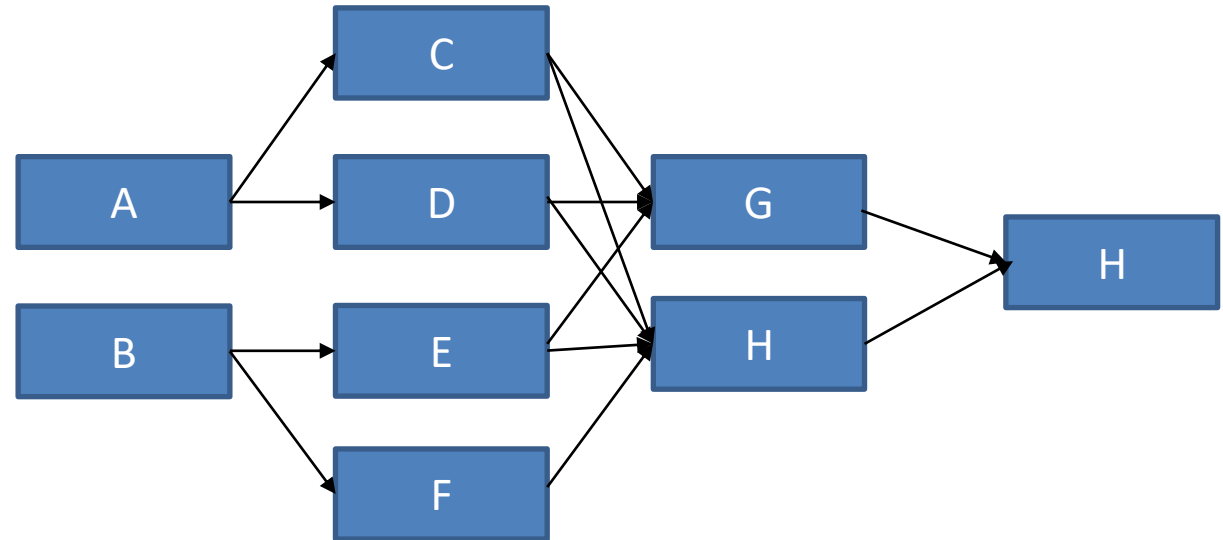
- **Activity Based Scheduling** (AB, programação baseada na atividade) é a abordagem de programação dominante na área de gerenciamento.
- Surgiu nos anos 1950, a partir da criação **do método do caminho crítico (Critical Path Method, CPM)** em pesquisas para melhorar a produção da indústria E.I. Du Pont de Nemours (DuPont), sua epistemologia, entretanto, foi proposta apenas nos anos 2000 (KENLEY; SEPPÄNEN, 2009).
- A fundamenta na criação de redes lógicas de atividades com **durações determinísticas** e/ou **probabilísticas**, formada por mapas de atividades ligadas por relações lógicas, sendo cada uma livre para se mover ao longo do tempo, desde que mantenha sua **rede de precedência** (KENLEY; SEPPÄNEN, 2009).

## Planejamento Baseado na atividade (Activity Based)

Ex. Gráfico do Método das flechas



Ex. Gráfico do Método dos nós



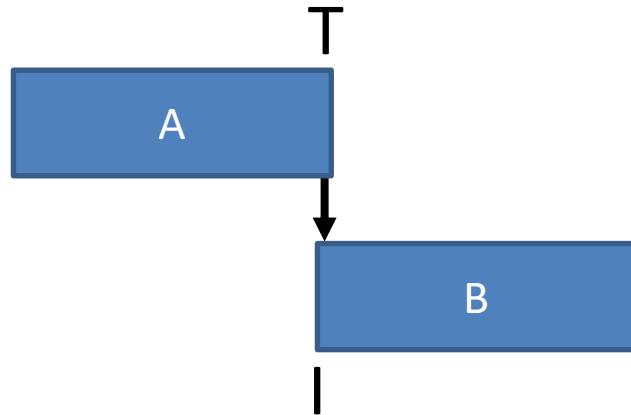




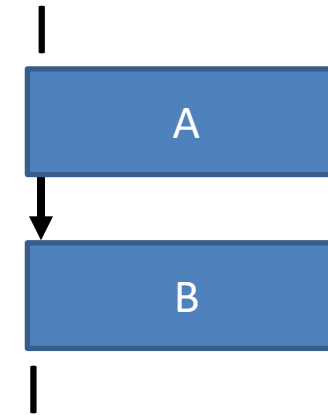
# Tipos de Planejamento

## Planejamento Baseado na atividade (Activity Based)

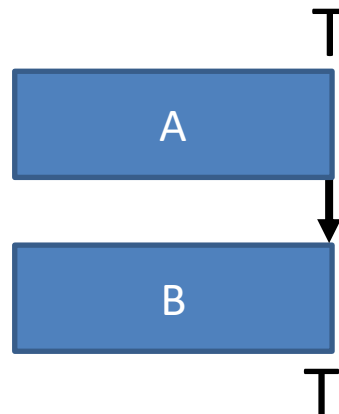
### Término-início



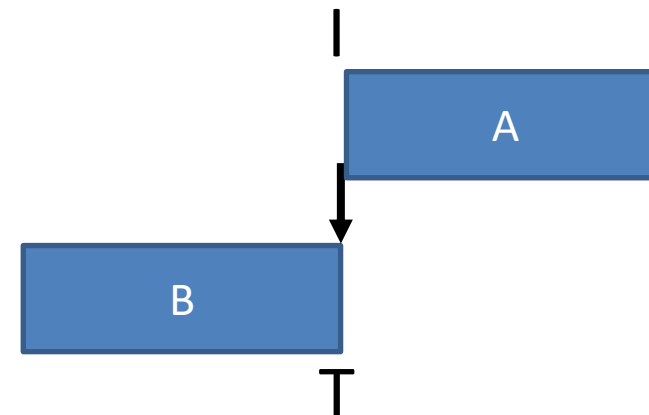
### Início-início



### Término-término



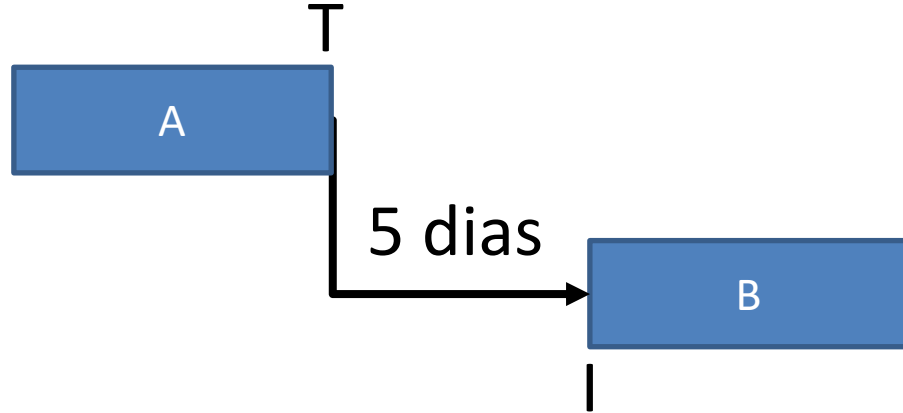
### Início-Término



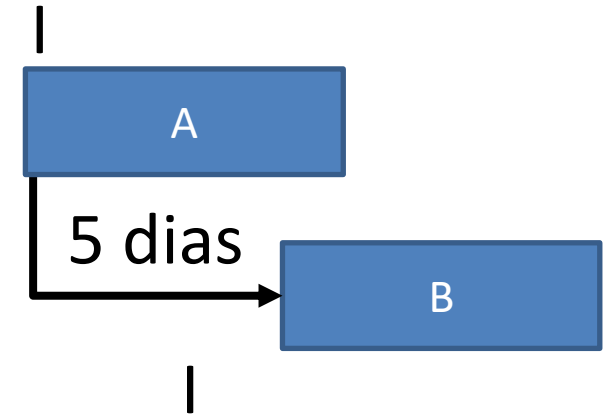
# Tipos de Planejamento

## Planejamento Baseado na atividade (Activity Based)

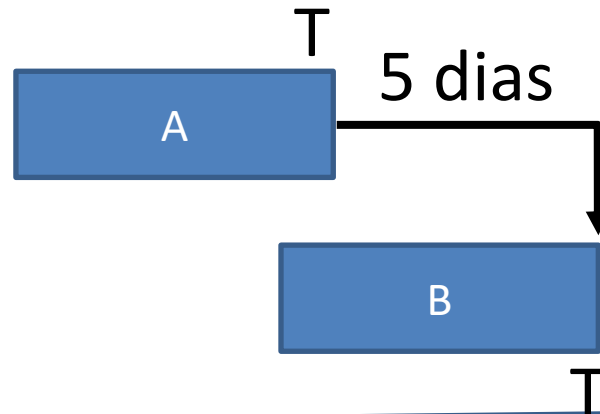
### Término-início



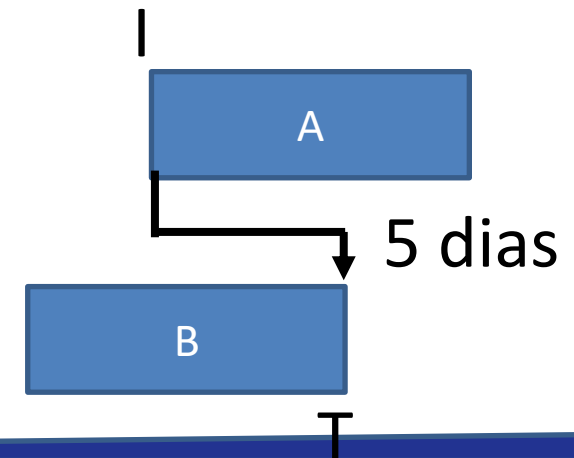
### Início-início



### Término-término



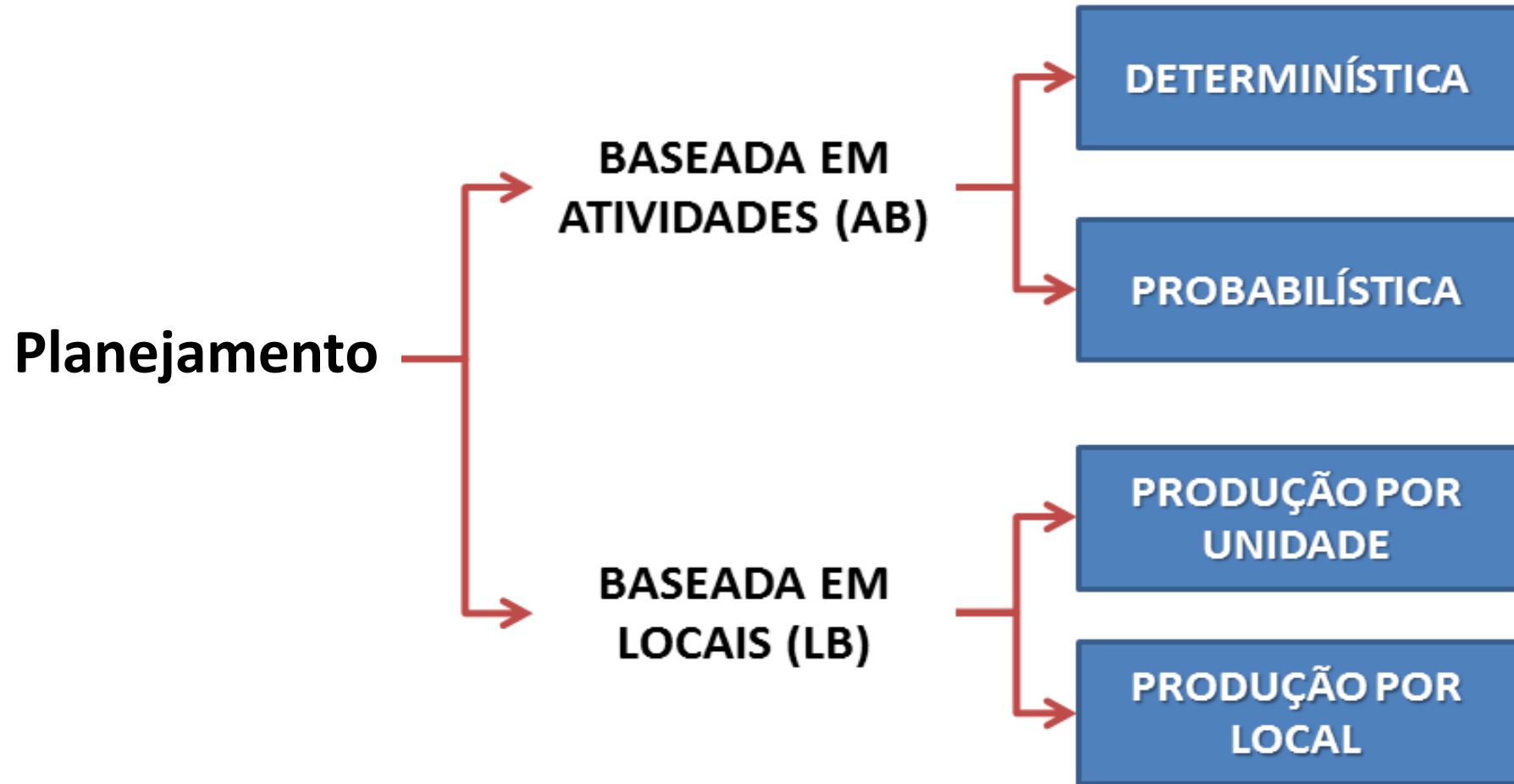
### Início-Término



## Planejamento Baseado na atividade (Activity Based)

- Dessa forma, o foco da programação baseada em atividades é na **atividade** e na **rede lógica construída ao se conectarem a atividades** (KENLEY; SEPPÄNEN, 2009), cujos principais métodos são:
  - Método do caminho crítico (Critical Path Method, CPM): duração determinística
  - Técnica de avaliação e revisão de programas (Program Evaluation and Review Technique, PERT): duração probabilística

# Tipos de Planejamento



**Fonte:** Kenley e Seppänen (2009).

## Planejamento baseado no local (Location based)

- Desenvolvida no início do século XX, a programação baseada nos locais das atividades (*Location Based Scheduling*, LBS) é uma abordagem que **envolve atividades repetitivas**, mas que **se preocupa com o movimento dos recursos pelos locais das atividades**, ou seja, em vez de focar na repetição, foca-se nas “tarefas” (atividades agregadas em várias unidades/locais de produção) que se repetem em diferentes lugares (KENLEY; SEPPÄNEN, 2009).

## Planejamento baseado no local (Location based)

- Permite melhor integração do planejamento, uma vez que pensa nos locais e nas atividades conjuntamente
- Entre as técnicas que se utilizam da metodologia estão:
  - Linha de Balanço
  - Location Based Management System (LBMS, em português, Sistema de Gerenciamento Baseado em Locais)
- Subdividem-se, ainda, em duas diferente abordagens
  - Unit Production (Produção por Unidade)
  - Location Production (Produção por Locais).

**Fonte:** Kenley e Seppänen (2009).

## Planejamento baseado no local (Location based)

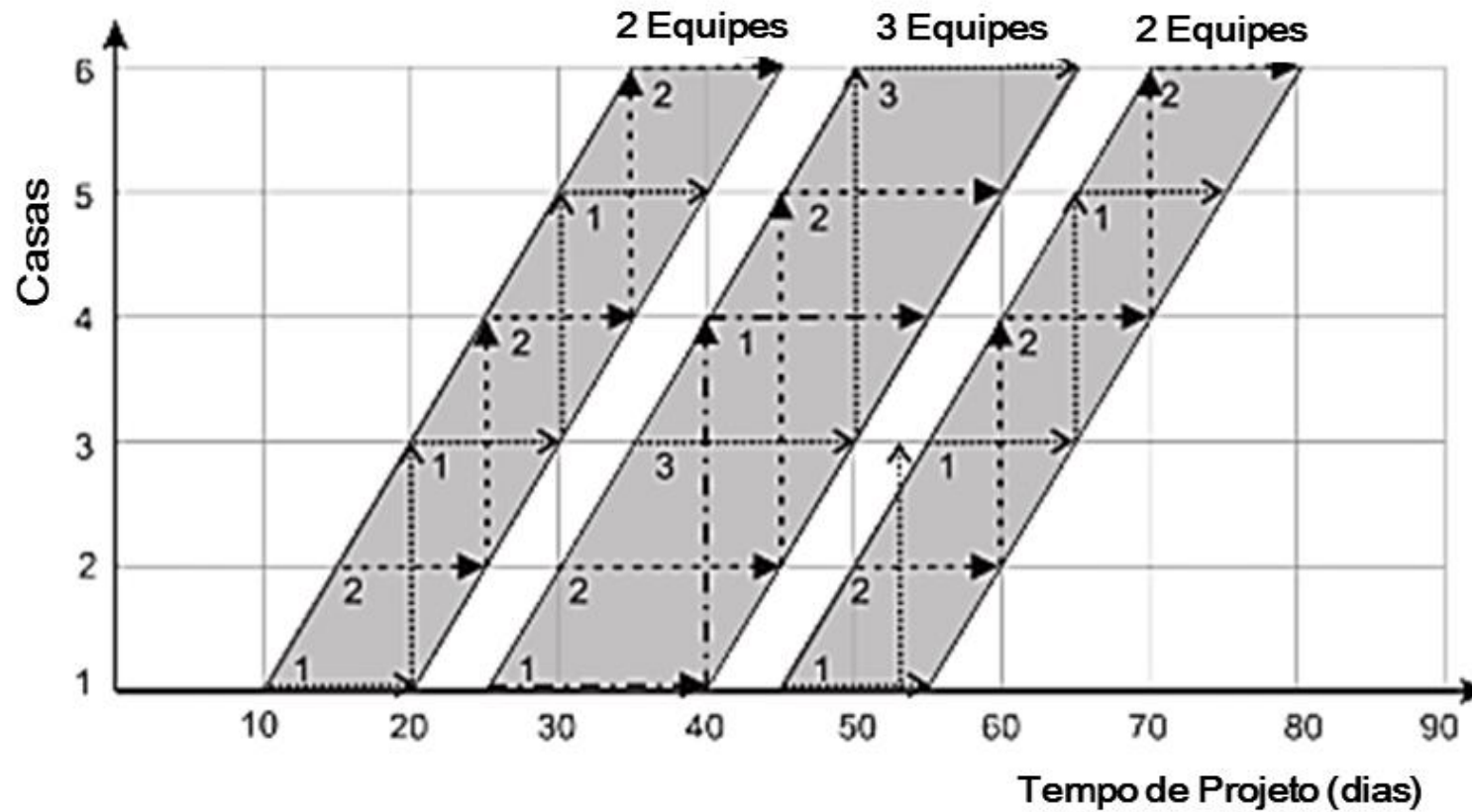
### Unit Production (Produção por Unidade) (KENLEY; SEPPÄNEN, 2009):

- A técnica da **Linha de Balanço** (Line of Balance, LOB) é considerada um Planejamento baseado no local do tipo produção por unidade
- Foca a taxa de produção das atividades em determinada unidade (física, uma casa, por exemplo) ao longo de um período de tempo, visando o melhor equilíbrio e fluxo entre essas unidades



## Planejamento baseado no local (Location based)

Unit Production (Produção por Unidade) (KENLEY; SEPPÄNEN, 2009):



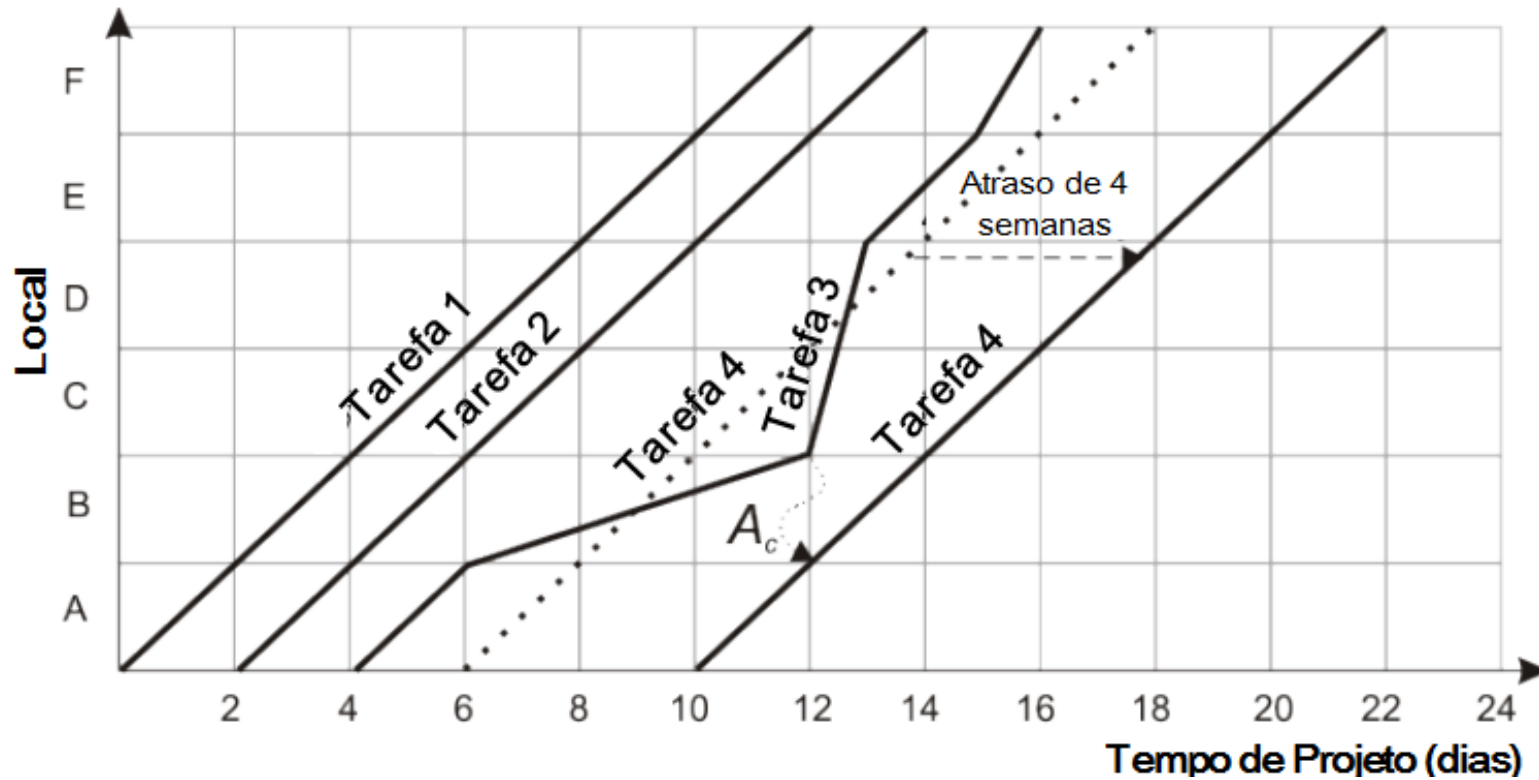
## Planejamento baseado no local (Location based)

### Location Production (Produção por Locais) (KENLEY; SEPPÄNEN, 2009):

- Foca na distribuição da produção dentro das unidades, em diferentes locais.
- Cada tarefa é representada por uma linha de fluxo, cuja construção se dá conforme a completude da tarefa em um local.
- Usa a estrutura hierárquica dos locais (*Location Breakdown Structure*, LBS) para a organização do fluxo de trabalho

## Planejamento baseado no local (Location based)

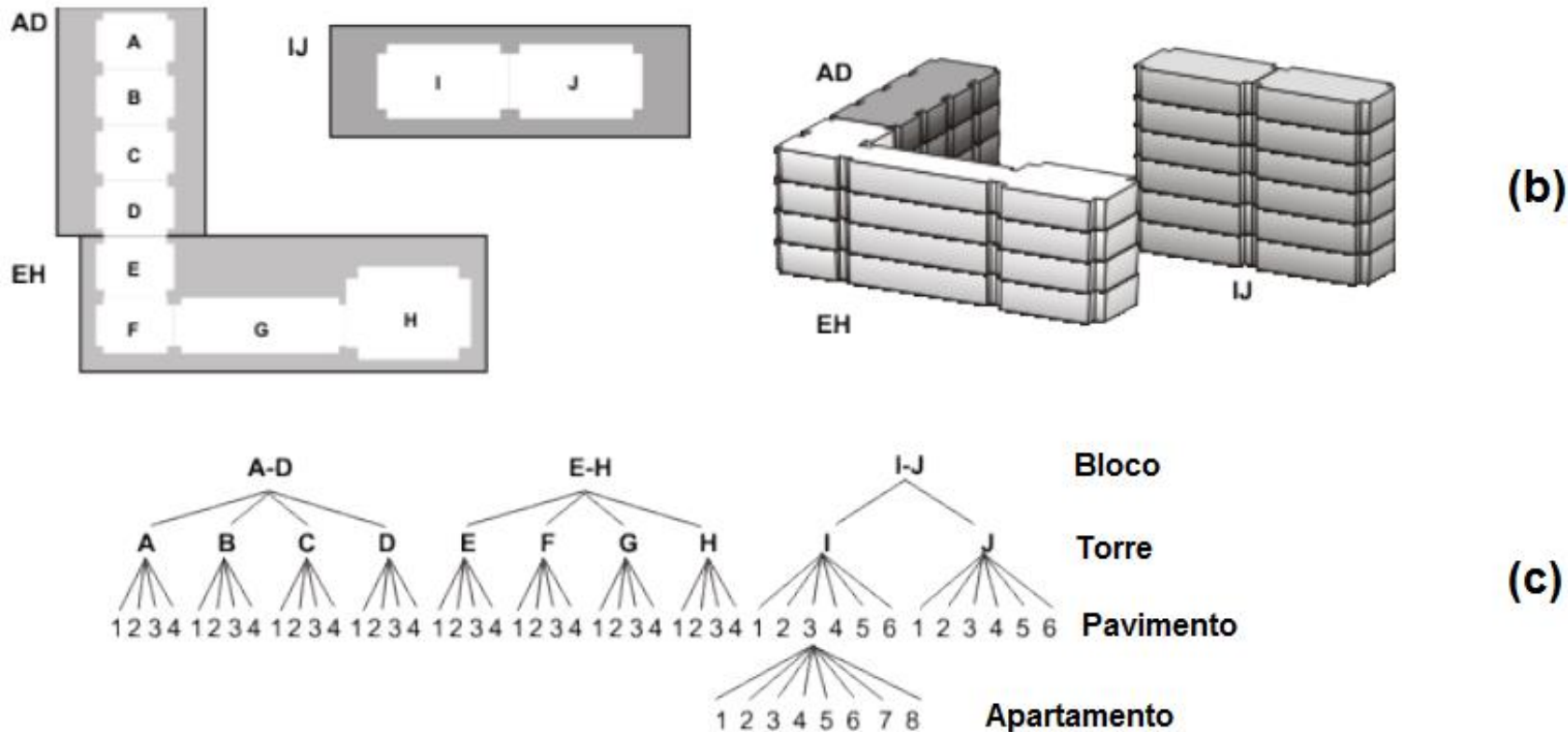
Location Production (Produção por Locais) (KENLEY; SEPPÄNEN, 2009):

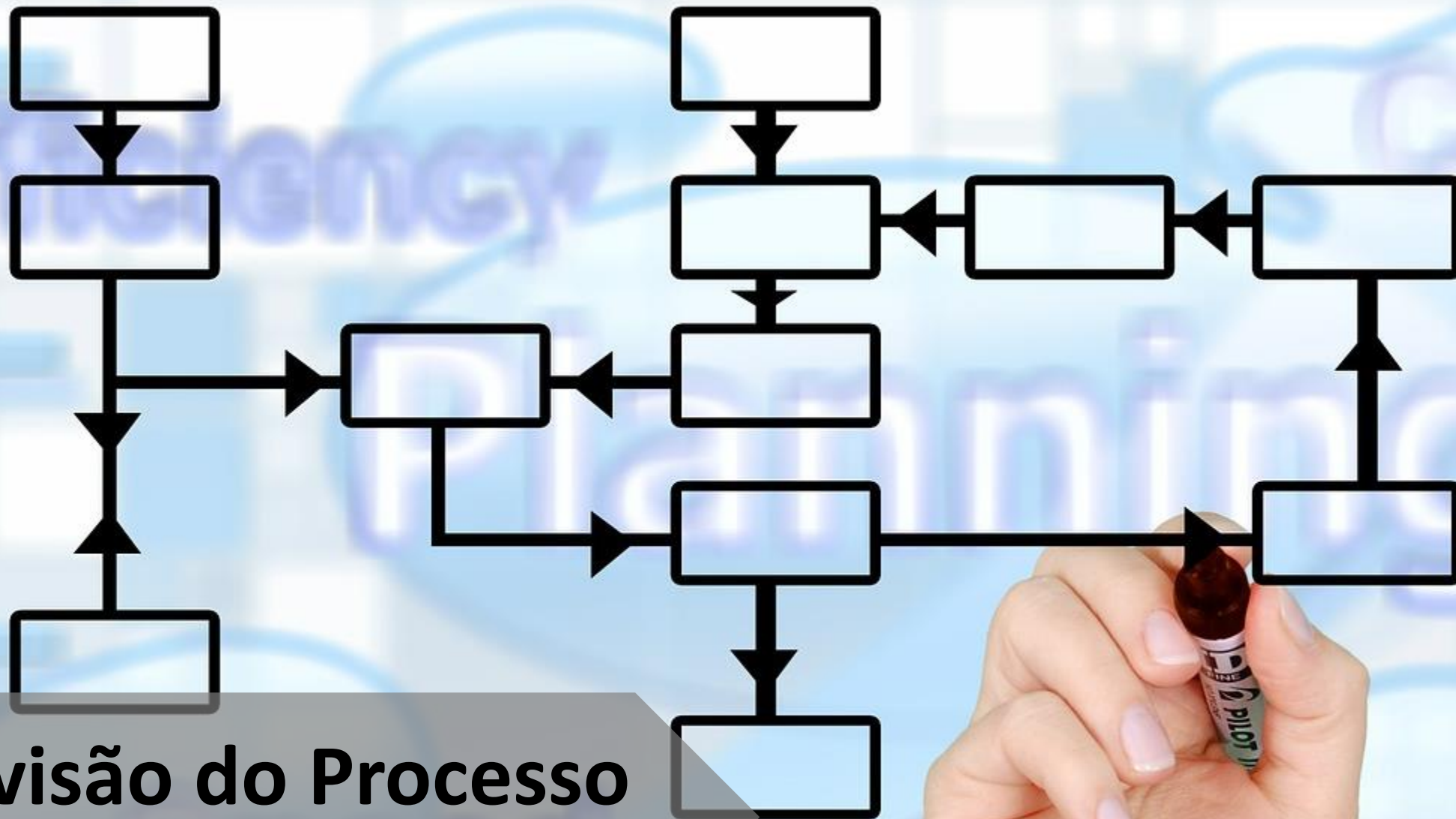


(a)

## Planejamento baseado no local (Location based)

Location Production (Produção por Locais) (KENLEY; SEPPÄNEN, 2009):

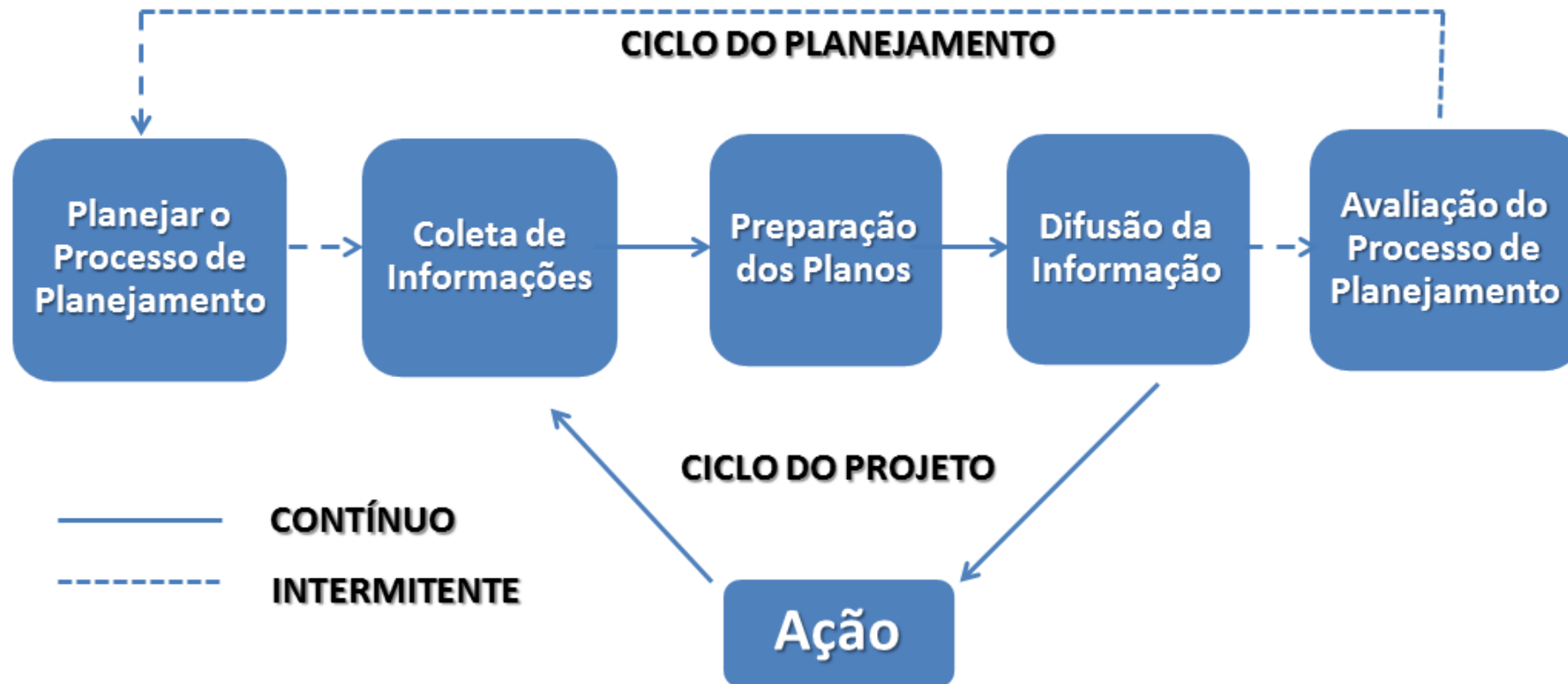




**Uma visão do Processo de Planejamento**

# Uma Visão do Processo de Planejamento

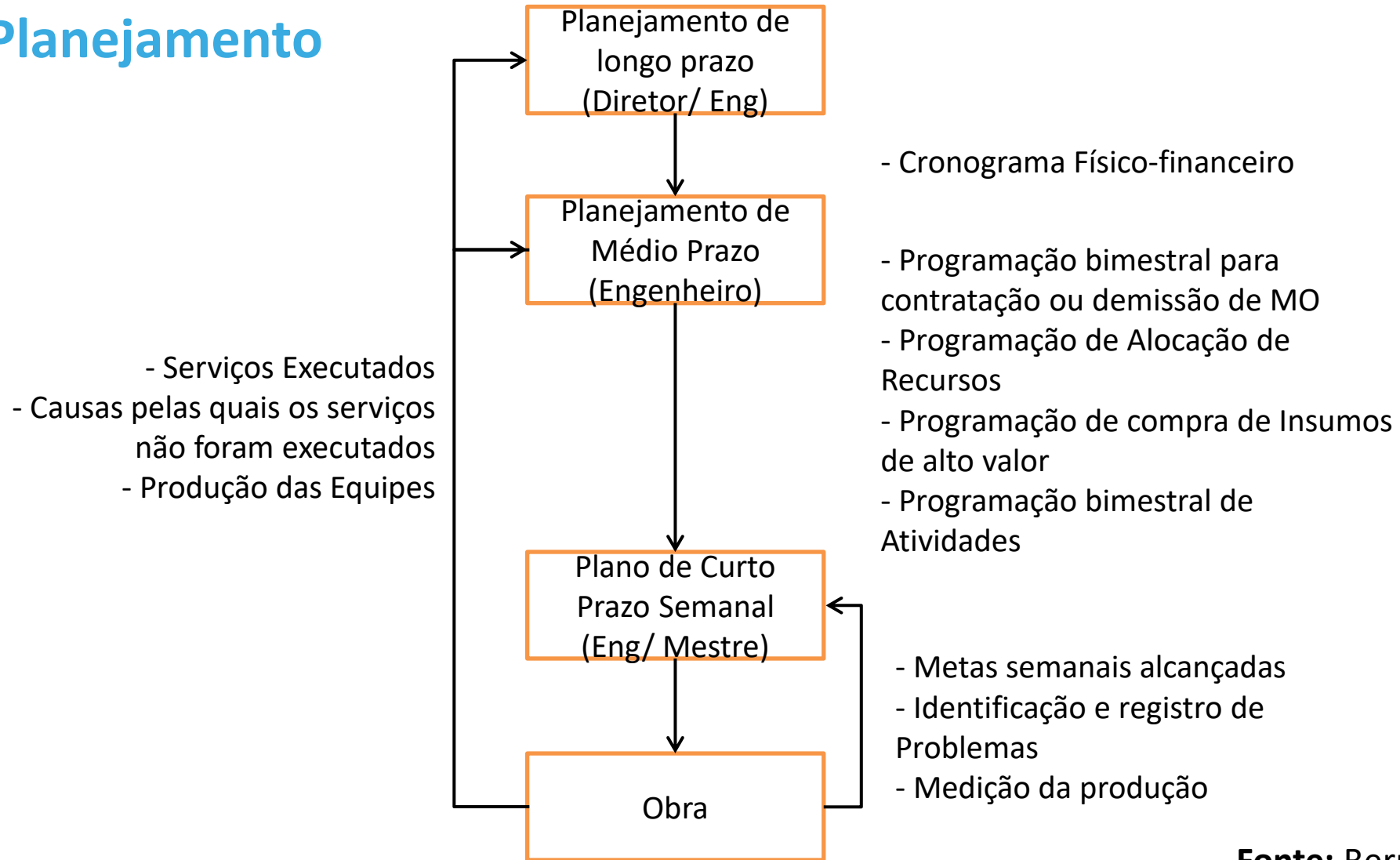
## Etapas do Planejamento



Fonte: Laufer e Tucker (1987).

# Uma Visão do Processo de Planejamento

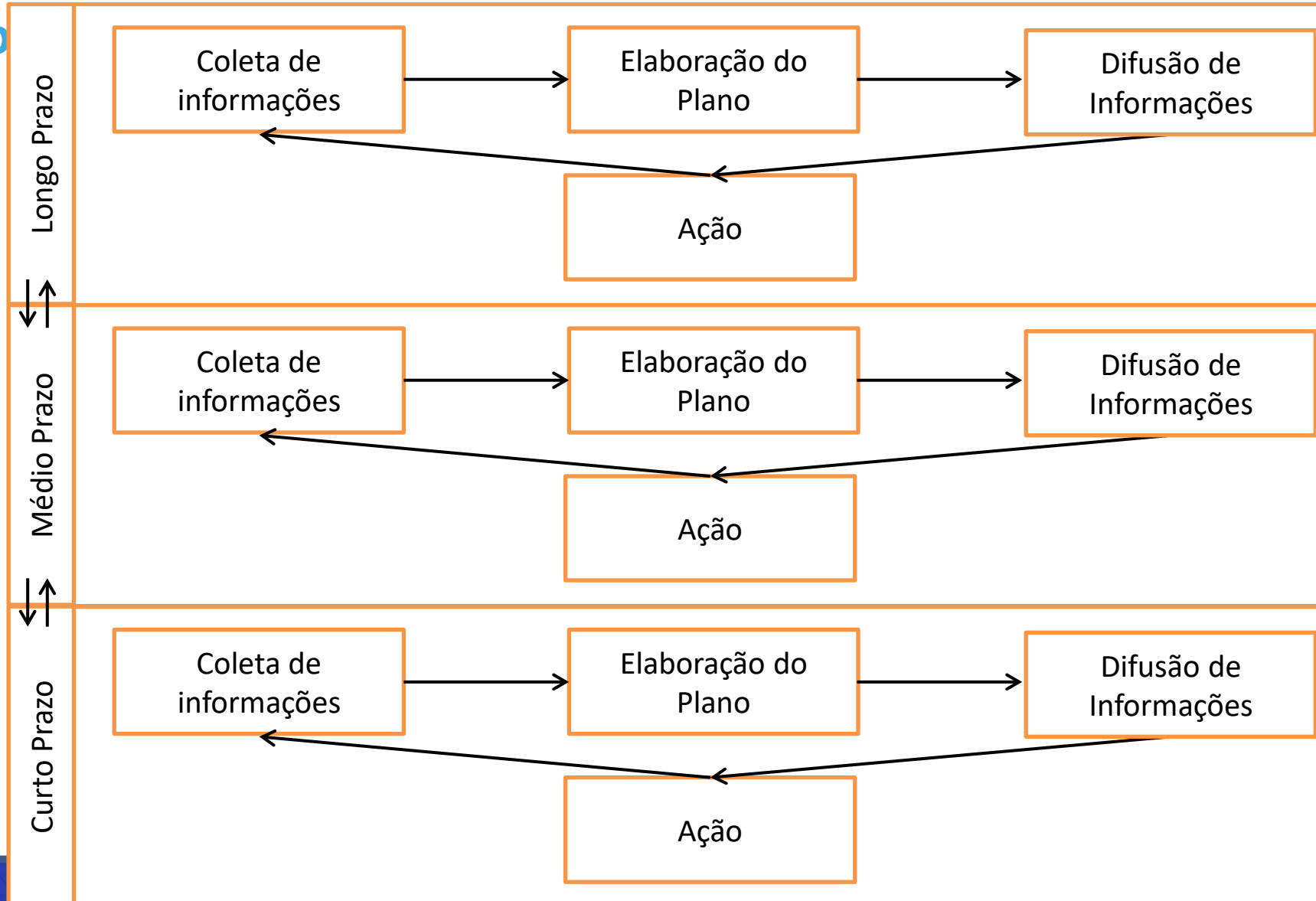
## Etapas do Planejamento



Fonte: Bernardes (2001)

# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do

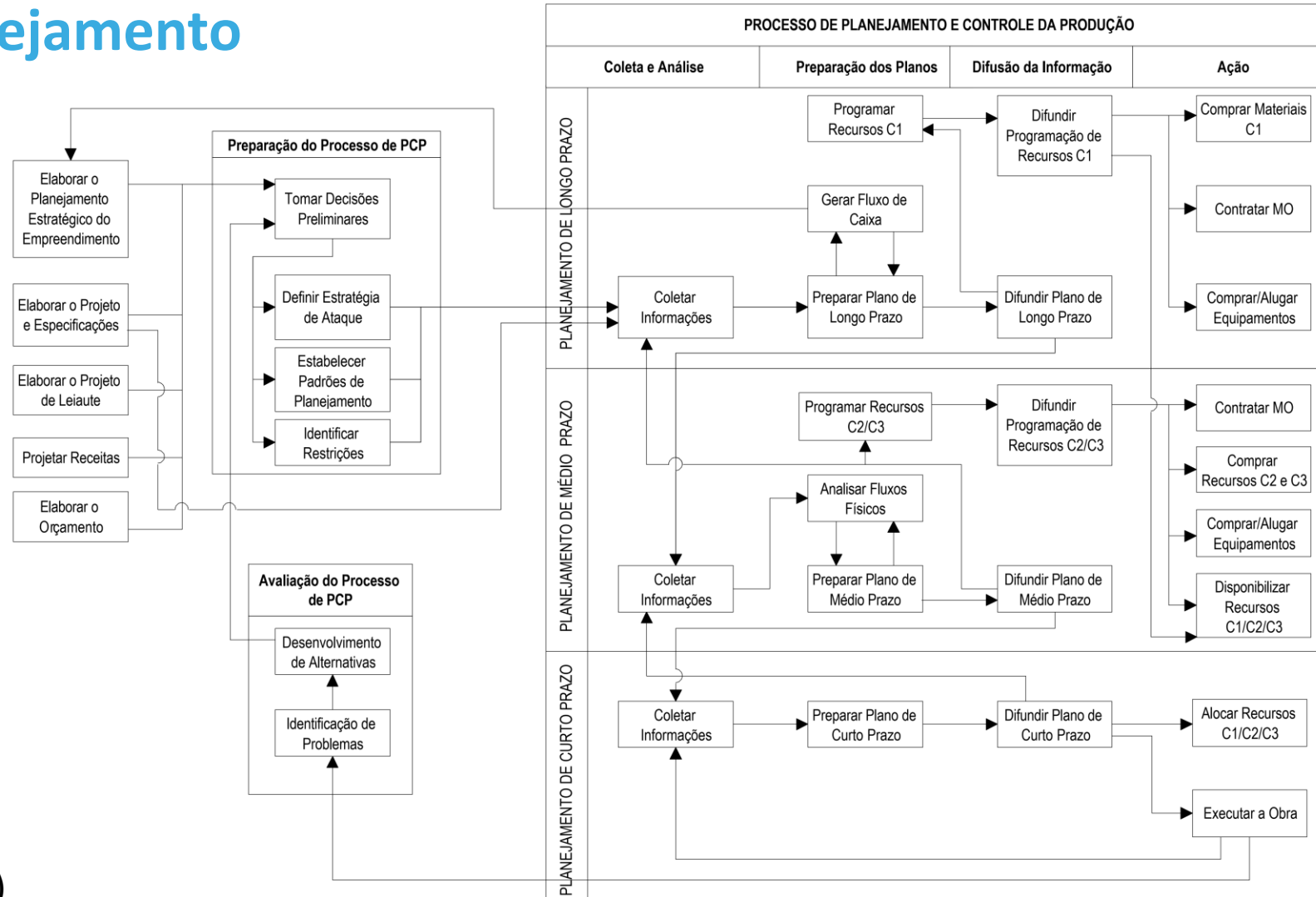


Fonte: Bernardes (2001)



# Uma Visão do Processo de Planejamento

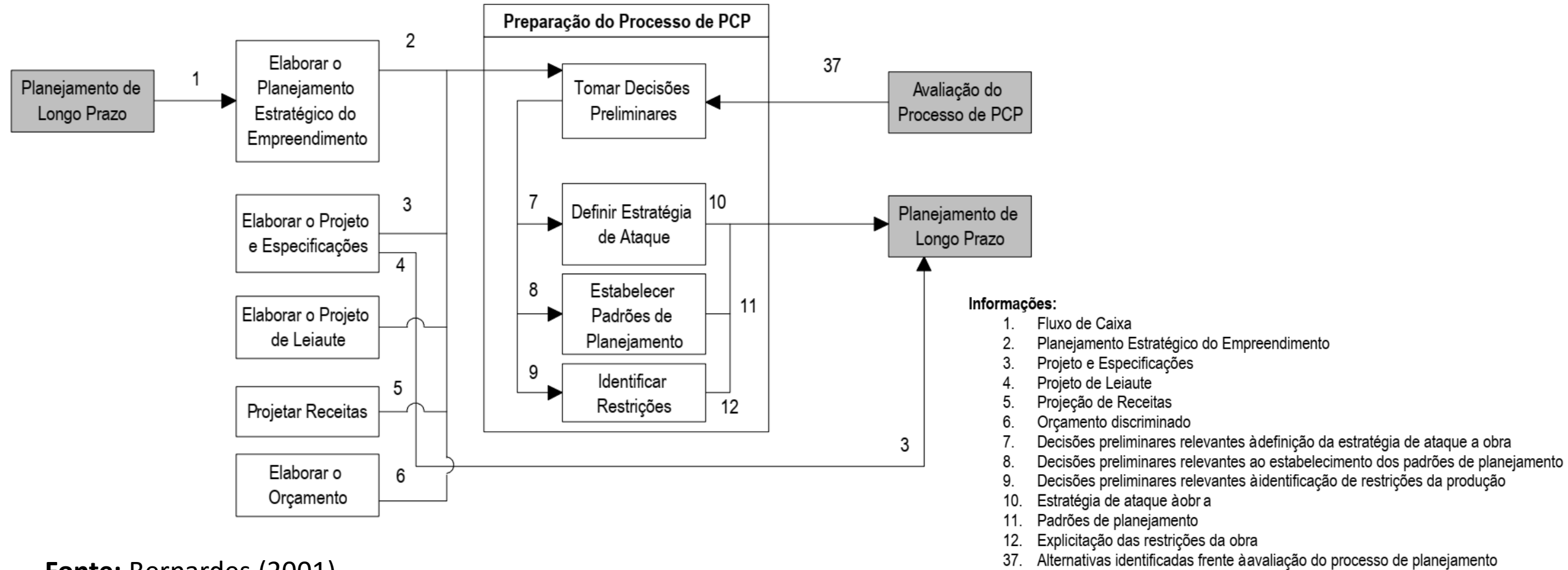
## Etapas do Planejamento



Fonte: Bernardes (2001)

# Uma Visão do Processo de Planejamento

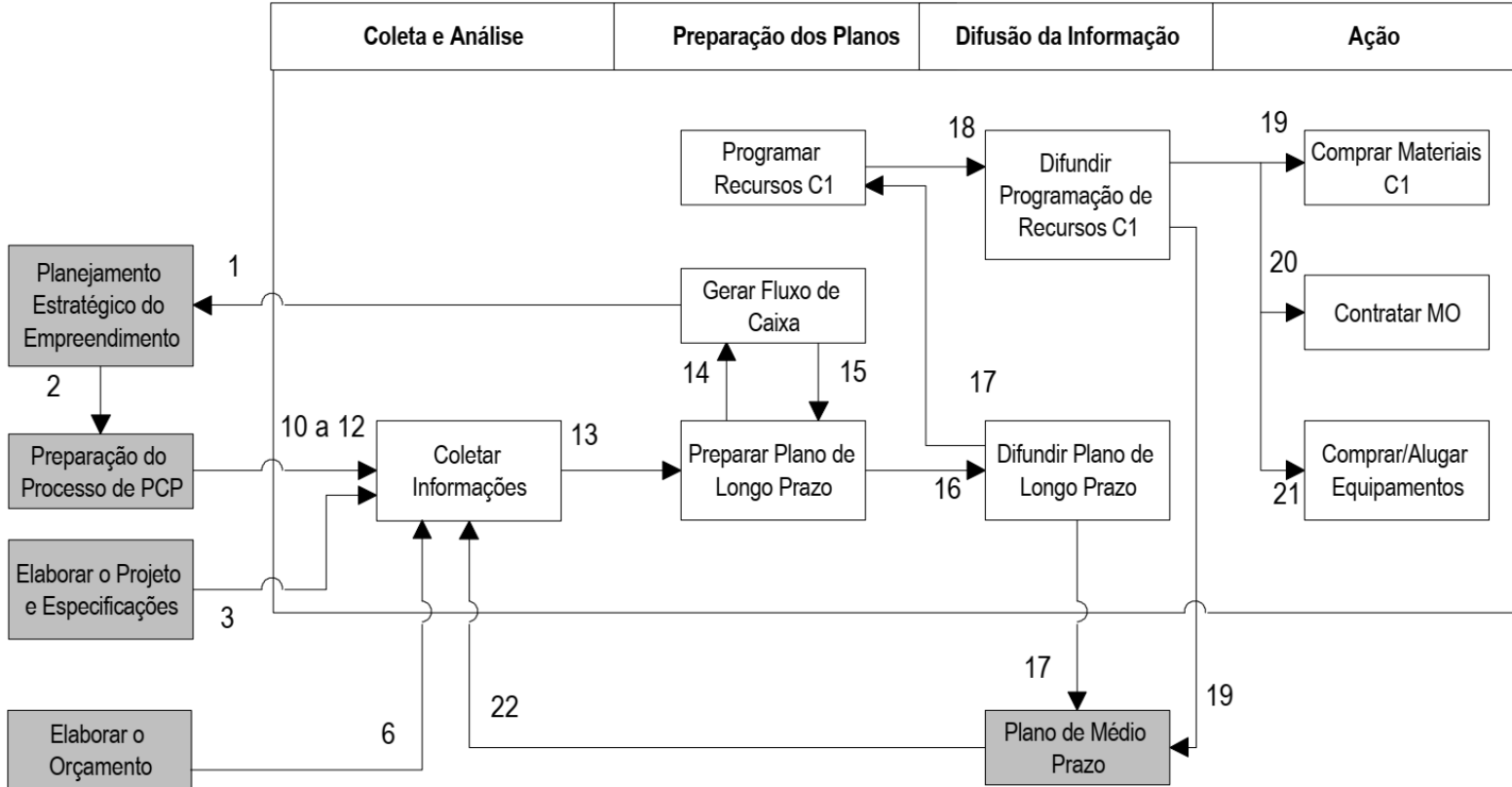
## Etapas do Planejamento



Fonte: Bernardes (2001)

# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do Planejamento



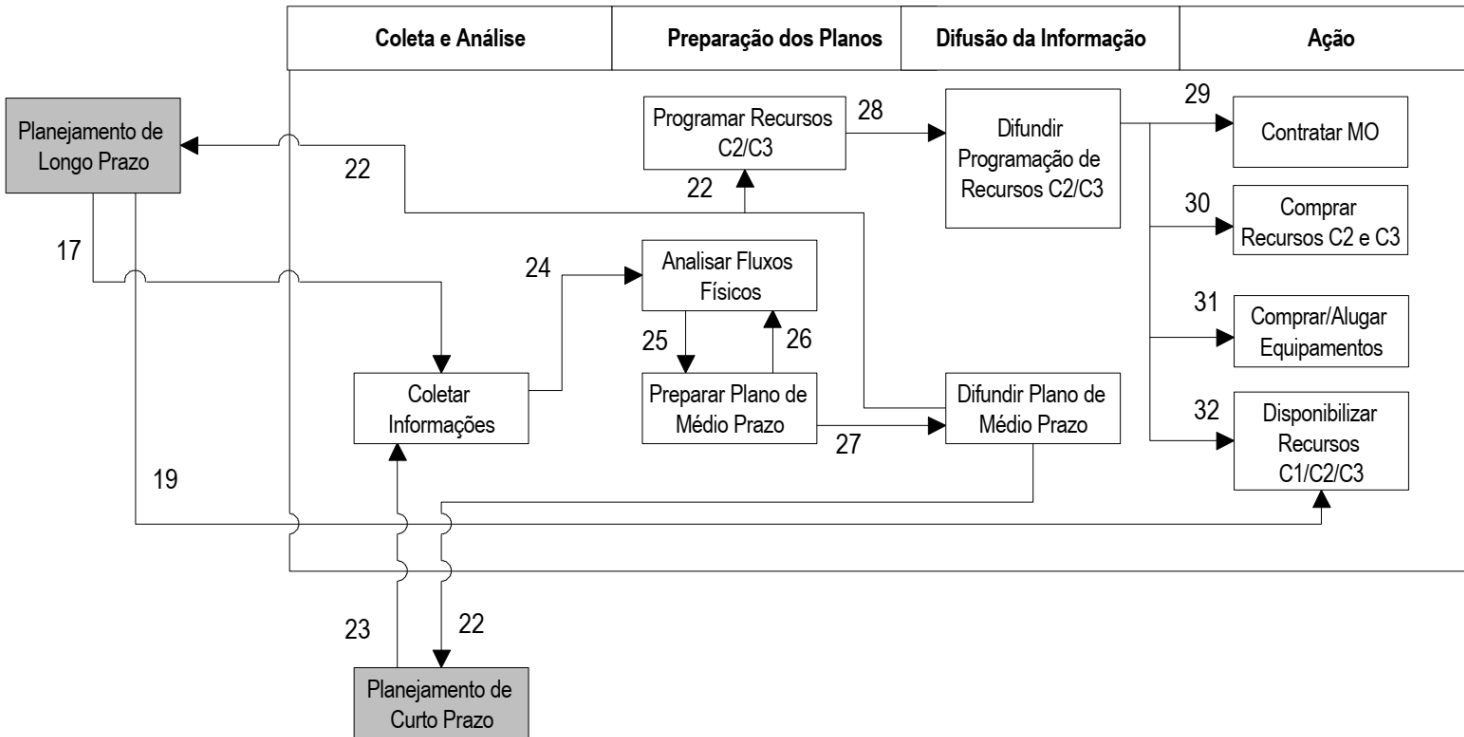
### Informações:

1. Fluxo de Caixa
2. Planejamento Estratégico do Empreendimento
3. Projetos e Especificações
6. Orçamento Discriminado
10. Estratégia de Ataque à obra
11. Padrões de Planejamento
12. Explicitação das restrições da obra
13. Informações para a preparação do plano de longo prazo
14. Plano de longo prazo sem a análise do fluxo de caixa
15. Fluxo de caixa e proposições de alteração no plano de longo prazo
16. Plano de longo prazo para a formatação final
17. Plano de longo prazo formatado
18. Programação de recursos classe 1
19. Programação de recursos explicitando datas marco para a compra de materiais classe 1
20. Programação de recursos explicitando datas marco para contratação de mão de obra
21. Programação de recursos explicitando datas marco para compra ou aluguel de equipamentos
22. Plano de médio prazo formatado

Fonte: Bernardes (2001)

# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do Planejamento



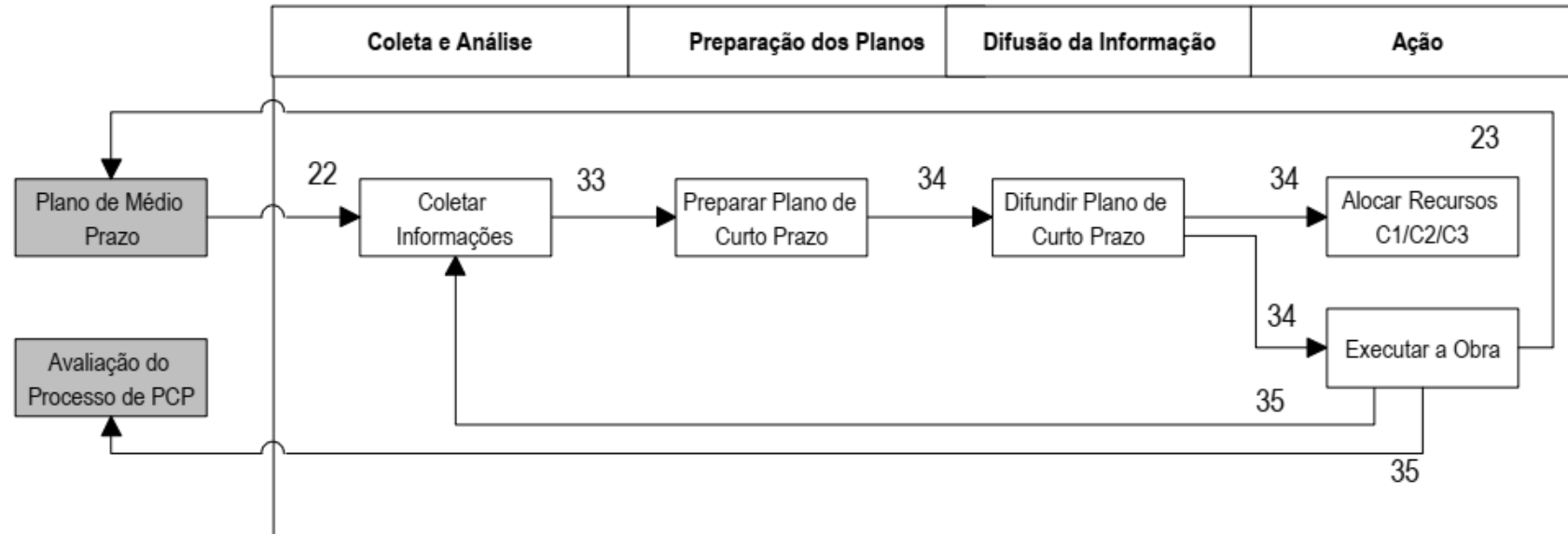
### Informações:

17. Plano de longo prazo formatado
19. Programação de recursos explicitando datas marco para a compra de materiais classe 1
22. Plano de médio prazo formatado
23. Plano de curto prazo controlado
24. Informações relativas às datas previstas para cada serviço, liberações, restrições, dentre outras
25. Plano de médio prazo com proposição de alterações nas datas de início dos pacotes de trabalho
26. Proposição de plano de médio prazo a ser submetido à simulação em planta
27. Plano de médio prazo para a formatação final
28. Programação de recursos classe 1, 2 e 3
29. Programação de recursos explicitando datas marco para contratação de MO no médio prazo
30. Programação de recursos explicitando datas marco para a compra de recursos C2 e C3 no médio prazo
31. Programação de recursos explicitando datas marco para a compra/aluguel de equipamentos
32. Programação de recursos explicitando datas para a disponibilização de recursos C1/C2/C3

Fonte: Bernardes (2001)

# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do Planejamento



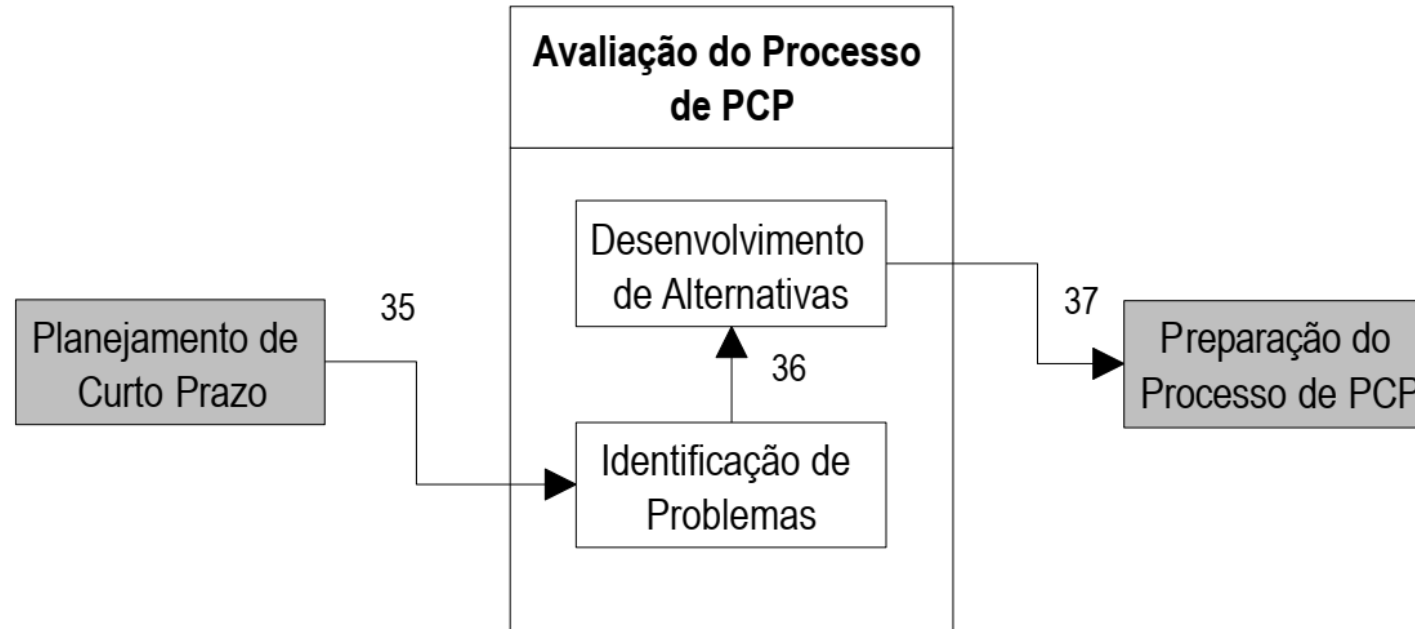
### Informações:

- 22. Plano de médio prazo formatado
- 23. Plano de curto prazo controlado
- 33. Informações sobre o andamento dos pacotes de trabalho
- 34. Plano de curto prazo
- 35. Relatório de controle

Fonte: Bernardes (2001)

# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do Planejamento



### Informações:

- 35. Relatório de Controle
- 36. Problemas que estão causando desvios nas metas planejadas
- 37. Alternativas para correção de desvios nas metas planejadas e eliminação das causa dos problemas

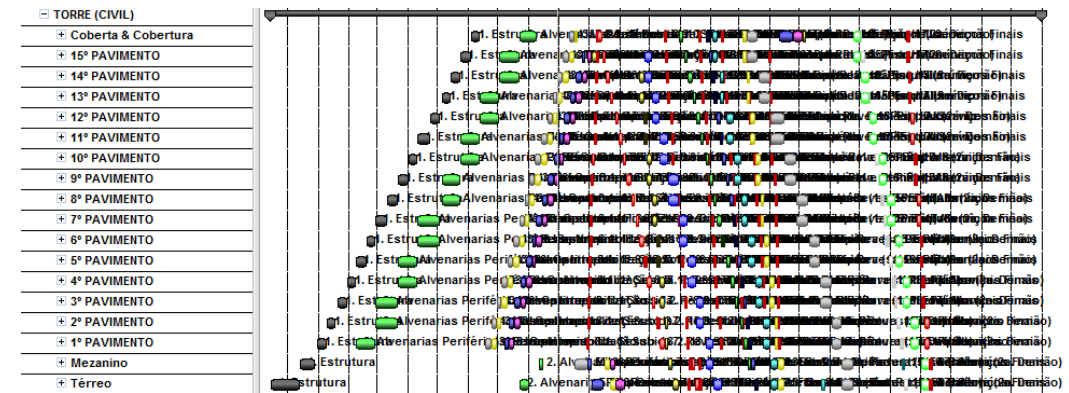
Fonte: Bernardes (2001)

# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do Planejamento

### Longo Prazo

- Definir ritmos de trabalho para as equipes de produção, de acordo com a disponibilidade financeira prevista;
- Programar os recursos classe 1;
- Identificar materiais com longo prazo de entrega;
- Definir de Mão de obra própria e/ou terceirizada;
- Avaliar necessidade de equipamentos (comprados ou alugados);
- Gerar fluxo de caixa;







# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do Planejamento

### Médio Prazo

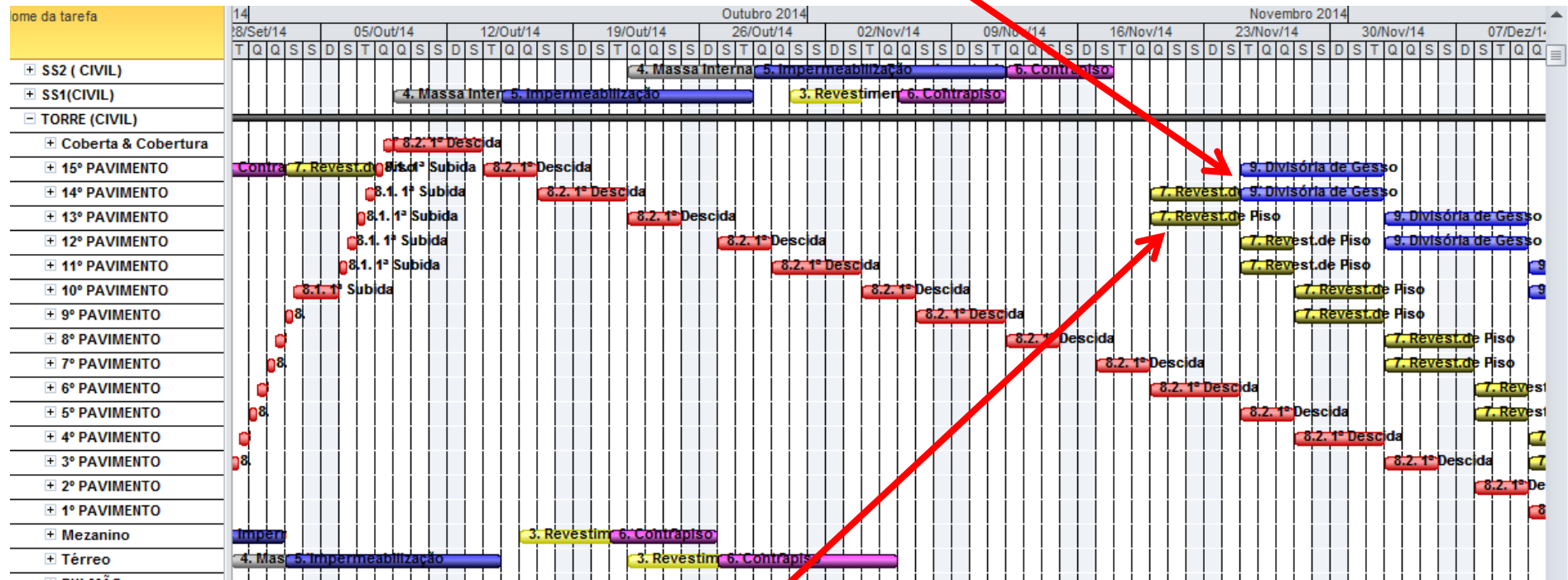
- Subdivide-se em dois níveis:
  - (1) dois a três meses: identificação de restrições existentes no ambiente produtivo
  - (2) duas a cinco semanas: definição de pacotes de trabalho em termos operacionais
- Analisar (e planejar) fluxos físicos
- Programar recursos classes 2 e 3
- Contratar mão-de-obra
- Comprar/Alugar equipamentos

# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do Planejamento

### Médio Prazo

**Restrição: liberação das plantas personalizadas pelos clientes**



**Início do revestimento de Piso e das divisórias de gesso**  
**Prospectar mão-de-obra**  
**Ver prazos de entrega dos insumos**



# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do Planejamento

### Médio Prazo

- Analisar (e planejar) os fluxos físicos

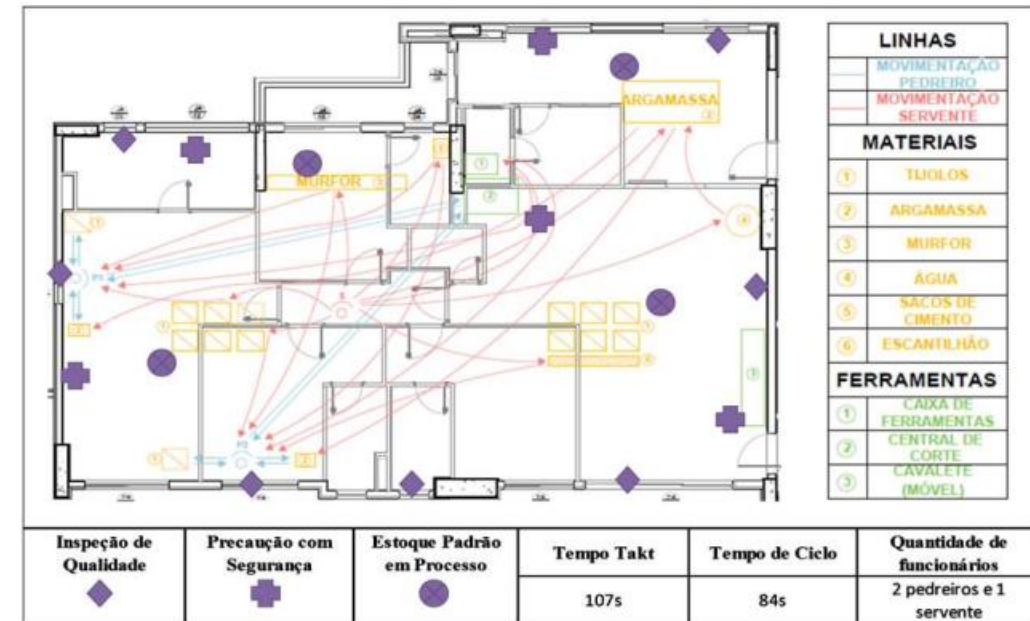


# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do Planejamento

### Médio Prazo

- Analisar (e planejar) os fluxos físicos

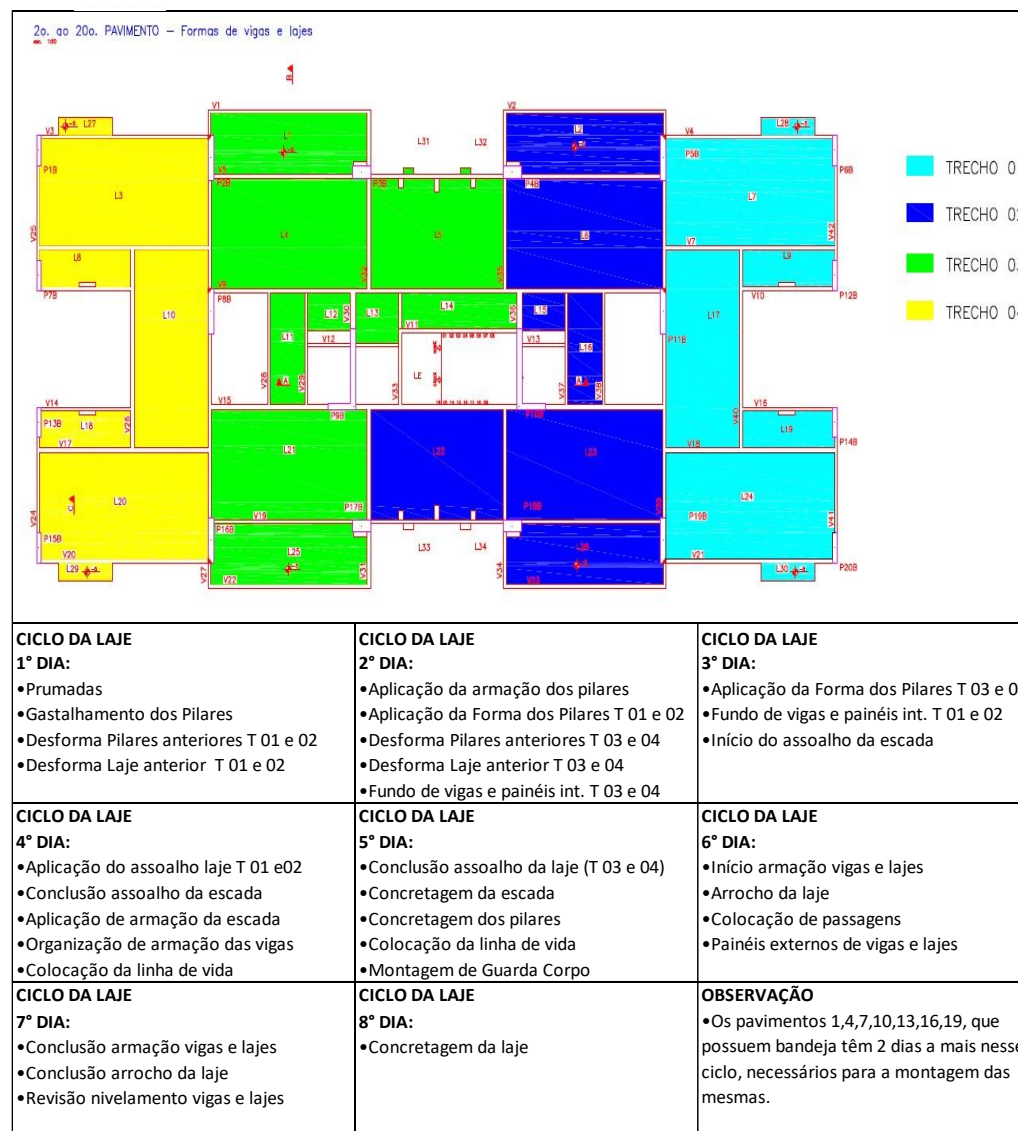


# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do Planejamento

### Médio Prazo

- Analisar (e planejar) os fluxos físicos



# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do Planejamento

### Médio Prazo

- Programar recursos classes 2 e 3

PROCESSOS DA CÉLULA DE PRODUÇÃO 02						
DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS	PRODUTIVIDADE NOMINAL	QTDE.	QTD UTILIZADA PARA OBRANDO	QTD DE PROFISSIONAL	QTD DE SERVENTE	QTD UTILIZADA PARA CÉLULA
MARKING DA ALVENARIA	15,00	35,18	m²	1,31		0,33
Montagem de alvenaria de bloco de tipo furado of colocação de vergas e contravergas	19,00	164,05	m²	8,20		2,07
Montagem de alvenaria de bloco de concreto	19,00	217,54	m²	11,45		2,87
Montar cv. edificação em áreas secas	5,28	29,00	m²	4,90		1,25
Montagem de escada	18,00	39,87	m²	1,26	4,00	0,45
Montagem do piso de elevador	18,00	39,87	m²	1,26	2,00	0,45
Relevo de aço	5,5	9,95	m²	0,22		0,06
Relevo para portafone	5,5	9,95	m²	0,22		0,06
Arrematamento de piso	2,00	20,00	m²	0,70		0,18
Alvenaria Hall elevador	15,0	15,00	m²	0,50		0,13
Colocação de corrimão das escadas	10	20,00	m	0,70		0,18
<b>TEMPO DE PROCESSO DA CÉLULA (DENS DTSS)</b>				<b>35,14</b>		<b>8,80</b>

VALOR BRUTO DA CÉLULA DE PRODUÇÃO			
FUNÇÃO DO PROFISSIONAL	PEDREIRO	4,00	PEDREIROS x 12 Leiras x 75 = R\$ 3.600,00
VALOR DE 01 LEIRA (PROFISSIONAL)			R\$ 900,00
FUNÇÃO DO AUXILIAR	SERVENTE	2,00	SERVENTES x 12 Leiras x 45 = R\$ 1.080,00
VALOR DE 01 LEIRA (AUXILIAR)			R\$ 540,00

MATERIAIS				
TIPO	QTD / PAV	BLOCOS / PALLET		PALLETS / PAV
		BLOCOS	PALLETS	
8x18x38	4380	40	107	
8x18x18	600	60	15	
8x18x8	840	100	4	
8x18x5	164	288	1	
14x18x38	1488	22	44	
14x18x18	220	44	5	
14x18x8	68	120	1	

LOCAL	DESCRIÇÃO	QTD / PAV
QUARTO SOCIAL	BL. TIPO CALHA 14 X 18X 18	48
ÁREA DE SERVIÇO	BL. TIPO CALHA 14 X 18X 18	32
GABINETE	BL. TIPO CALHA 14 X 18X 18	28
BWC	BL. TIPO CALHA 14 X 18X 18	32
<b>TOTAL</b>		<b>140</b>

LOCAL	DESCRIÇÃO	QTD / PAV
ESCADARIA	100x10	2

ITEM	QTD
Escalafone	8
Armadura metálica	8
Regua de alumínio	4
Alumim (20 e 25cm)	4
Canhão de água	1
Selo de comunicação	1
Cinto de segurança	6
Martelinho	4
Porta Massaria	4
Pluma de faca	4
Carretel de fita 100	1
Marquilha de nível (20m)	1
Borracha TUL	1

TIPO	QTD DE TRACO	
	PREVISTO	REALIZADO
Alvenaria		

TIPO	QTD SACOS (25Kg)	
	PREVISTO	REALIZADO
Alvenaria	34	

TIPO	QTD
TELAS DE LIGAÇÃO	108

QTD	QTD	
	4 X 2	4 X 4
150		24

EQUIPES DA CÉLULA DE PRODUÇÃO			
	NOME	FUNÇÃO	
EQUIPE VERMELHA		Pedreiro	
		Pedreiro	
		Pedreiro	
EQUIPE AZUL		Servente	
		Servente	
		Servente	
EQUIPE PRETA		Pedreiro	
		Pedreiro	
		Pedreiro	
EQUIPE VERDE		Servente	
		Servente	
		Servente	
EQUIPE LARANJA		Servente	
		Servente	
		Servente	
EQUIPE CINZA			





# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do Planejamento

### Curto Prazo

CP-09 CERÂMICA DE PAREDE  
CERÂMICA DE PAREDE - 10º PAVIMENTO - TORRE 01  
EQUIPE VERMELHA

PLANEJADO	REALIZADO																																											
<b>TEMPO DE PROCESSO</b> INICIO 18/10/2010 FIM 05/11/2010 DURAÇÃO 14 dias úteis	<b>TEMPO DE PROCESSO</b> INICIO FIM DURAÇÃO	<b>VERDE</b> Dentro do planejado ou adiantado <b>VERMELHO</b> Atrasado																																										
<b>EQUIPE</b> NOME FUNÇÃO Manoel Viana Pedreiro Fco Edmar Pedreiro Fco Maciel Servente	<b>EQUIPE</b> NOME FUNÇÃO	<b>SETEMBRO</b> <table border="1"><thead><tr><th>S</th><th>T</th><th>Q</th><th>Q</th><th>S</th><th>S</th><th>D</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr><tr><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td></tr><tr><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td></tr><tr><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	S	T	Q	Q	S	S	D			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
S	T	Q	Q	S	S	D																																						
		1	2	3	4	5																																						
6	7	8	9	10	11	12																																						
13	14	15	16	17	18	19																																						
20	21	22	23	24	25	26																																						
27	28	29	30																																									
<b>EQUIPE</b> NOME FUNÇÃO	<b>EQUIPE</b> NOME FUNÇÃO	<b>OUTUBRO</b> <table border="1"><thead><tr><th>S</th><th>T</th><th>Q</th><th>Q</th><th>S</th><th>S</th><th>D</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td></tr><tr><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td></tr><tr><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td></tr></tbody></table>	S	T	Q	Q	S	S	D					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
S	T	Q	Q	S	S	D																																						
				1	2	3																																						
4	5	6	7	8	9	10																																						
11	12	13	14	15	16	17																																						
18	19	20	21	22	23	24																																						
25	26	27	28	29	30	31																																						
TOTAL DE PROFISSIONAIS 2	TOTAL DE PROFISSIONAIS	<b>NOVEMBRO</b> <table border="1"><thead><tr><th>S</th><th>T</th><th>Q</th><th>Q</th><th>S</th><th>S</th><th>D</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr><tr><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td></tr><tr><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td></tr><tr><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td></tr><tr><td>29</td><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	S	T	Q	Q	S	S	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
S	T	Q	Q	S	S	D																																						
1	2	3	4	5	6	7																																						
8	9	10	11	12	13	14																																						
15	16	17	18	19	20	21																																						
22	23	24	25	26	27	28																																						
29	30																																											
<b>OBSERVAÇÕES / OCORRÊNCIAS</b>																																												
PLANEJADO EM DIAS HOMEM (PROFISSIONAIS) 28	EXECUTADO EM DIAS HOMEM (PROFISSIONAIS)	IDP =																																										
Revisão: 00																																												

# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do Planejamento

- Identificar as atividades
- Definir suas precedências
- Dimensionamento da Capacidade de Recursos
  - Qual a mão de obra
  - Quais são os recursos (equipamentos)
  - Tempo de ciclo
  - Lote de produção
  - Lote de transferência
- Gerar os cronogramas

# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do Planejamento

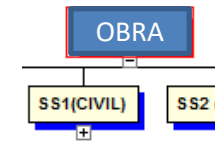
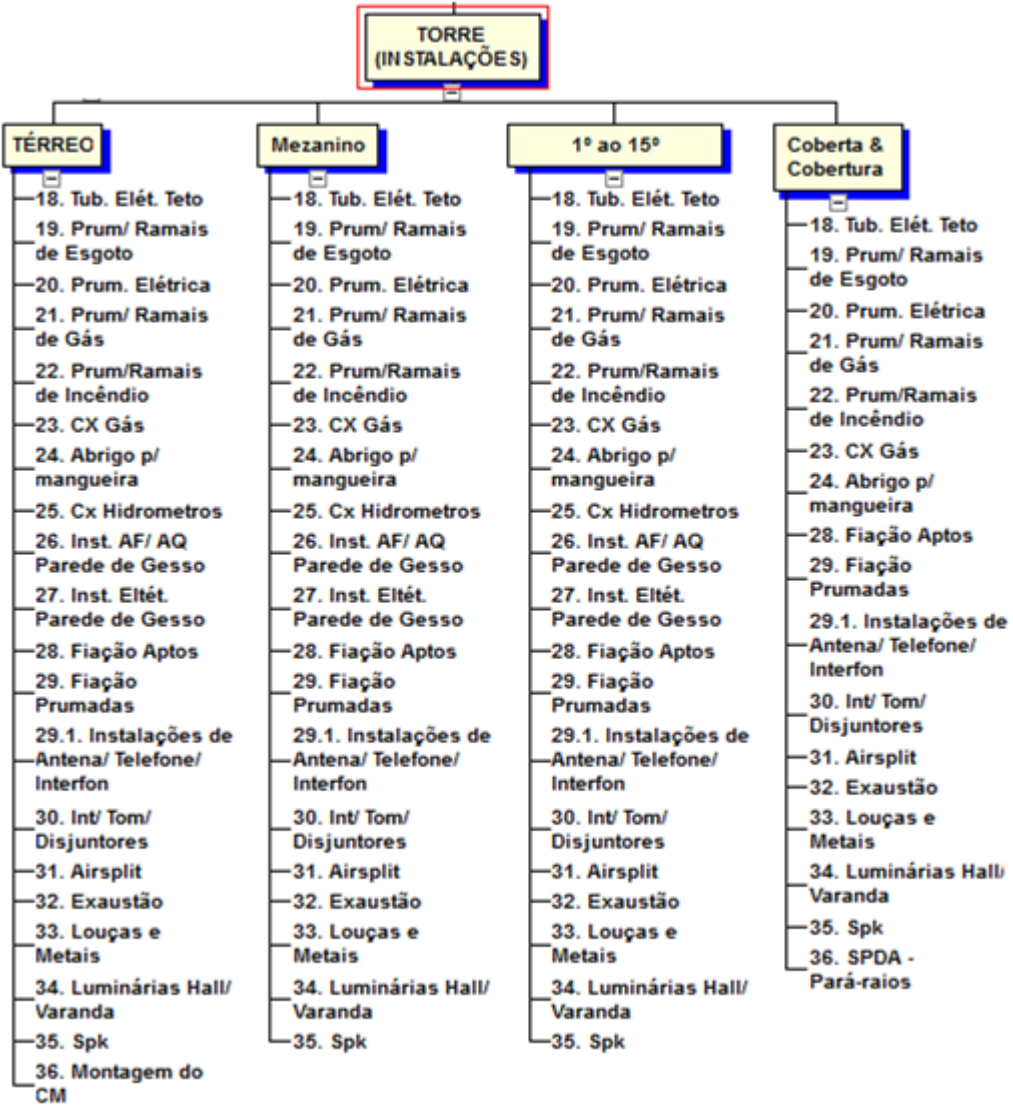
### Identificar as atividades

- Segmentar o trabalho em atividades e em zonas de trabalho, os quais dependem do tipo de obra a ser executada, da natureza do trabalho das equipes envolvidas, bem como do grau de controle que a empresa pretende imprimir à produção

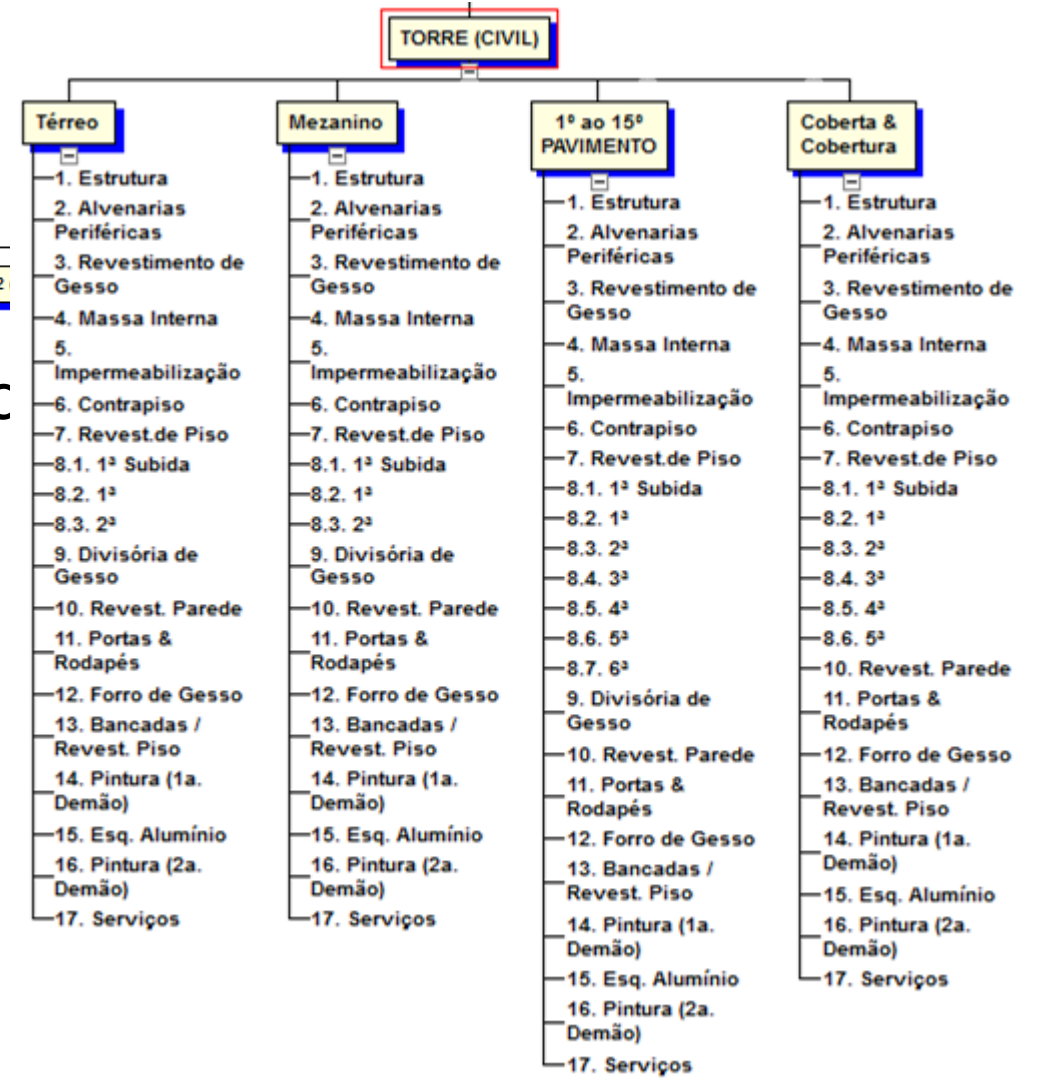
Fonte: Formosa (2001)

# Uma Visão do Processo de Planejamento

E



er execu  
do



ais  
las  
sa

# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do Planejamento

Definir suas precedências





# Uma Visão do Processo de Planejamento

## Etapas do Planejamento

### Dimensionamento da Capacidade de Recursos

PROCESSOS DE PRODUÇÃO	QUANTIDADE DE SERVIÇO		PRODUTIVIDADE 1 OPERARIO/DIA		DIAS P/ 01 OPER.	PROFISSIONAIS POR EQUIPE / DIAS ÚTEIS	DIAS ÚTEIS NECESSÁRIOS	
						Equipe 01		
						<b>4</b>		
MARCAÇÃO DA ALVENARIA	<b>202,87</b>	m <sup>2</sup>	15,00	m <sup>2</sup>	<b>13,52</b>	<b>3,38</b>		
1ª ELEVAÇÃO DE ALVENARIA (COM VERGAS E CONTRA VERGAS E PONTOS DE AMARRAÇÃO ESTRUTURA ALVENARIA)	<b>169,85</b>	m <sup>2</sup>	18,00	m <sup>2</sup>	<b>9,44</b>	<b>2,36</b>		
2ª ELEVAÇÃO DE ALVENARIA (COM VERGAS E CONTRA VERGAS E PONTOS DE AMARRAÇÃO ESTRUTURA ALVENARIA)	<b>169,85</b>	m <sup>2</sup>	18,00	m <sup>2</sup>	<b>9,44</b>	<b>2,36</b>		
ASSENT. CX ELETRICAS EM AREAS SECAS	<b>84,00</b>	und	22,00	und	<b>3,82</b>	<b>0,95</b>		
ASSENT. DE SAIOTES PRÉ-MOLDADOS	<b>11,60</b>	m <sup>2</sup>	4,30	m <sup>2</sup>	<b>2,70</b>	<b>0,67</b>		
CONTRAMARCO DE ALUMÍNIO	<b>19,00</b>	und	8,00	und	<b>2,38</b>	<b>0,59</b>		
CONTRAMARCO DE PORTAS DE CORTA-FOGO	<b>2,00</b>	und	8,00	und	<b>0,25</b>	<b>0,06</b>		
EMESTRAMENTO DE TETO	<b>20,17</b>	m <sup>2</sup>	65,00	m <sup>2</sup>	<b>0,31</b>	<b>0,08</b>		
EMESTRAMENTO DE PISO	<b>222,51</b>	m <sup>2</sup>	220,00	m <sup>2</sup>	<b>1,01</b>	<b>0,25</b>		
EMESTRAMENTO DE PAREDE	<b>337,30</b>	m <sup>2</sup>	100,00	m <sup>2</sup>	<b>3,37</b>	<b>0,84</b>		
CHAPISCO DE PEÇAS ESTRUTURAIS E ALVENARIAS VARANDA	<b>135,44</b>	m <sup>2</sup>	70,00	m <sup>2</sup>	<b>1,93</b>	<b>0,48</b>		
CORRIMÃO FIXADO NA PAREDE PARA ESCADA EM TUBO DE FERRO GALVANIZADO	<b>19,88</b>	m	35,00	m	<b>0,57</b>	<b>0,14</b>		
	<b>TOTAL</b>		<b>Total dias</b>	<b>Calculado</b>	<b>48,74</b>	<b>12,18</b>	<b>Calculado</b>	
			<b>uteis</b>	<b>Adotado</b>		<b>7,00</b>	<b>Adotado</b>	





A close-up photograph of a person's hand holding a black pen with a gold tip, pointing at a Gantt chart on a document. The chart consists of several horizontal bars of different colors (black, red, blue, purple) connected by lines, representing a project schedule. The background shows a wooden desk and other documents.

# Técnicas de Planejamento

## PERT/CPM

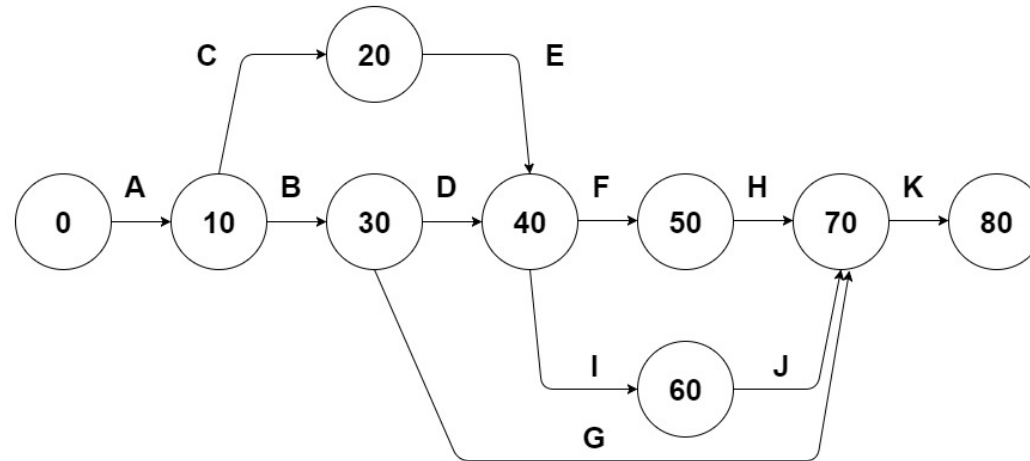
### Conceitos e generalidades

- O método do caminho crítico (Critical Path Method, CPM) visa elencar, de forma diagramal e lógica, as relações entre tais atividades (SLACK; CHAMBER; JONHSTON, 2009).
- Origem nos Estados Unidos da América, quando os matemáticos Morgan Walker e James Kelley buscavam uma forma de otimizar as atividades de uma indústria química, acelerando apenas atividades que pudessem diminuir o prazo de produção, sem significativo aumento do custo (MATTOS, 2010)

## PERT/CPM

### Conceitos e generalidades

- Utiliza-se um diagrama de rede composto por setas que indicam os fluxos de trabalho, conforme as relações de dependência e/ou precedência determinadas (MATTOS, 2010) – formando, assim, uma rede de planejamento



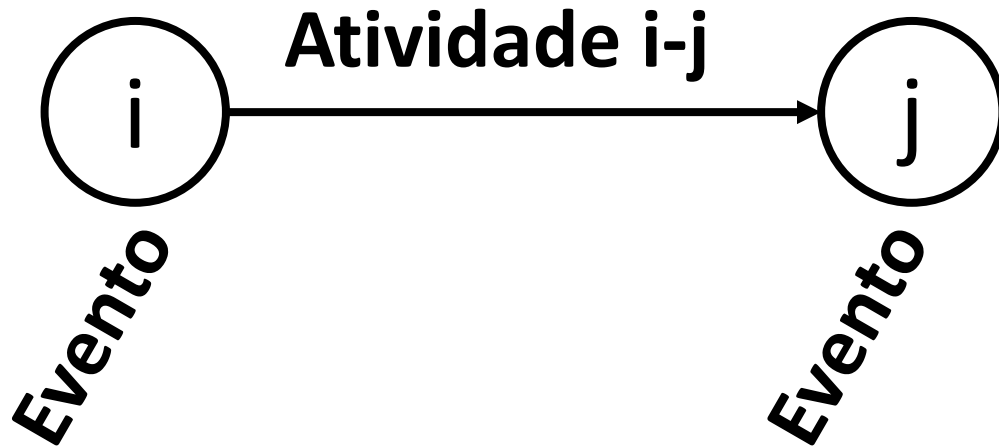
## PERT/CPM

### Conceitos e generalidades

- O prazo depende da maior sequência de atividades, cujo atraso de um dia em qualquer uma dessas provoca um atraso no prazo final do projeto, o que foi denominado por **Caminho Crítico**
- **Existem dois tipos de diagramação (SLACK; CHAMBER; JONHSTON, 2009):**
  - *Activity on Arrow* (AoA, ou atividade na flecha) (Método das Flechas)
  - *Activity on Node* (AoN, ou atividade no nó) (Método dos Blocos)

## PERT/CPM

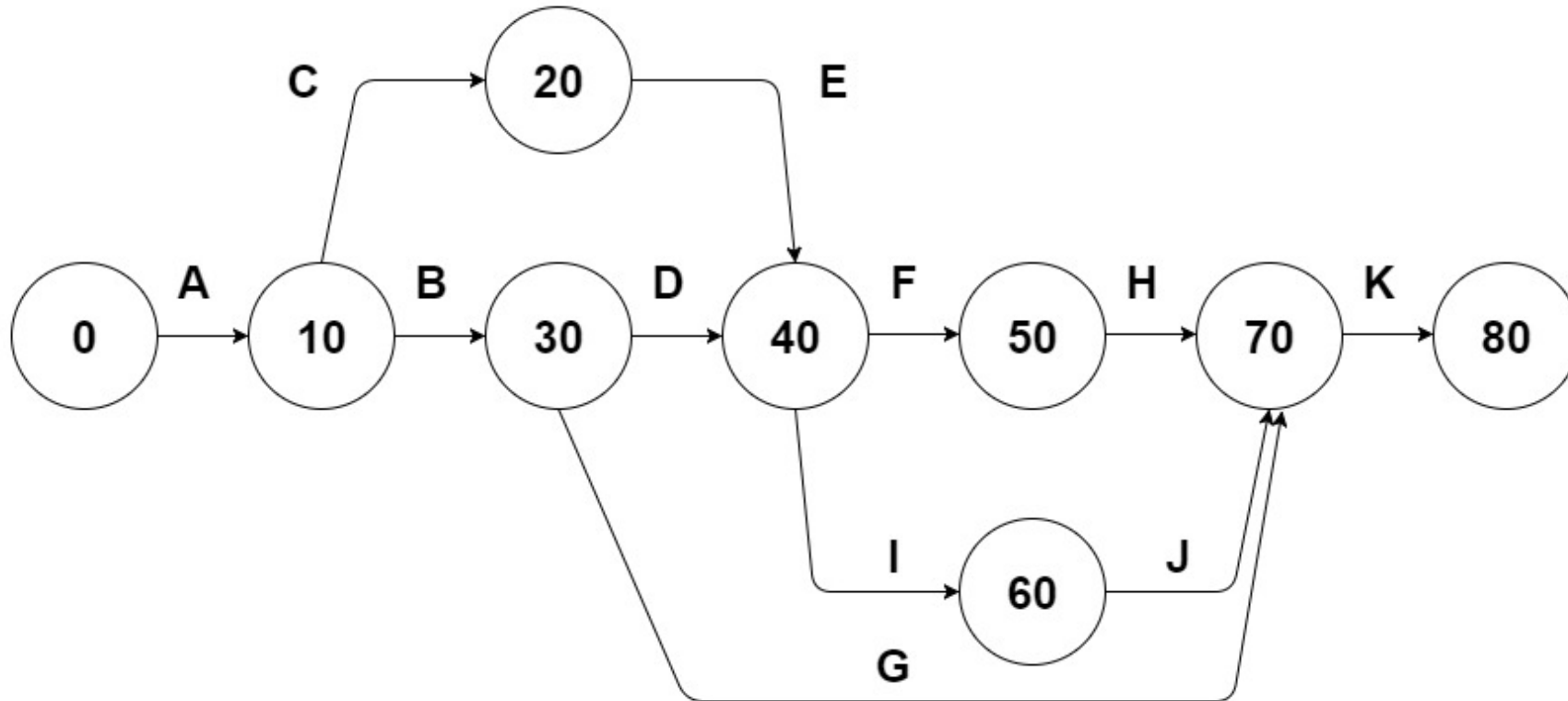
**Método das Flechas (SLACK; CHAMBER; JONHSTON, 2009; MATTOS, 2010):**



Atividade	Evento
É uma tarefa a ser desempenhada	É um ponto no tempo, um instante do projeto
Possui duração	Não possui duração
Consome Recursos	Não possui recursos
Representada Flecha entre dois pontos	Representada por círculo (nós)

## PERT/CPM

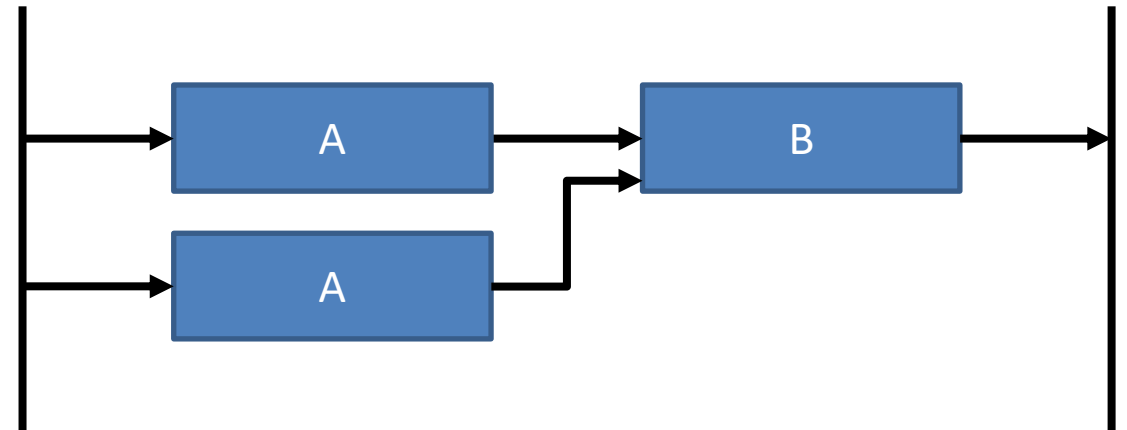
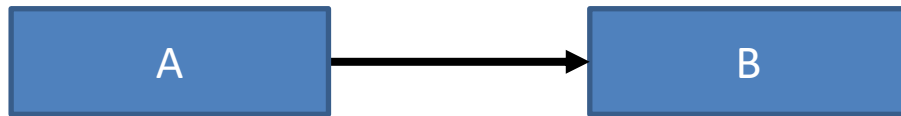
Método das Flechas (SLACK; CHAMBER; JONHSTON, 2009; MATTOS, 2010):



## PERT/CPM

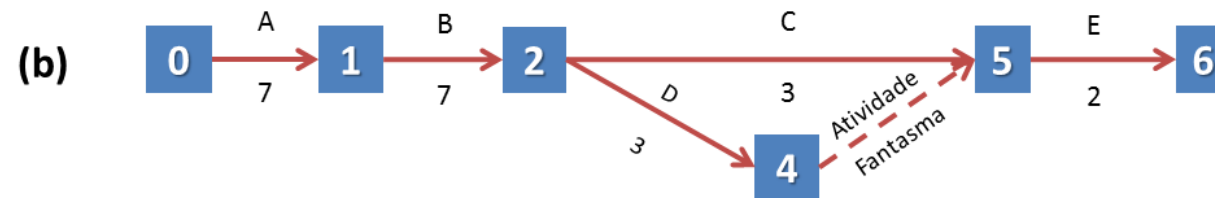
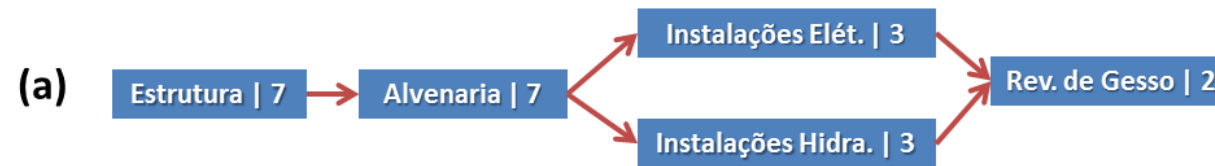
### Método dos Blocos (SLACK; CHAMBER; JONHSTON, 2009; MATTOS, 2010):

- Uso das atividades em caixas, enquanto as setas determinam a relação entre essas



## PERT/CPM

### Método das Flechas x Método dos Blocos



(c)

	Atividade	Duração	Precedência	Código de Evento
A	Estrutura	7 dias	-	0 - 1
B	Alvenaria	7 dias	A	1 - 2
C	Instalações Elétricas	3 dias	B	2 - 5
D	Instalações Hidráulicas	3 dias	B	2 - 4
E	Revestimento de Gesso	2 dias	C, D	5 - 6

Fonte: Barreto (2017).



## PERT/CPM

**Quantos planejamentos do tipo PERT/CPM você já viu?**

**Quantos do tipo PERT/CPM pelos métodos da flecha/blocos?**

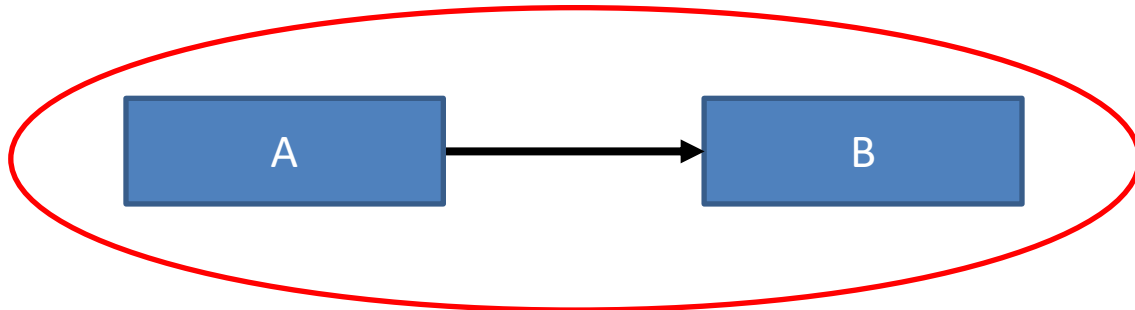


A 3D maze with a red path leading to a red arrow. The maze is constructed from white, rectangular blocks, creating a complex network of paths. A single path is highlighted in a vibrant red color, starting from the top left and winding through the maze. At the end of this path, a large, 3D red arrow points downwards and to the right, indicating the direction of the critical path. The background is a plain, light gray surface.

# **Caminho Crítico (Critical Path Method)**

## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)



ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL

## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

é a identificação da atividade

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL

Duração

primeira data de início

Primeira data de término

última data de início

Última data de término

Folga Total

Folga Livre

## PERT/CPM

### Cálculos da rede

- A folga é a diferença entre as datas de um evento de uma rede (LIMMER, 2008).
- Essa variação permitida às atividades **NÃO CRÍTICAS** é o período que se pode atrasar essas tarefas sem prejudicar o prazo estimado.
- As folgas podem ser classificadas (LIMMER, 2008; MATTOS, 2010):
  - **Folga livre:** período que uma determinada atividade pode ser adiada sem que afete negativamente o início esperado da sua sucessora, ou seja,  $UDI = \min(PDI_{sucessora} - PDT)$ ; e
  - **Folga total:** soma da folga livre da própria atividade com a menor entre as folgas livres das atividades que lhe seja imediatamente sucessoras, ou seja,  $FT = UDI - PDI$  ou  $FT = UDT - PDT$

## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

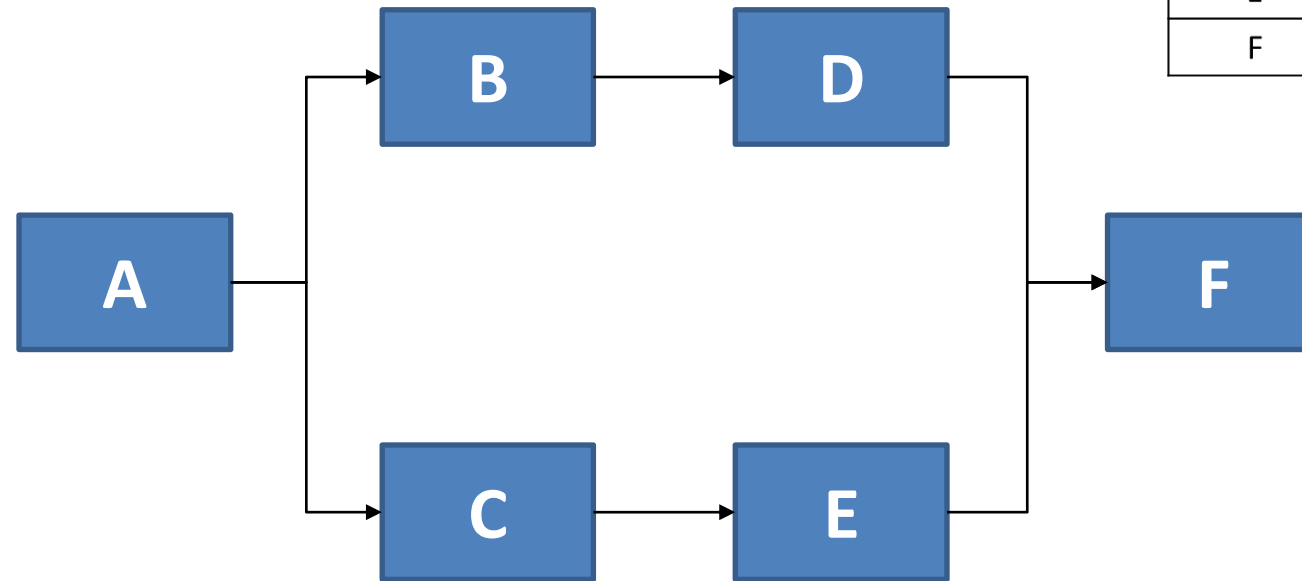
- Exemplo (MATTOS, 2010)

Atividade	Predecessoras	Duração
A	-	1
B	A	3
C	A	1
D	B	4
E	C	3
F	D, E	2

## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)
  - Esboçando a rede



Atividade	Predecessoras	Duração
A	-	1
B	A	3
C	A	1
D	B	4
E	C	3
F	D, E	2

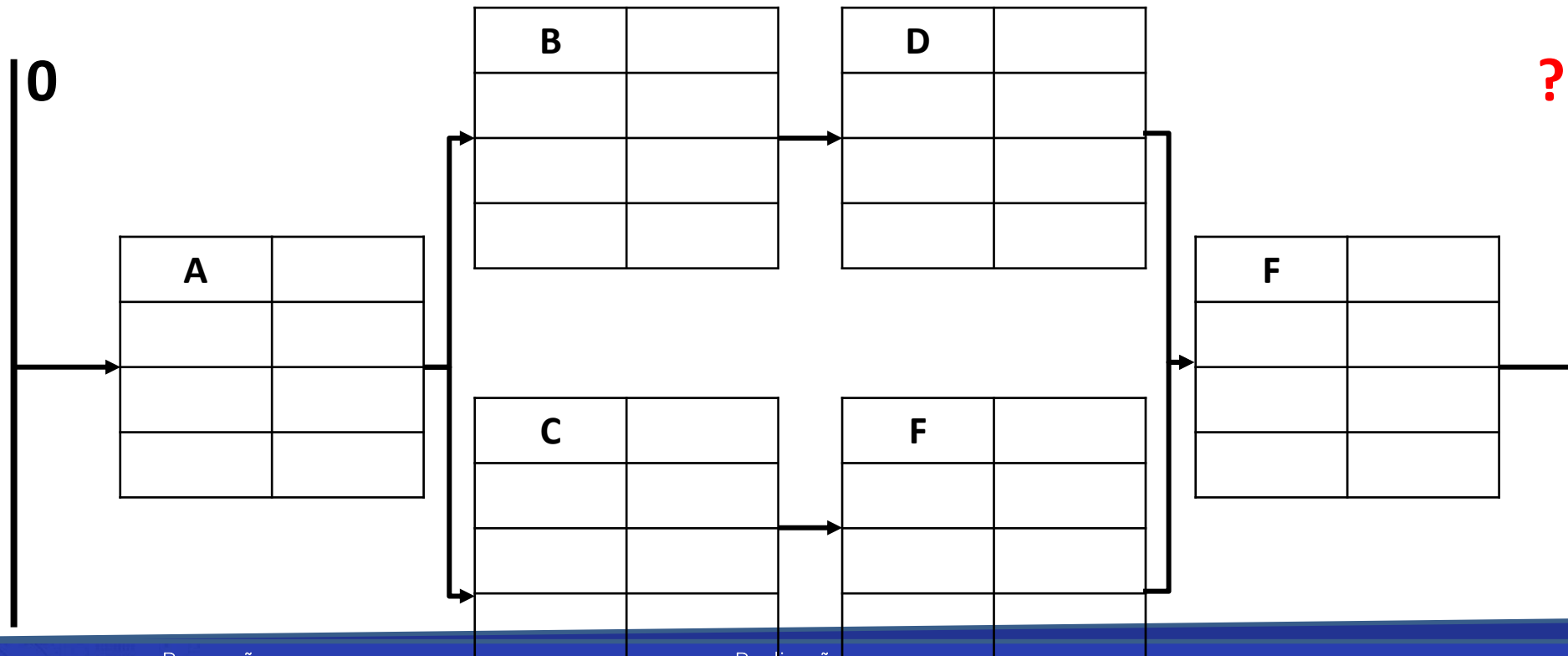
## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL

Atividade	Predecessoras	Duração
A	-	1
B	A	3
C	A	1
D	B	4
E	C	3
F	D, E	2





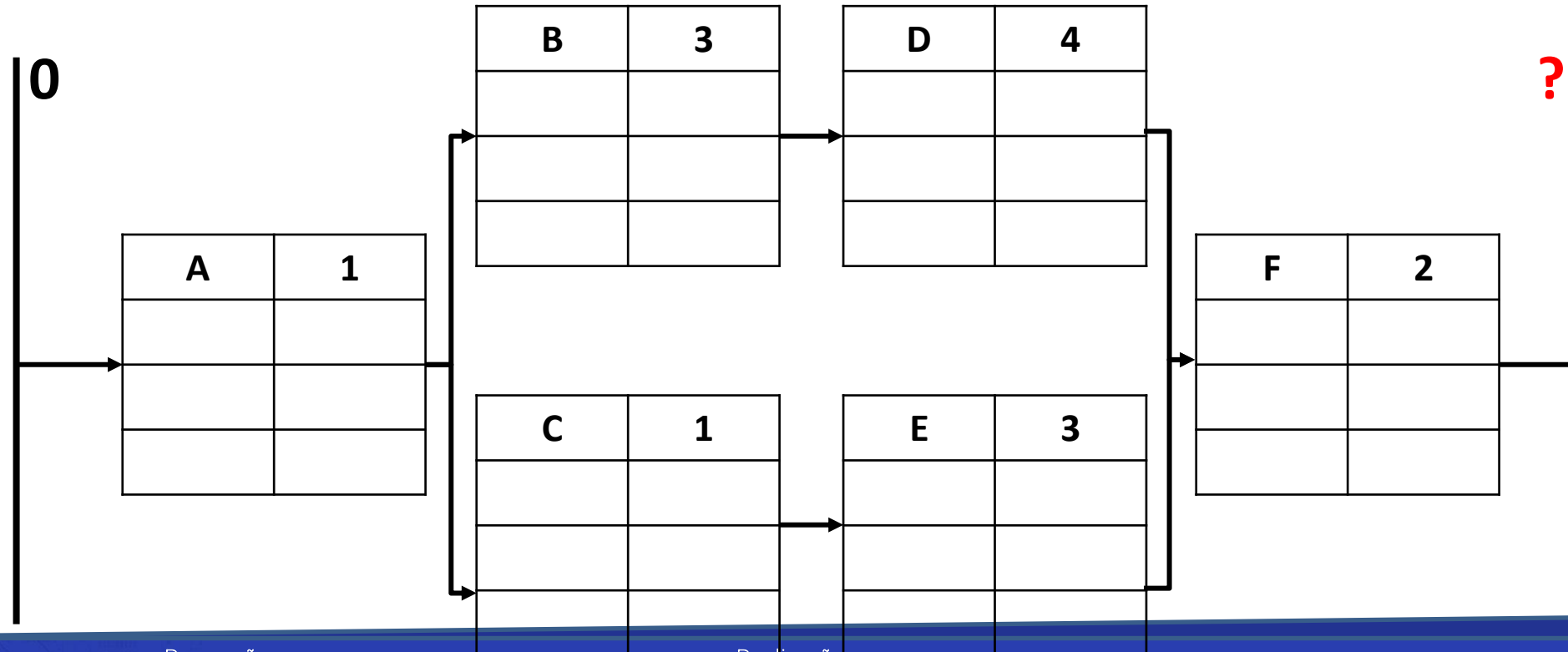
## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL

Atividade	Predecessoras	Duração
A	-	1
B	A	3
C	A	1
D	B	4
E	C	3
F	D, E	2



Promoção:



Realização:



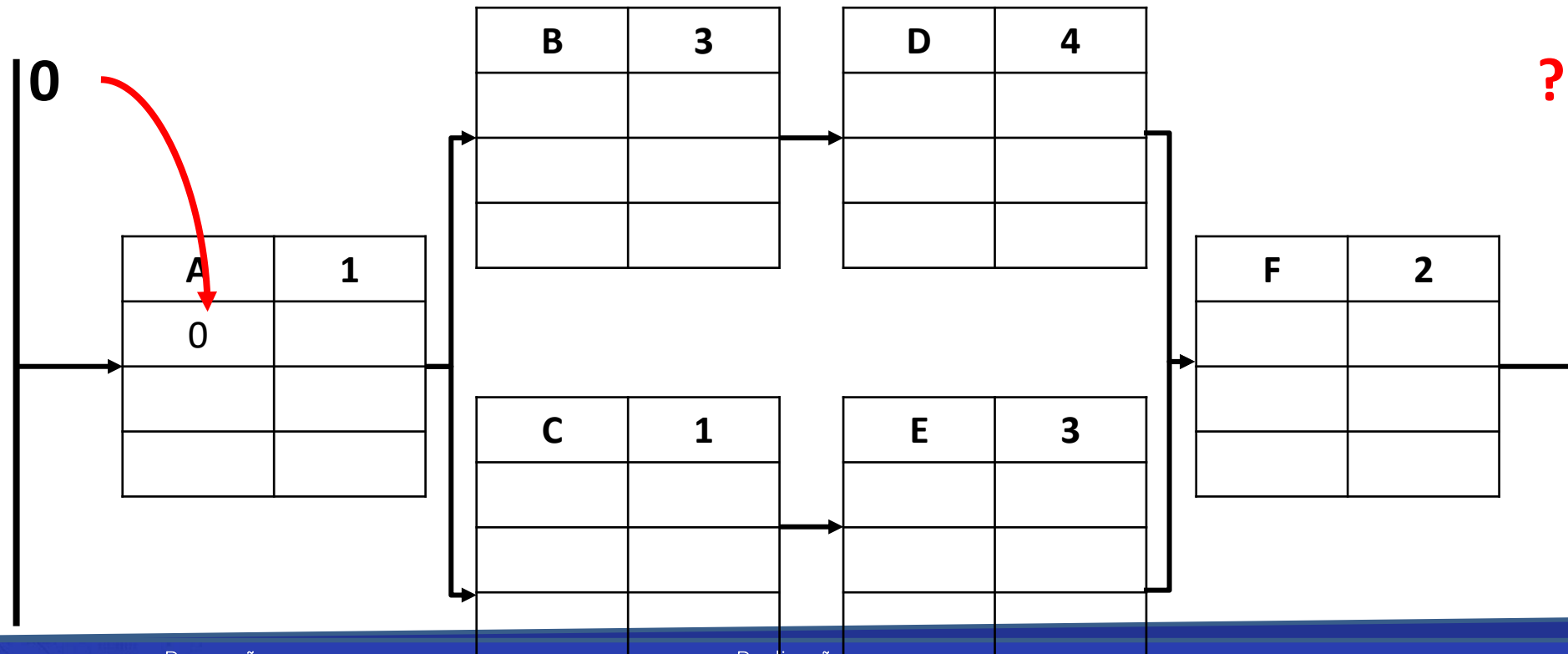
## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL

Atividade	Predecessoras	Duração
A	-	1
B	A	3
C	A	1
D	B	4
E	C	3
F	D, E	2



Promoção:



Realização:

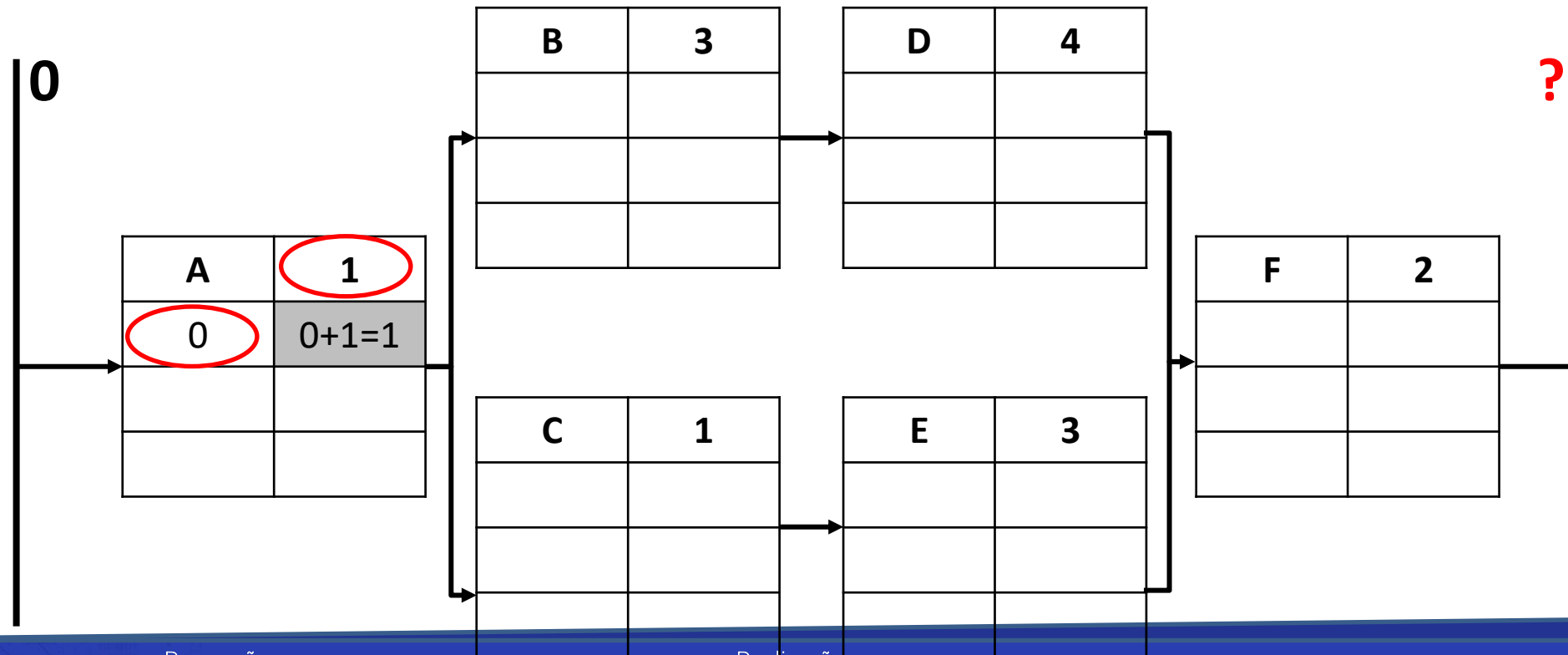


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



Promoção:



Realização

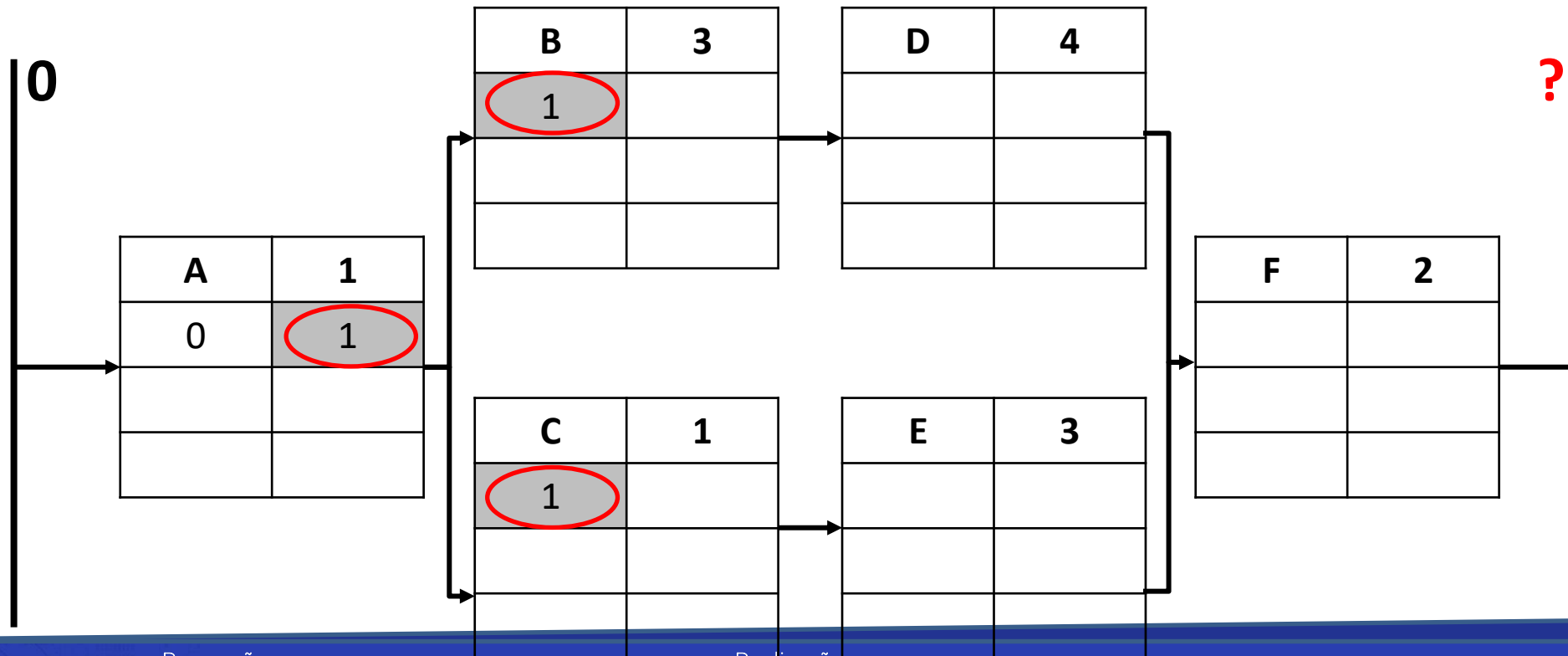


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



Promoção:



Realização:

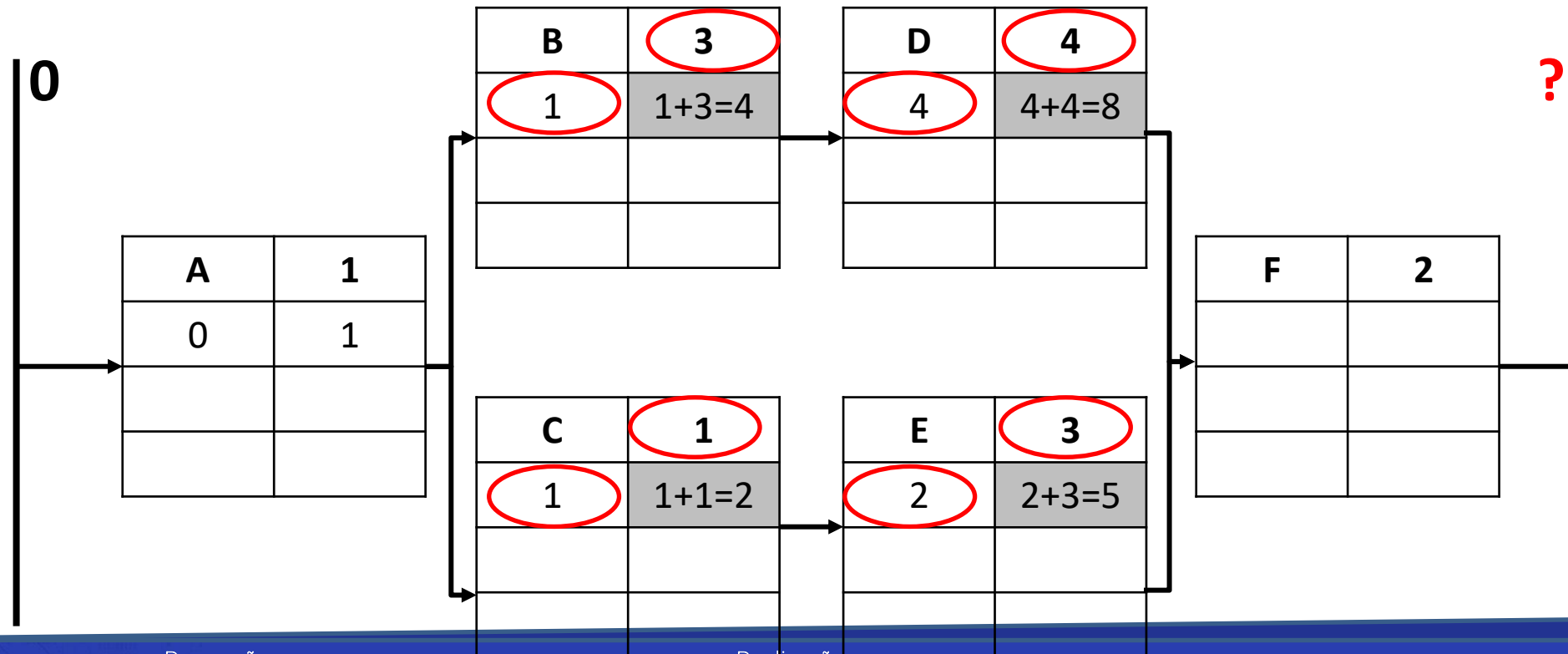


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



Promoção:



Realização:



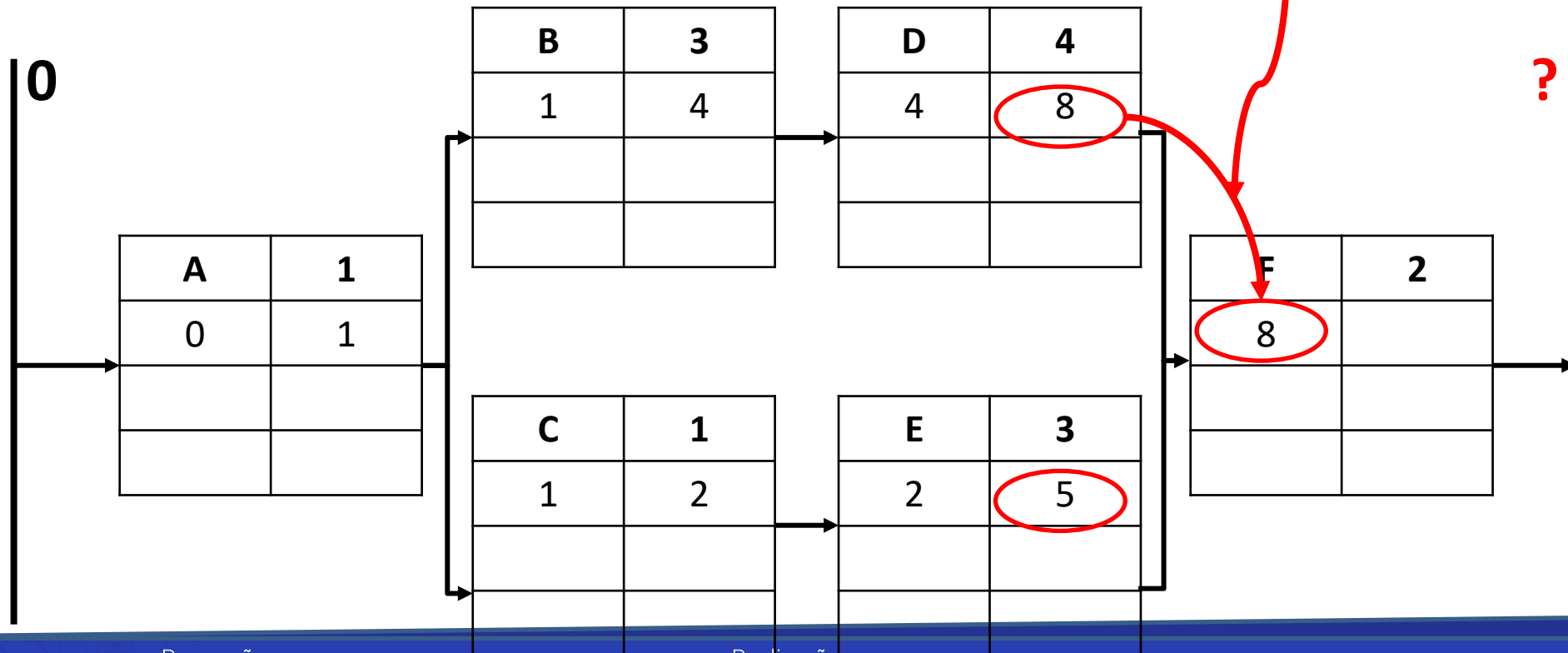
## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL

Utiliza-se o maior dos predecessores

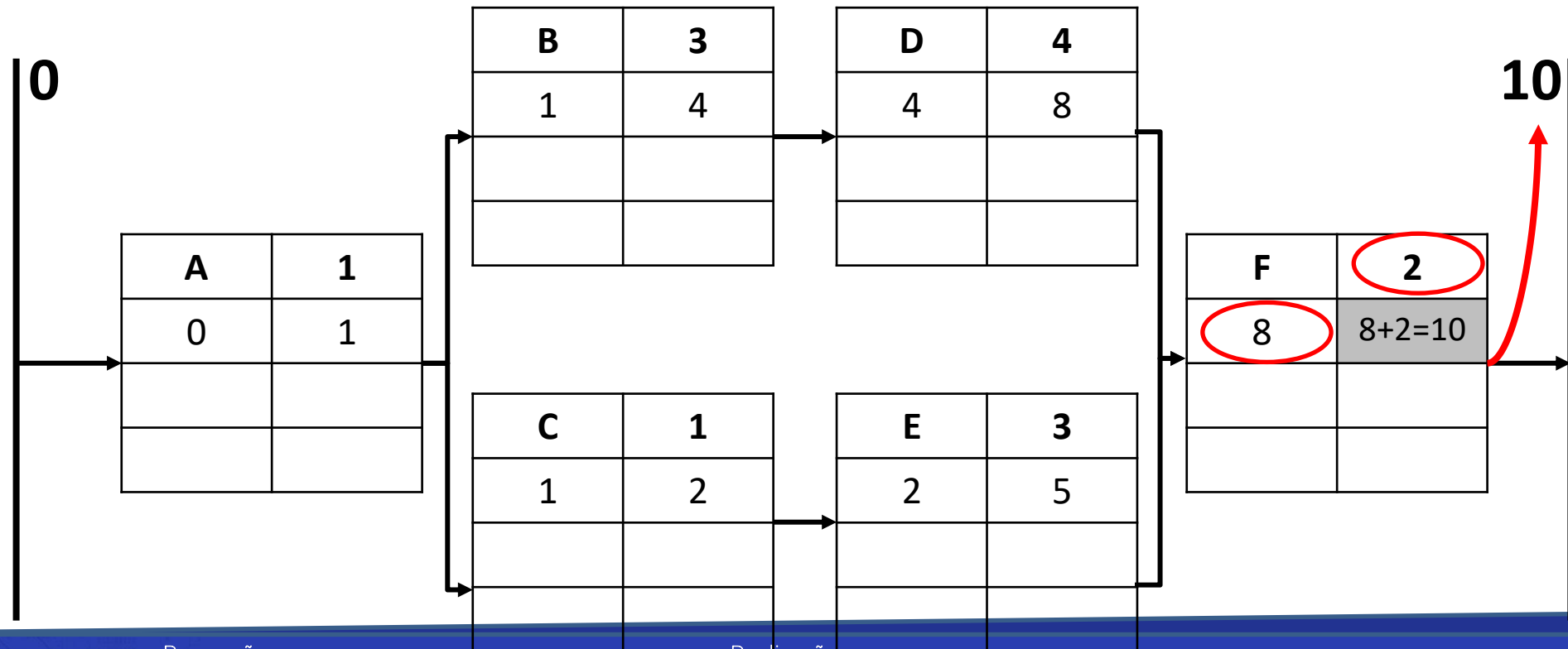


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



Promoção:



Realização:

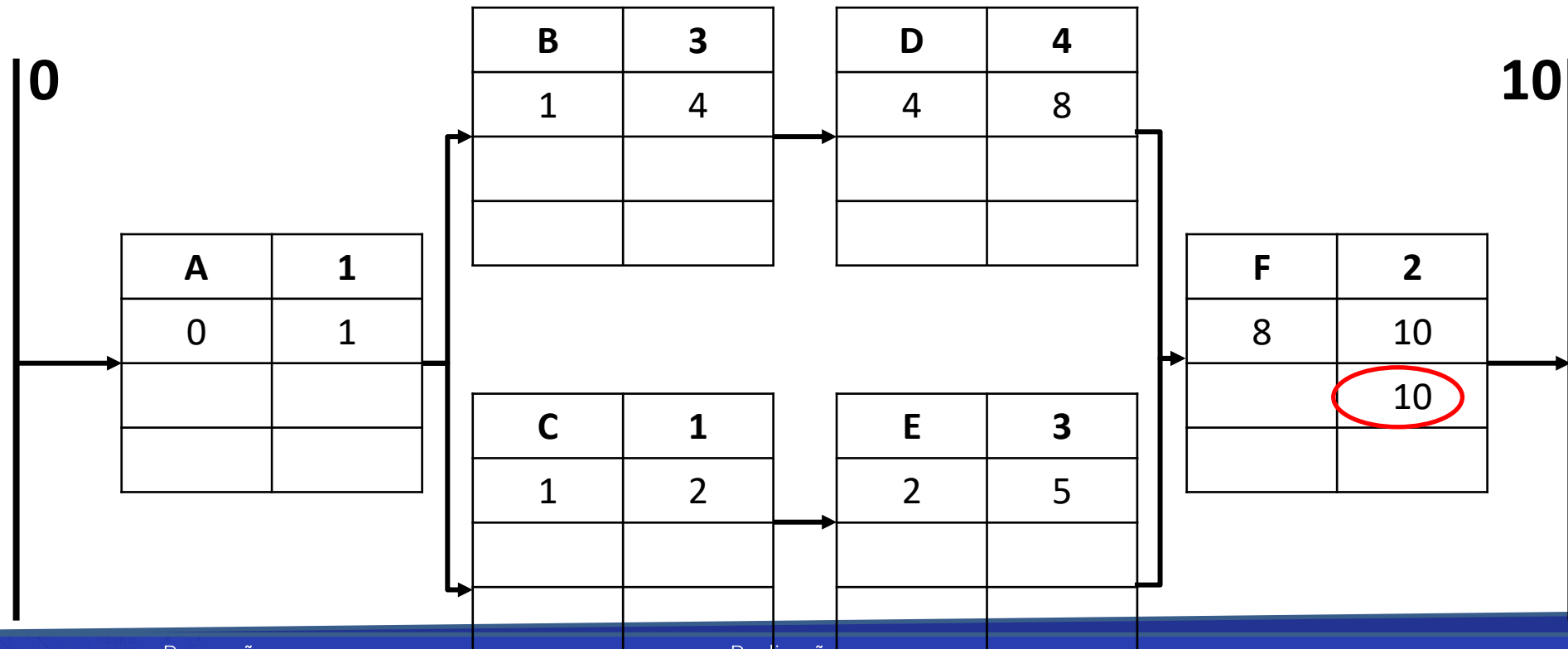


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



Promoção:



Realização:



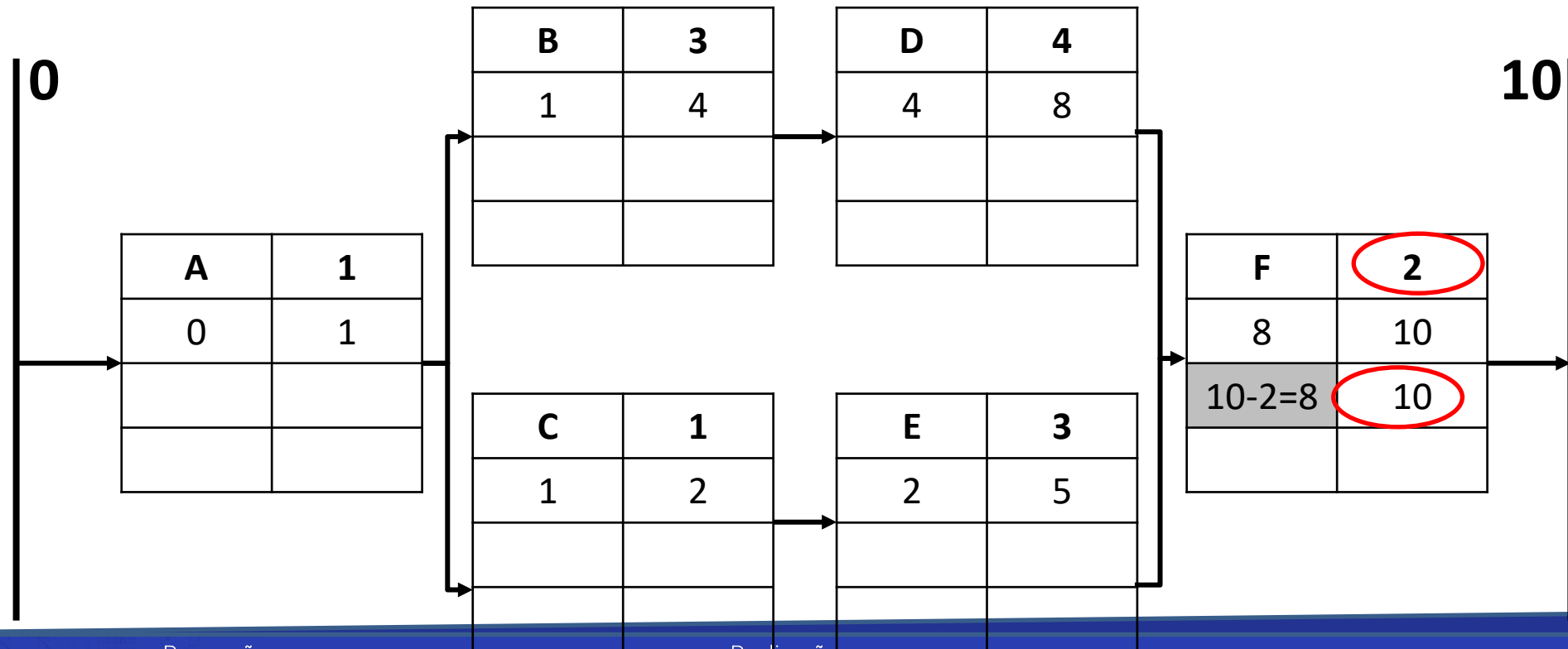


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



Promoção:



Realização:

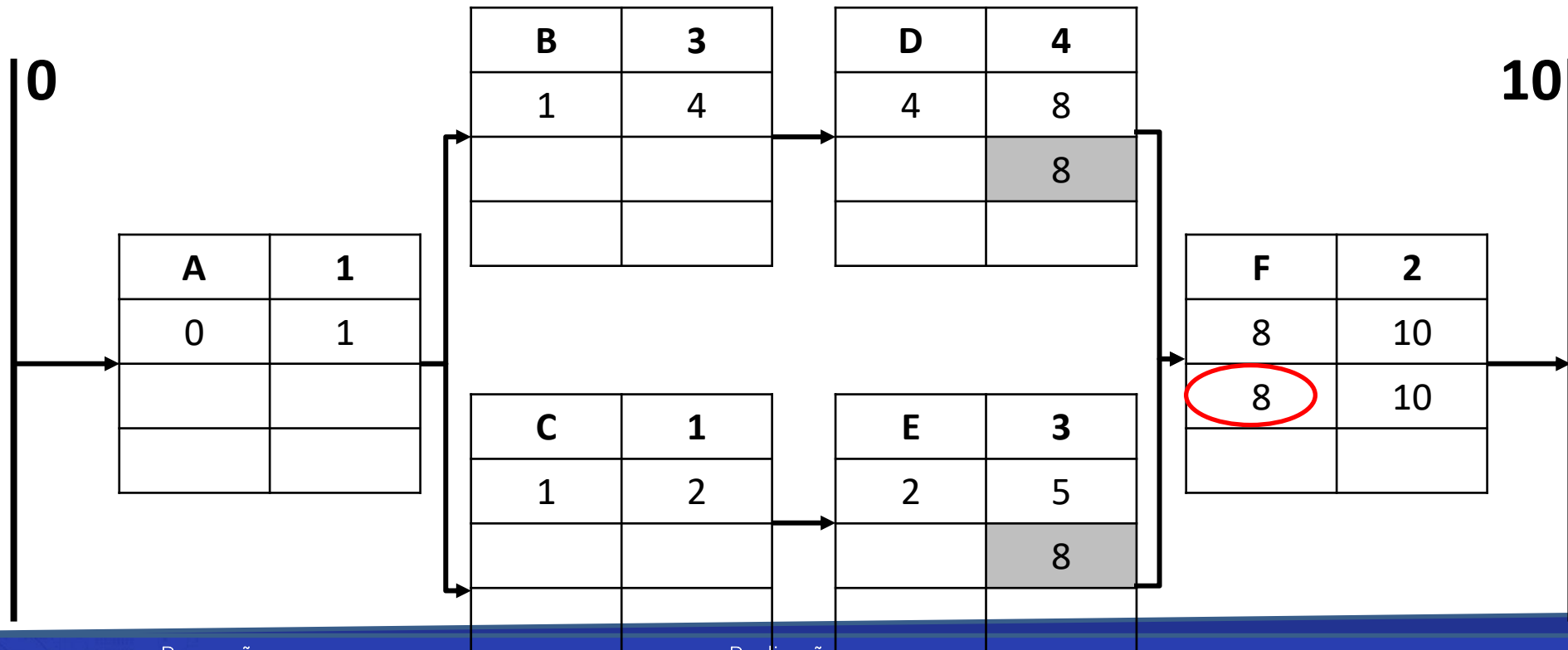


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



Promoção:



Realização

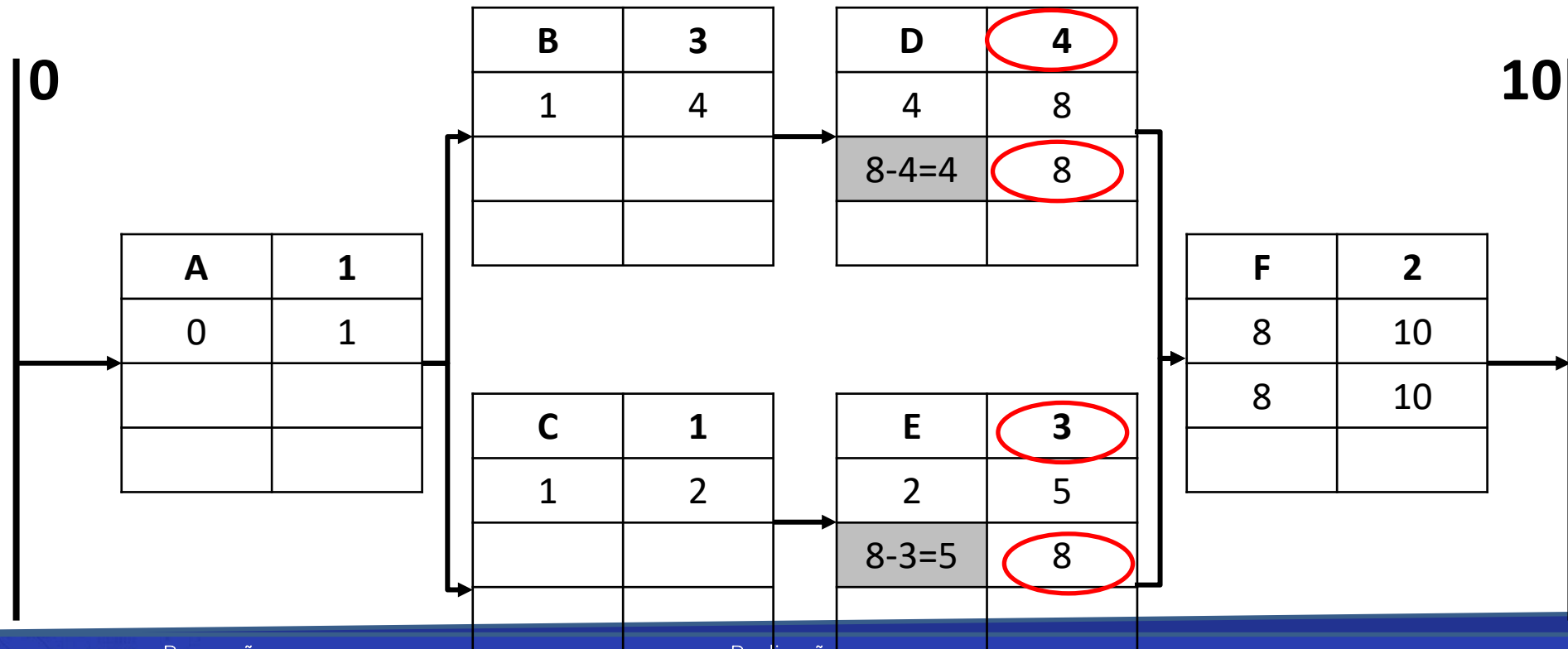


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



Promoção:



Realização

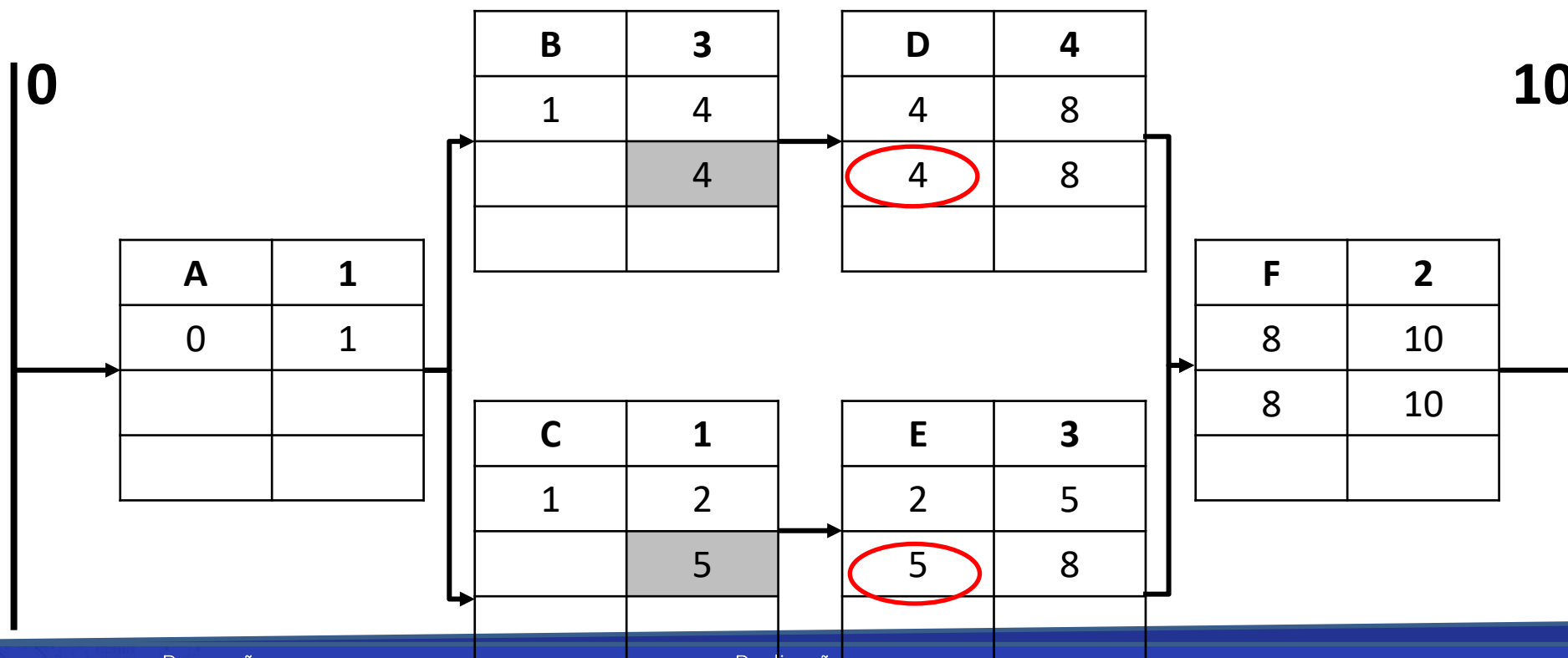


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



Promoção:



Realização:

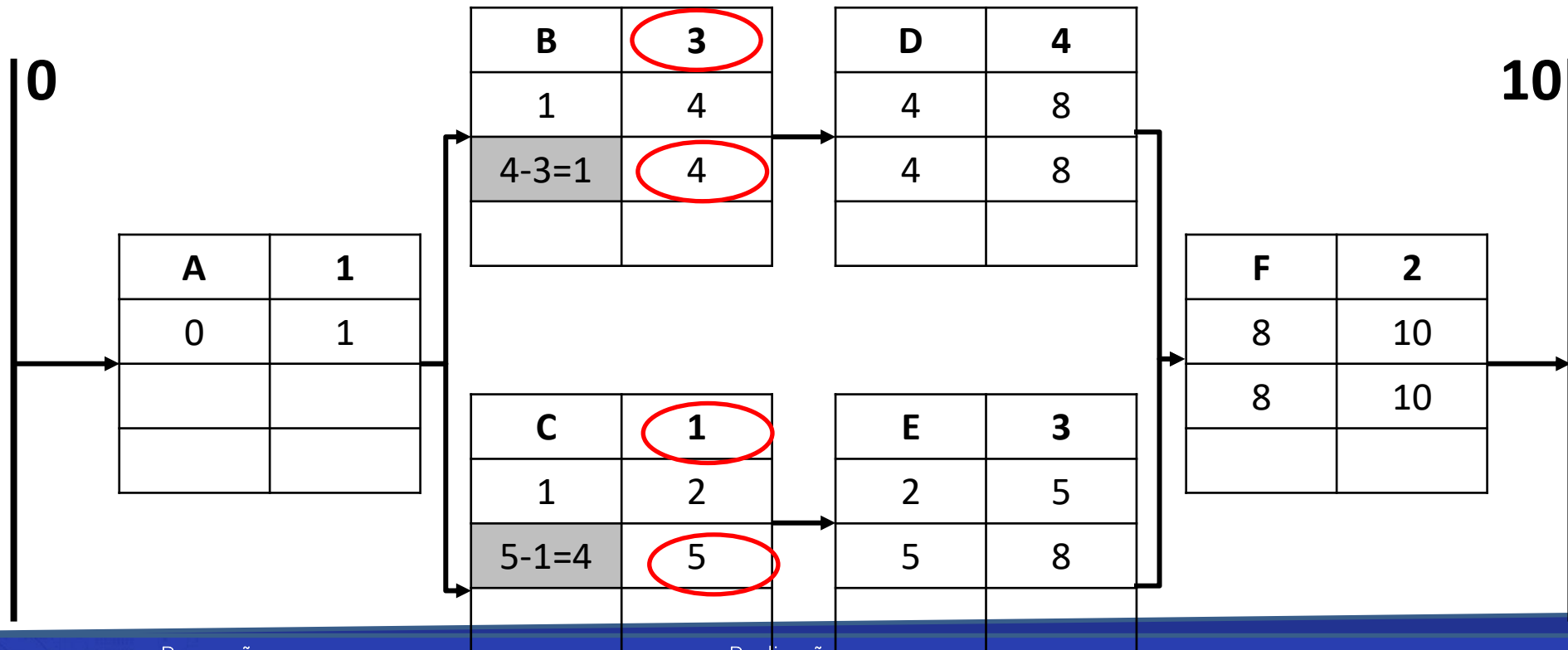


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



Promoção:



Realização

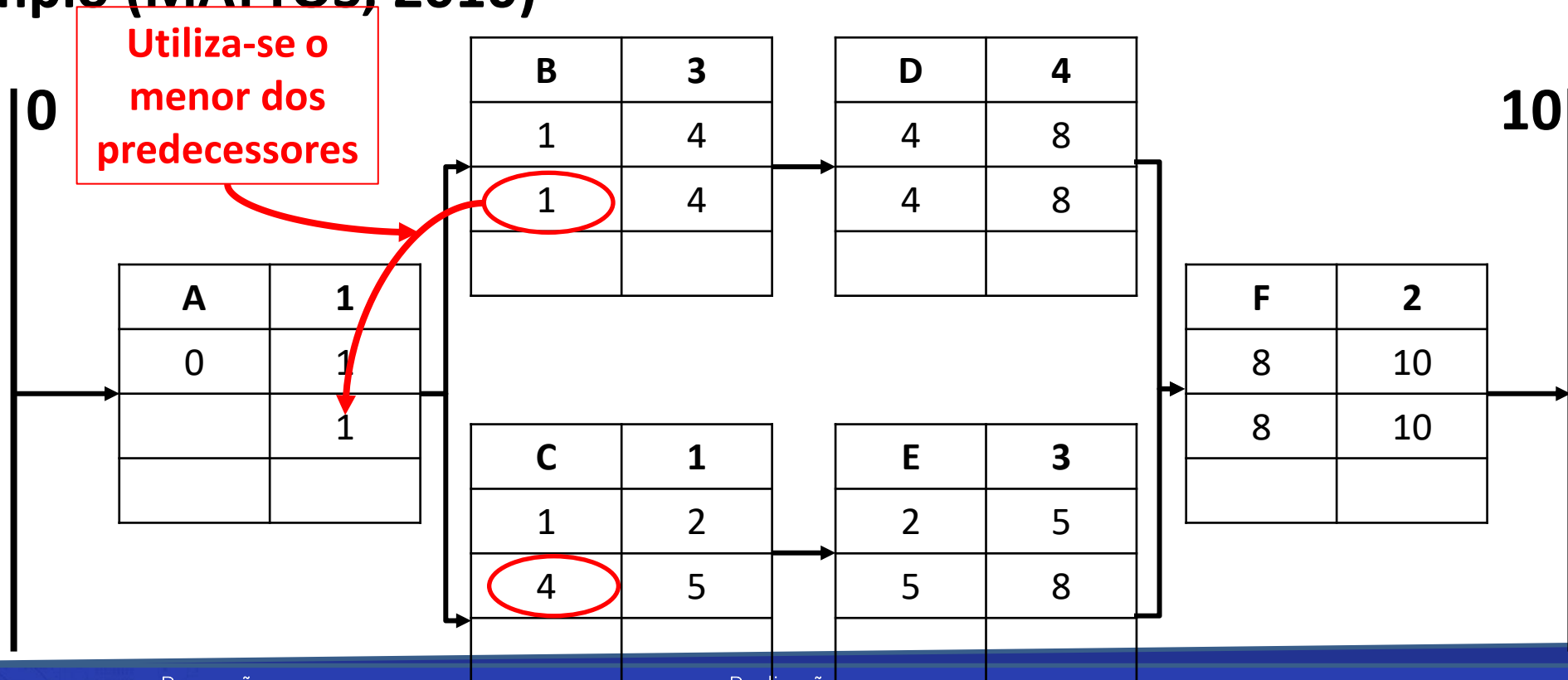


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL

#### Exemplo (MATTOS, 2010)



Promoção:



Realização:

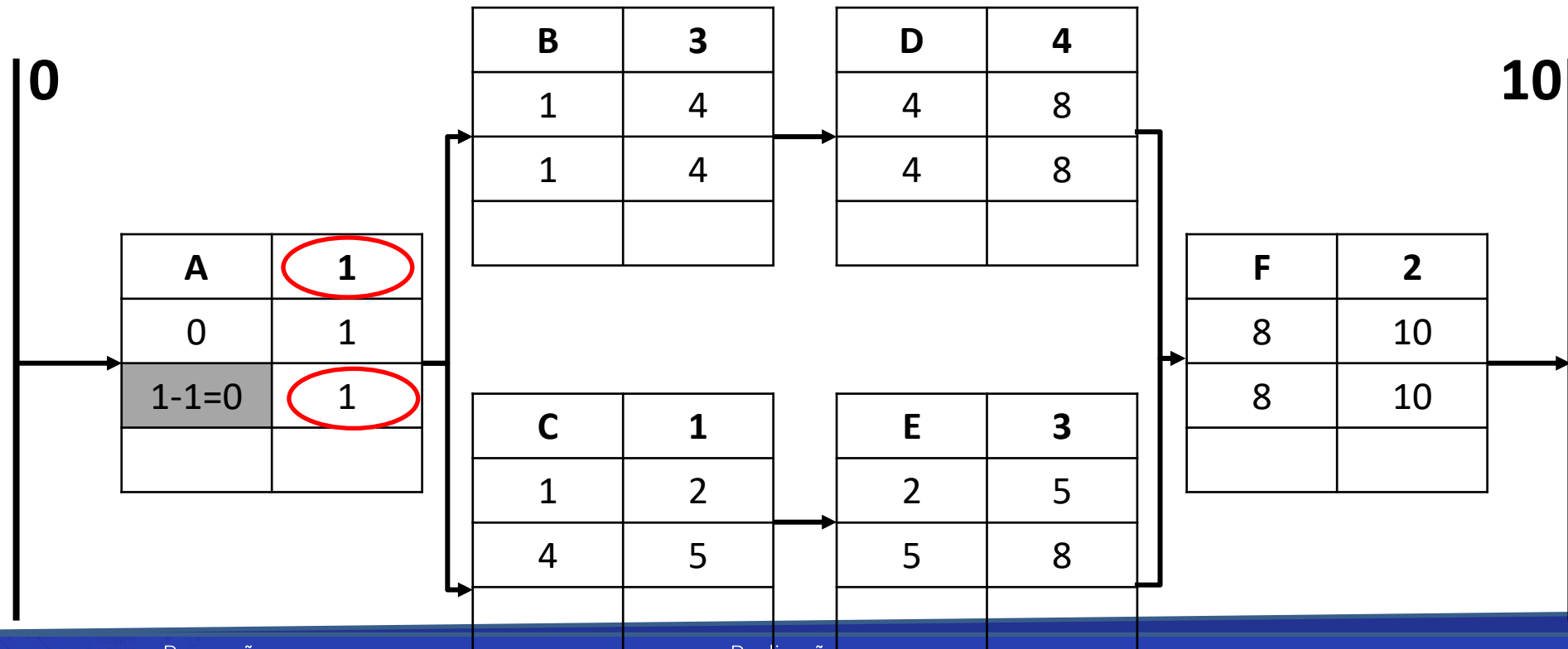


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



Promoção:



Realização

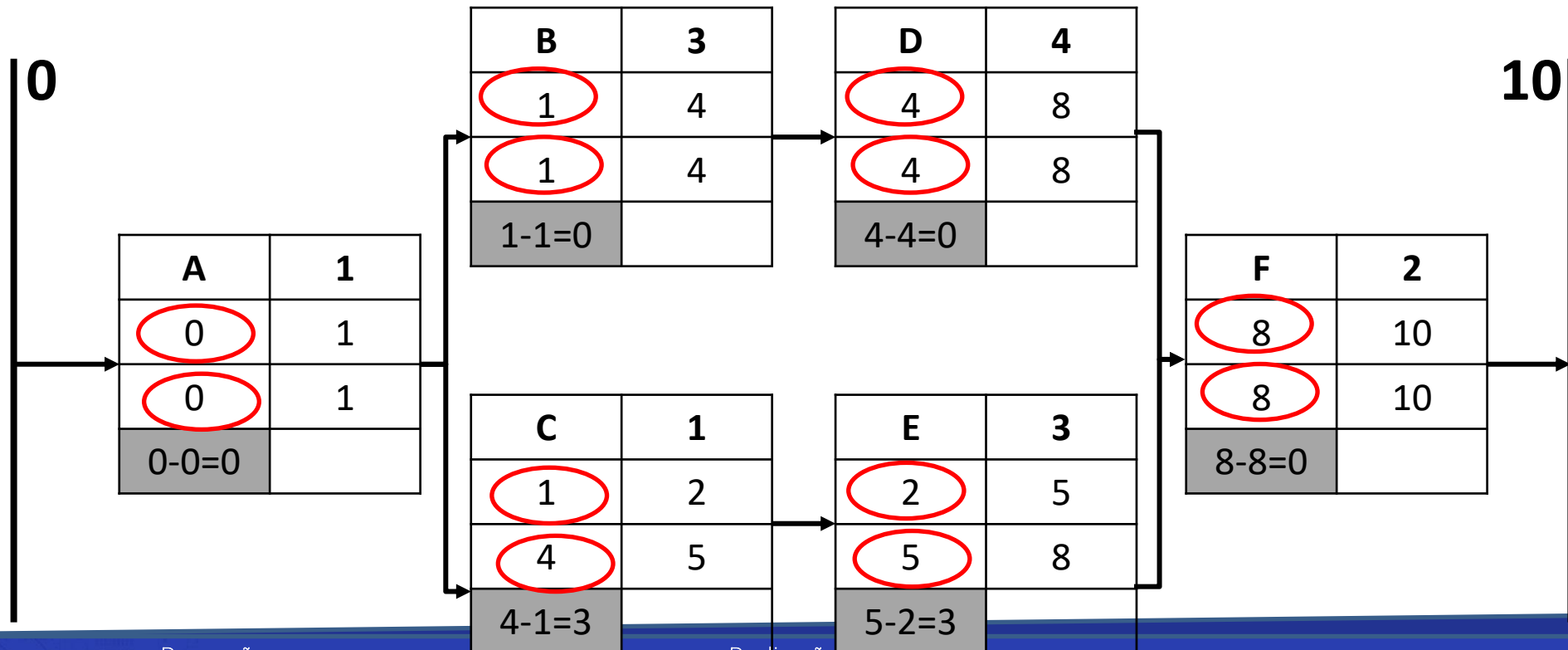


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



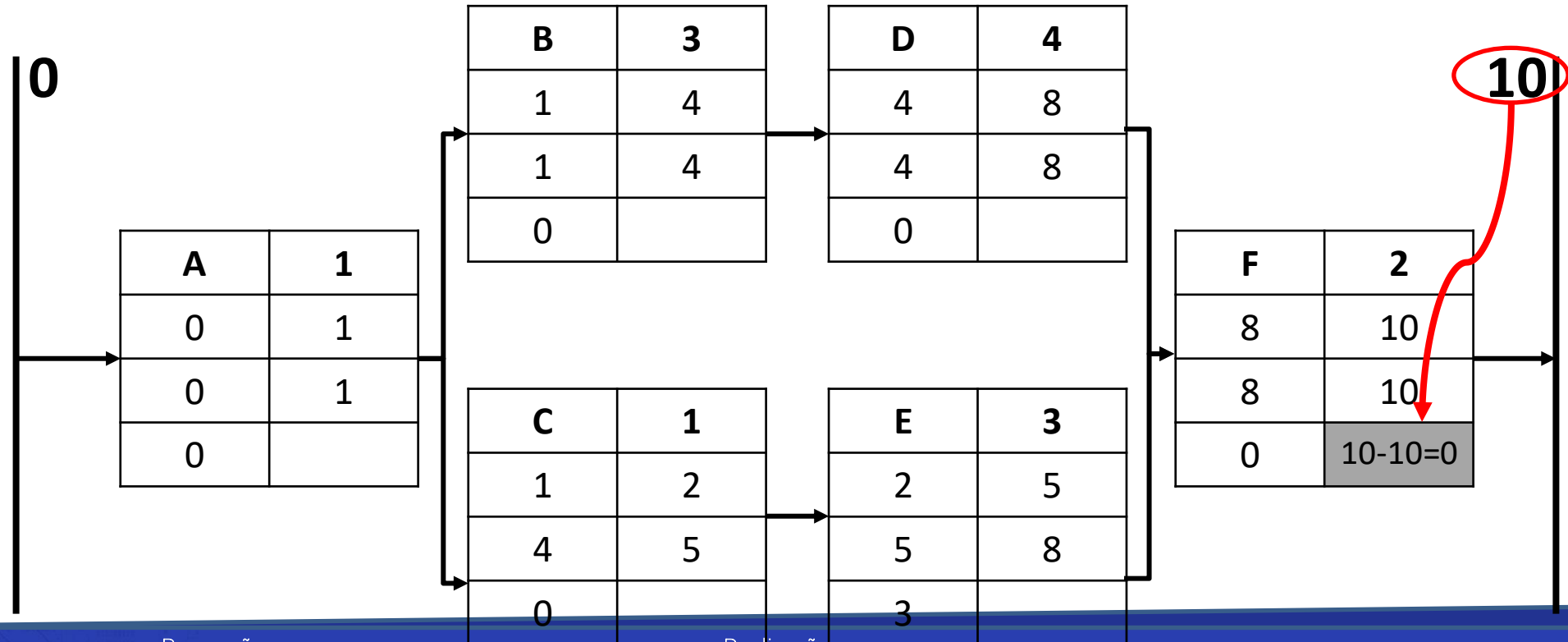


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



Promoção:



Realização:

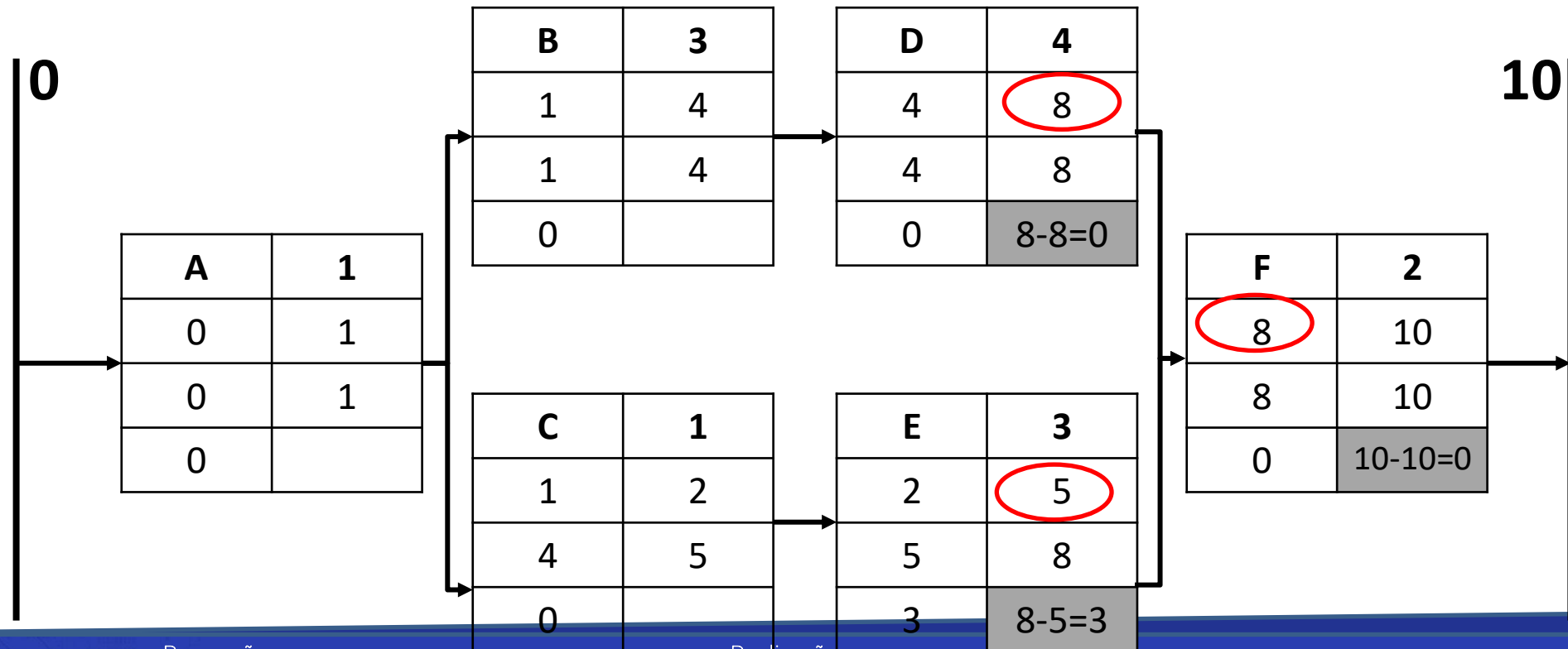


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



Promoção:



Realização

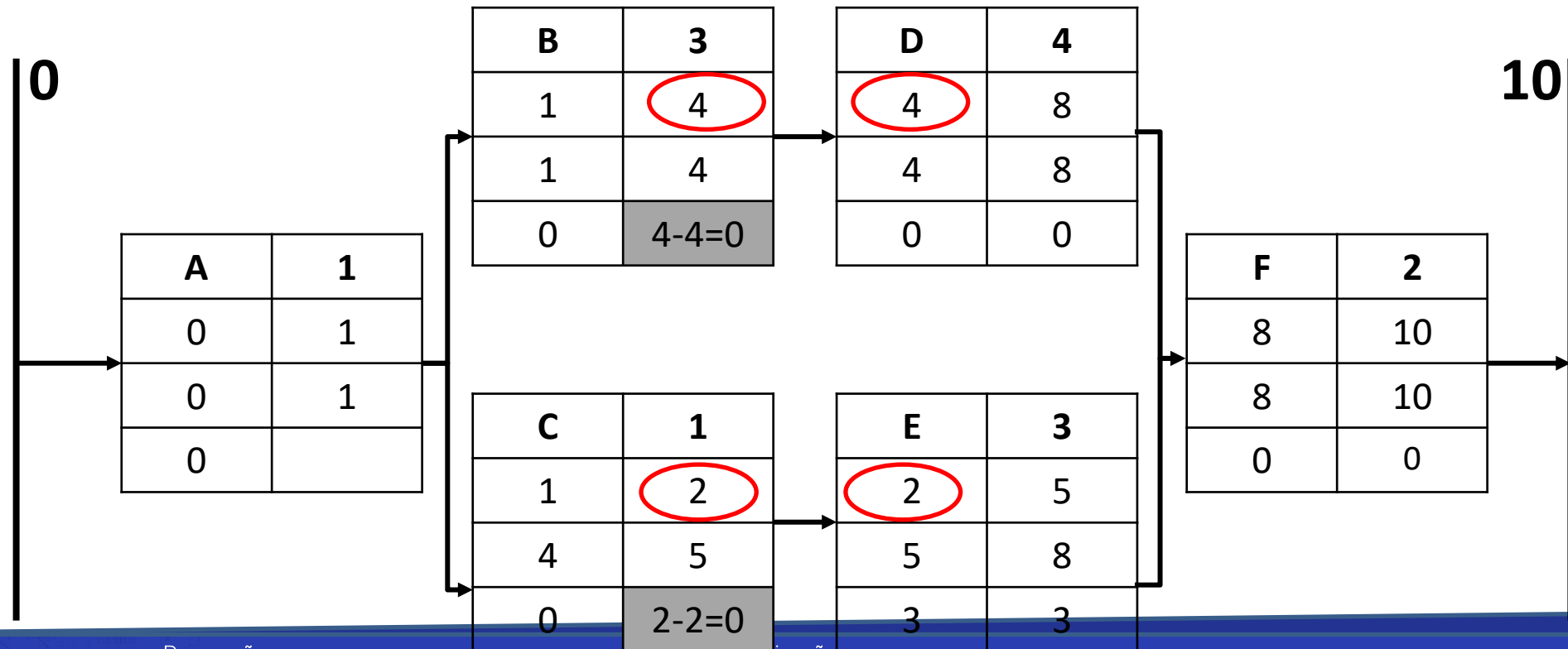


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



Promoção:



Realização

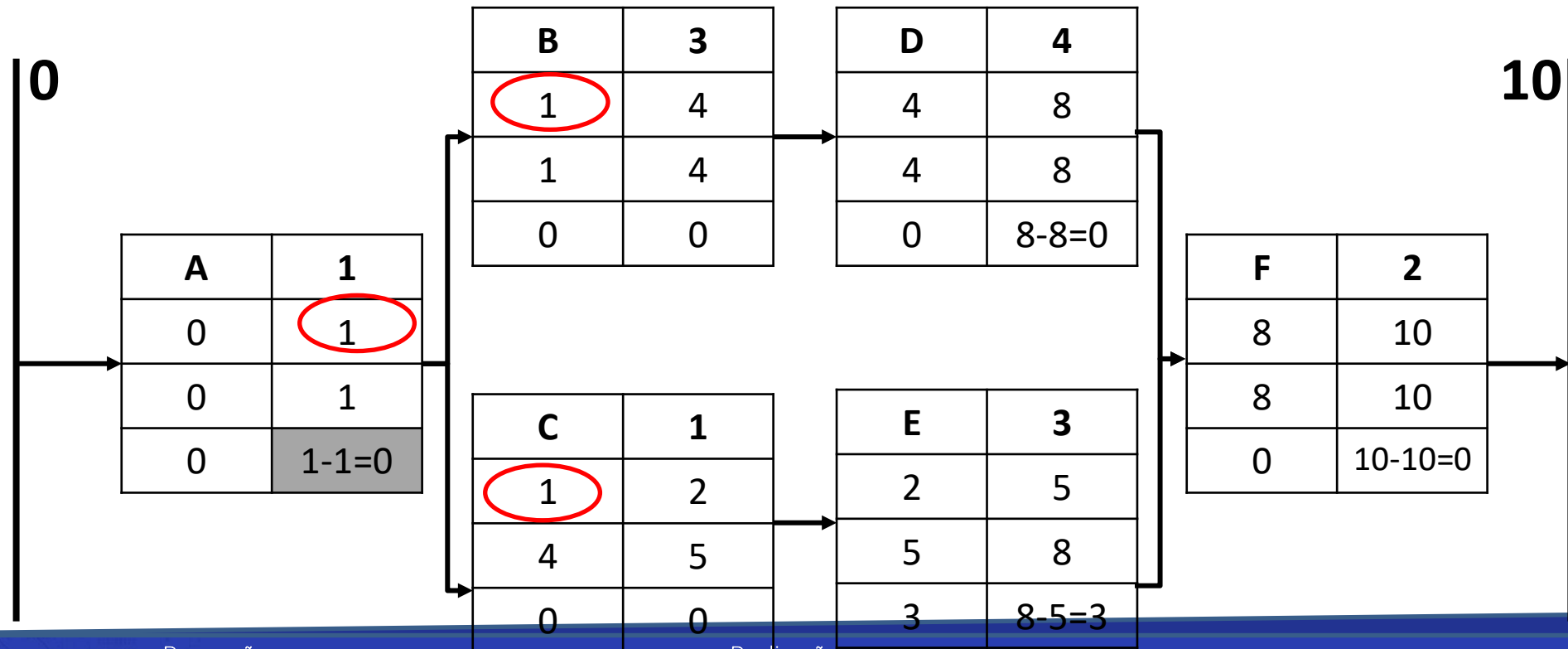


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



Promoção:



Realização

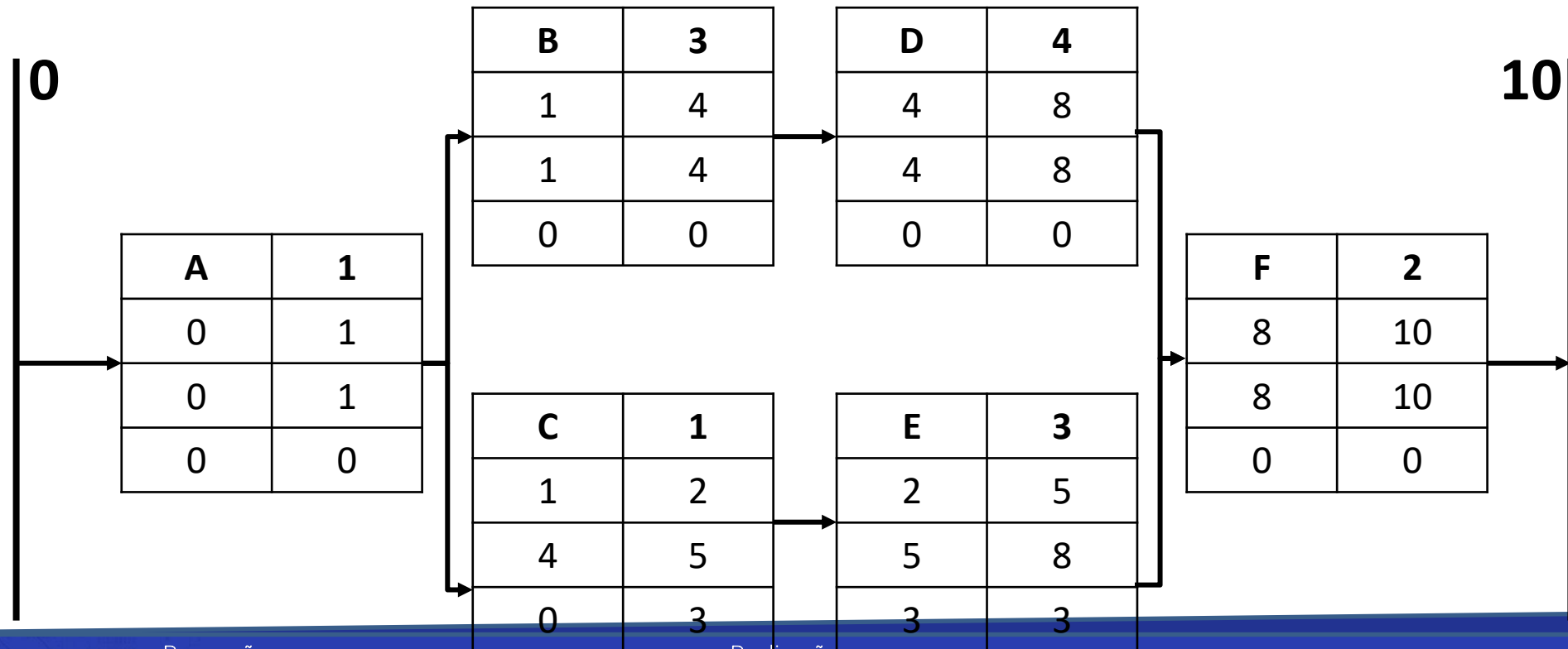


## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL



Promoção:



Realização



## PERT/CPM

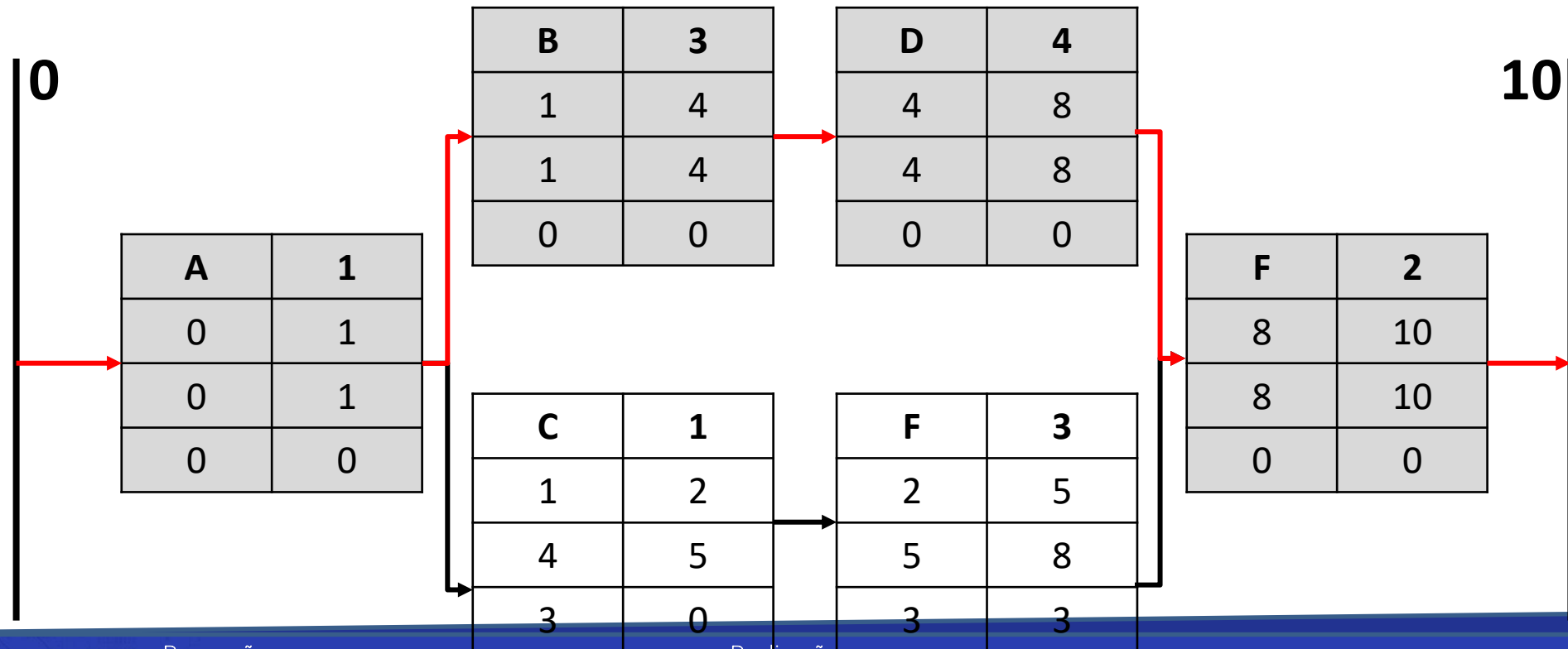
### Caminho Crítico

- **Caminho Crítico (CC)** é a sequência de **atividades críticas** compreendidas entre o início e o fim da rede. As atividades críticas apresentam as menores FT e FL (LIMMER, 2008)
- O **caminho crítico** é a sequência de atividades que concorrem para a determinação da duração total (MATTOS, 2010)

## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- Exemplo (MATTOS, 2010)



Promoção:



Realização



## PERT/CPM

### Cálculos da rede (Método dos Blocos)

- **Exercício:** Elabore o diagrama de rede, determine a duração do projeto e identifique o caminho crítico

Código	Atividade	Predecessora	Duração (dias)
A	Limpeza do terreno	-	1
B	Locação da Fundação	A	1
C	Escavação da Fundação	B	3
D	Montagem das Formas	C	2
E	Fornecimento de Aço	-	5
F	Preparação da Armação	E	4
G	Colocação da Armação	D, F	4
H	Mobilização da Betoneira	-	6
I	Instalação/Teste da Betoneira	A, H	2
J	Concretagem	G, I	1





**Duração das atividades**

## PERT/CPM

### Duração das atividades

- No PERT a duração das atividades é realizada de forma probabilística (LIMMER, 2008; MATTOS, 2010; SLACK; CHAMBER; JONHSTON, 2009):

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6} \quad \rightarrow \quad \sigma = \frac{b - a}{6}$$

Em que:

$t_e$  = tempo estimado para duração da atividade

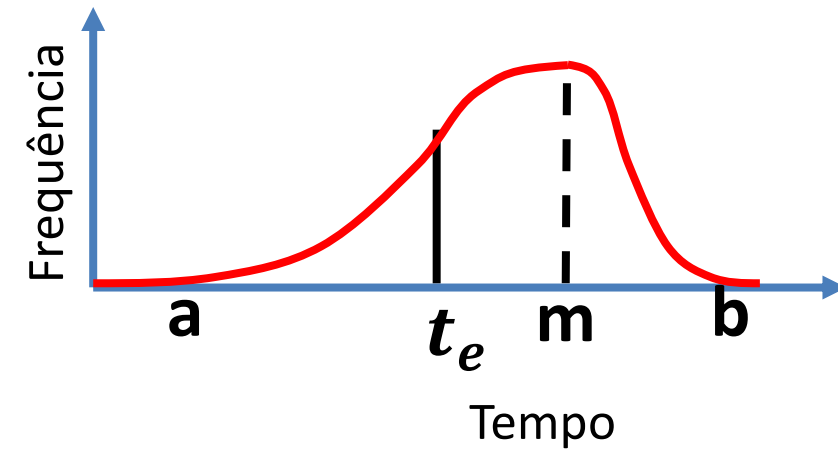
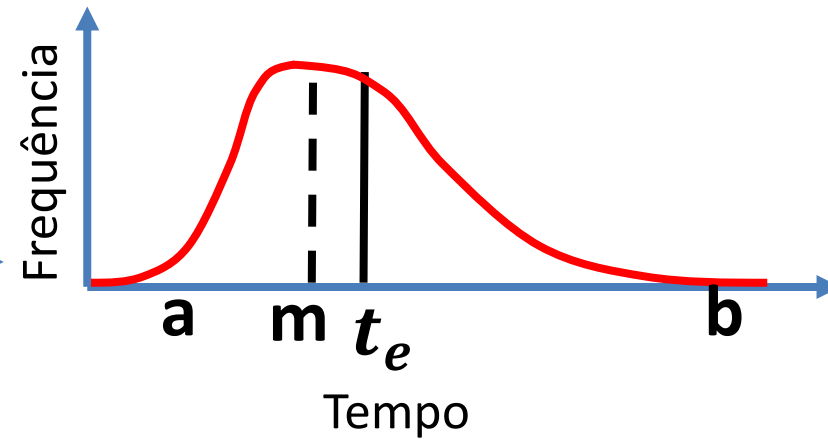
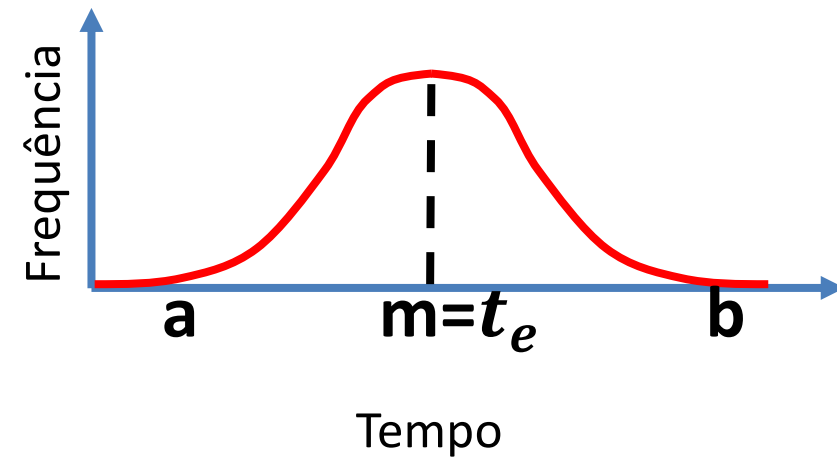
$a$  = tempo otimista para duração da atividade

$m$  = tempo mais provável para duração da atividade

$b$  = tempo pessimista para duração da atividade

## PERT/CPM

### Duração das atividades



Fonte: Mattos (2010)

## PERT/CPM

### Duração das atividades

- Para cada atividade é feita uma única determinação da Duração
  - Histórico de prazos e condições de execução para cada atividade
  - O CPM pressupõe que exista uma distribuição normal para as durações das várias atividades, contrapondo a incerteza inerente ao desenvolver do projeto
- Baseada em experiência pregressa e, portanto, **determinística**

Fonte: Limmer (2008)



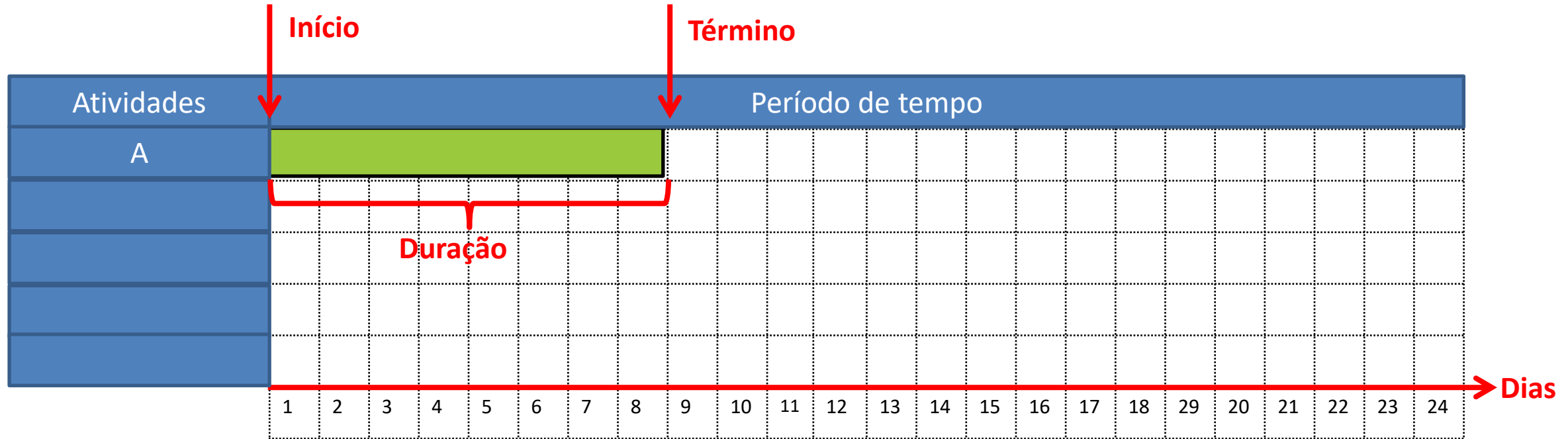
# Cronogramas de barras

## Cronograma de Barras

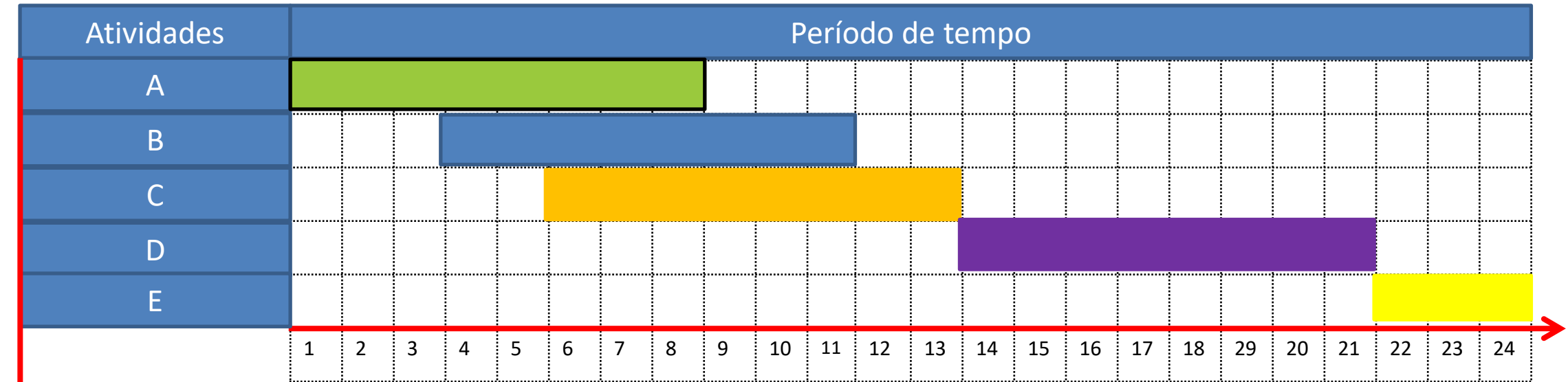
- Cronograma de barras ou gráfico de Gantt é uma das formas mais utilizadas e permite enxergar facilmente a duração das atividades
- Consiste de uma lista de atividades de um projeto em uma coluna e as respectivas durações, representadas por barras horizontais, em colunas adjacentes, com extensão de acordo com a unidade de tempo adotada no projeto
- São amplamente utilizados na representação de cronogramas de demanda de mão de obra, de materiais e de equipamentos, sendo de fundamental importância no uso da técnica de alocação e nivelamento dos recursos

**Fonte:** Limmer (2008)

## Cronograma de Barras



## Cronograma de Barras



Recomenda-se que sejam ordenadas pelo seu início na obra



## Cronograma de Barras

### Vantagens

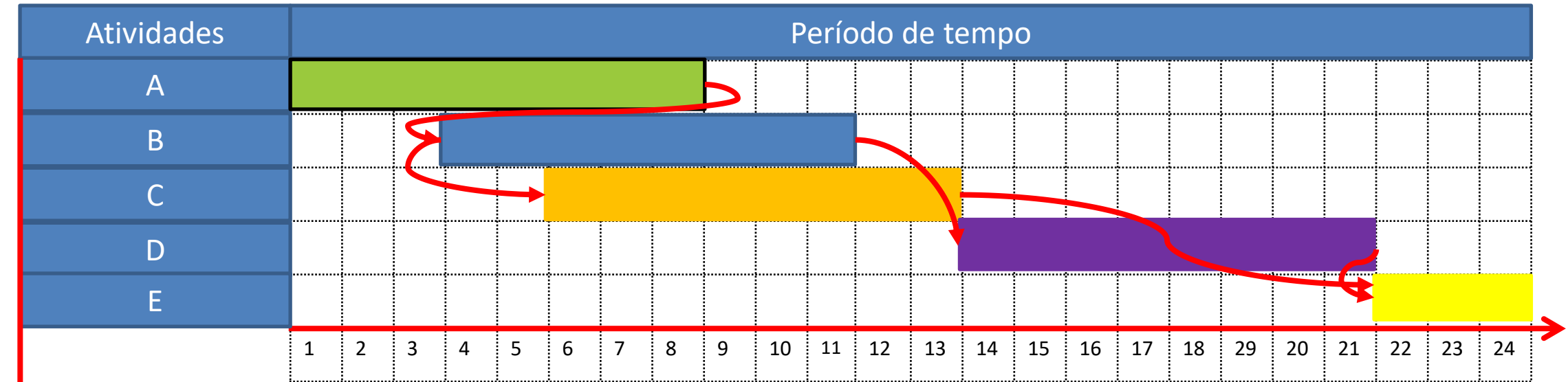
- É simples, de fácil aplicação e entendimento
- Pode ser empregado como complemento às outras técnicas de planejamento
- Ideal para um cronograma com poucas atividades com duração relativamente curta, como é o caso do detalhamento de pacotes de trabalho

### Desvantagens

- Em sua forma básica não mostra a relação entre as atividades
- Quando apresenta a interdependência entre as atividades o faz por meio de setas que torna o gráfico complexo
- Datas de início e fim das atividades, assim como as folgas devem ser definidas com antecedência (antes de se desenhar o gráfico), pois qualquer mudança implicará em redesenho, o que lhe confere certa rigidez

**Fonte:** Limmer (2008)

## Cronograma de Barras

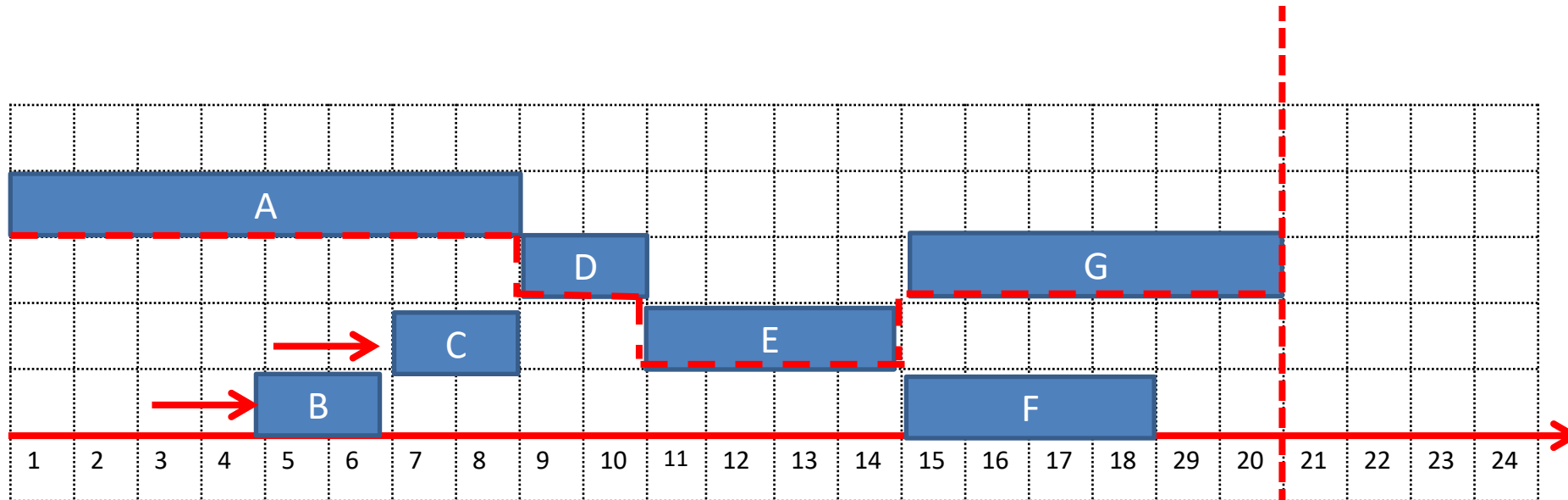


Recomenda-se que sejam ordenadas pelo seu início na obra



## Cronograma de Barras

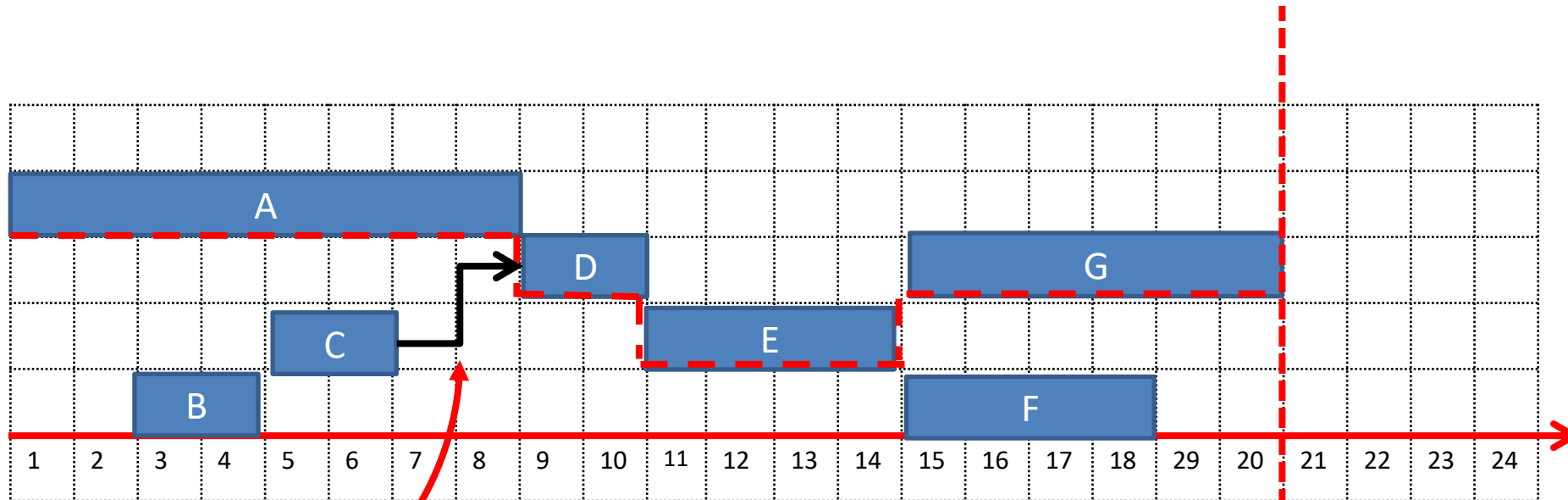
- Interpretando folga livre, folga total, caminho crítico e duração do projeto



**Prazo Planejado=20 DIAS**

## Cronograma de Barras

- Interpretando folga livre, folga total, caminho crítico e duração do projeto



**Folga**

**Prazo Planejado=20 DIAS**

Unid. Básicas

A

B

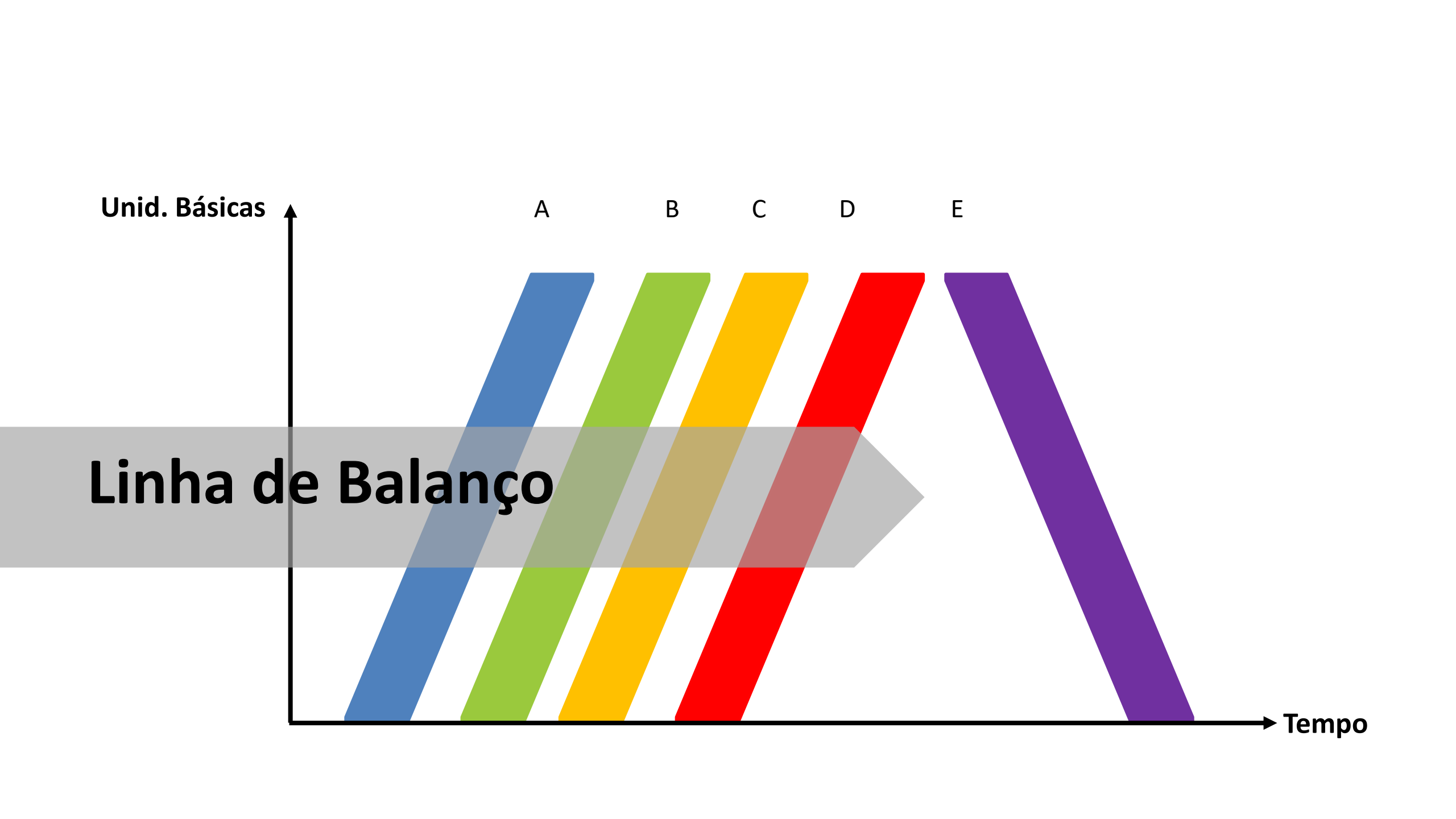
C

D

E

Linha de Balanço

Tempo

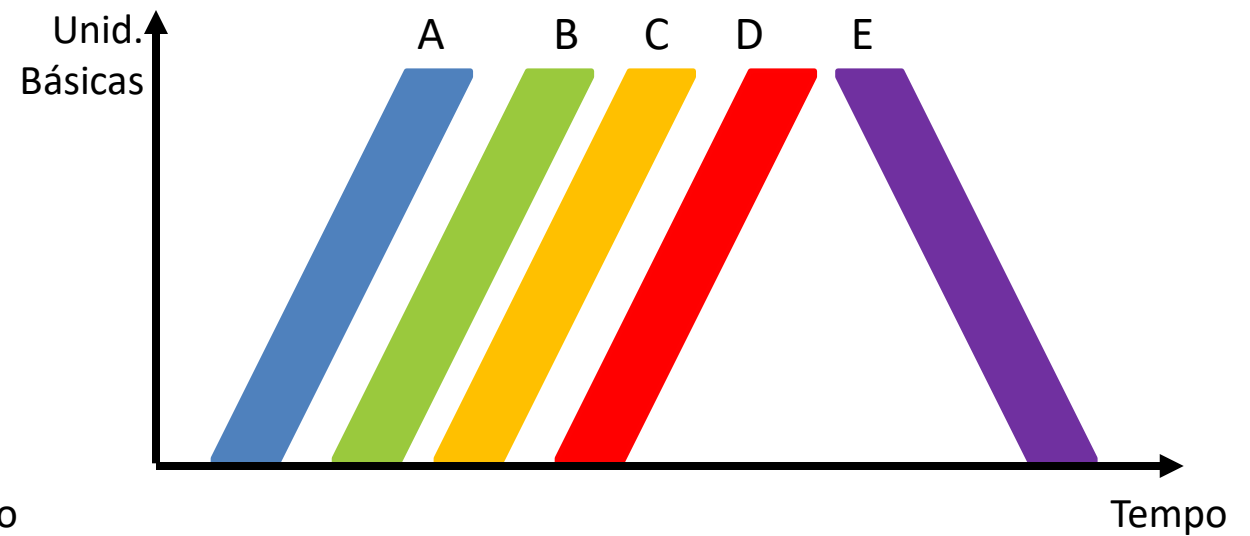
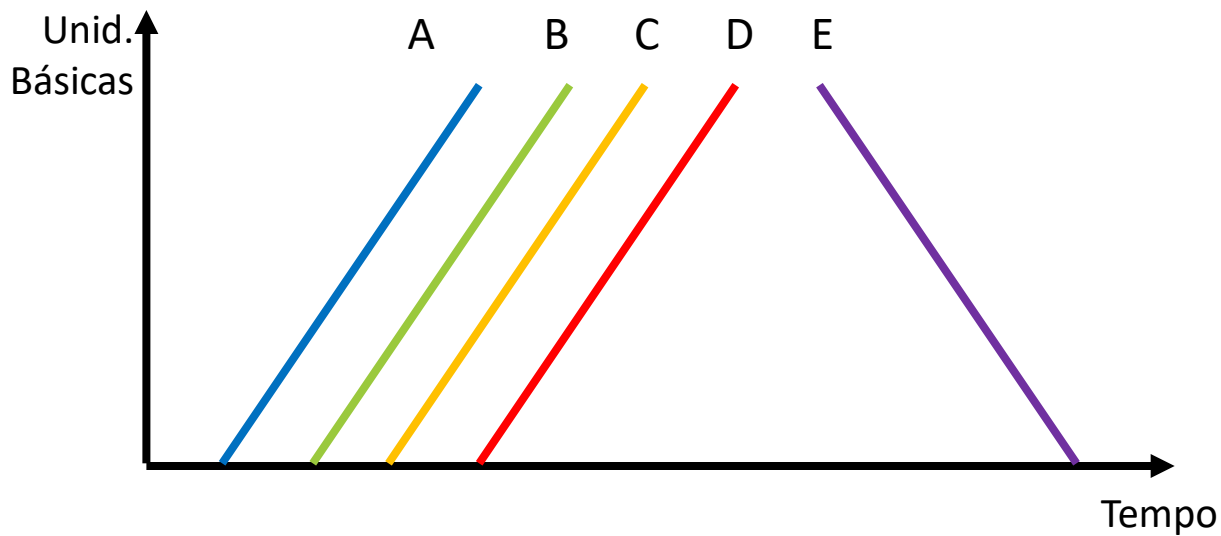


## Linha de Balanço

- A Linha de Balanço é uma técnica utilizada para o planejamento e programação de projetos com **atividades repetitivas** que tem por objetivo realizar uma programação de trabalho com a **utilização contínua seus recursos** (DAMCI; ARDITI; POLAT, 2013).
- Também é conhecida como técnica do tempo-caminho (LIMMER, 2008; MATTOS, 2010)
- **Origem:** Goodyear Tire and Rubber Company (AL SARRAJ, 1990; SUHAIL; NEALE, 1994)
- **Aplicações na construção:**
  - Década de 70, aplicada à projetos habitacionais no Reino Unido (SUHAIL; NEALE, 1994)
  - Década de 30, na construção do Empire State Building (SOUSA; MONTEIRO, 2011)

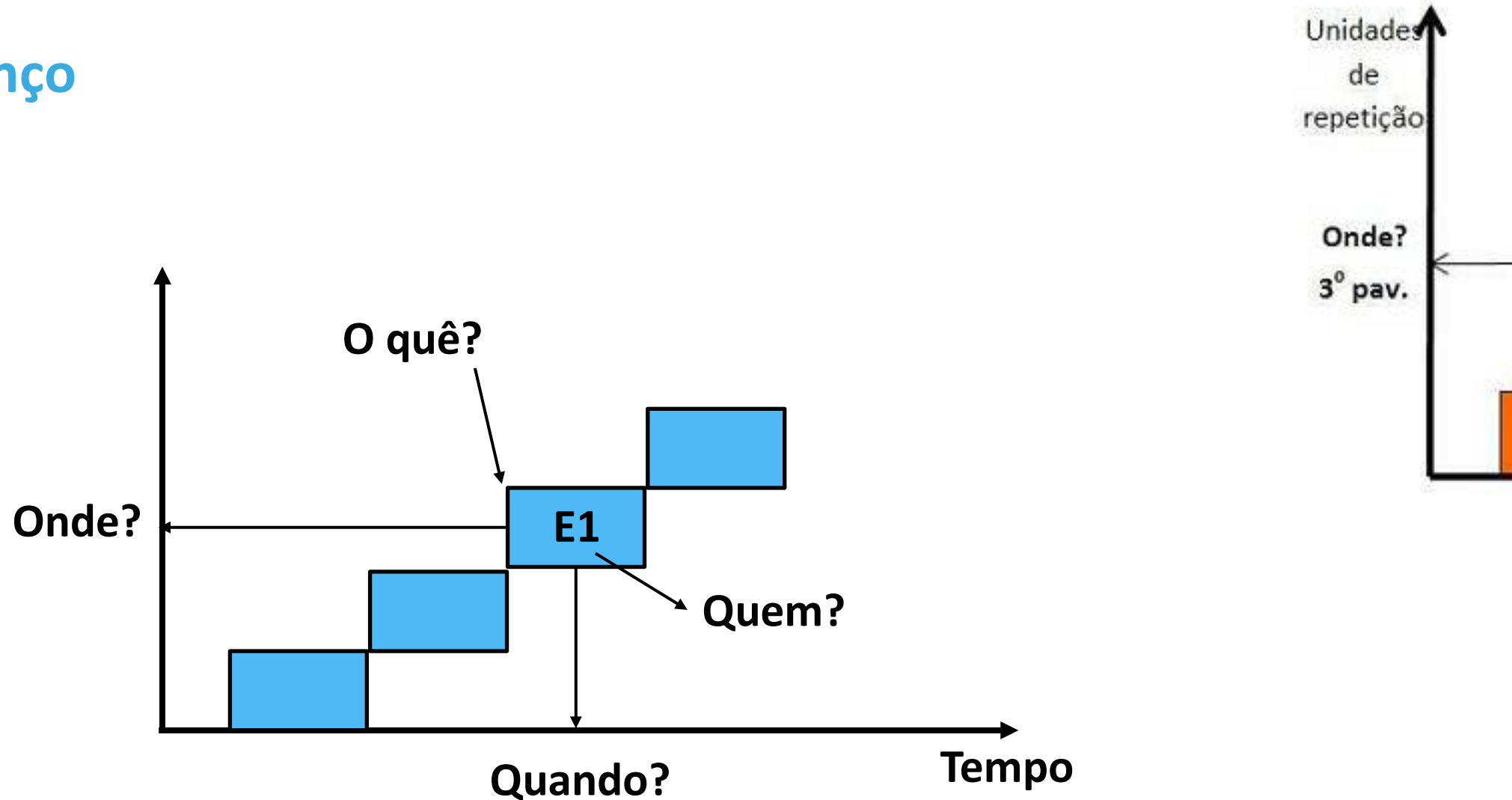
## Linha de Balanço

- Consiste de um gráfico em “[...] **eixos de cartesianos**, linhas que representam, cada uma delas, uma atividade e seu respectivo andamento, conforme [...]” (LIMMER, 2008, p. 51)



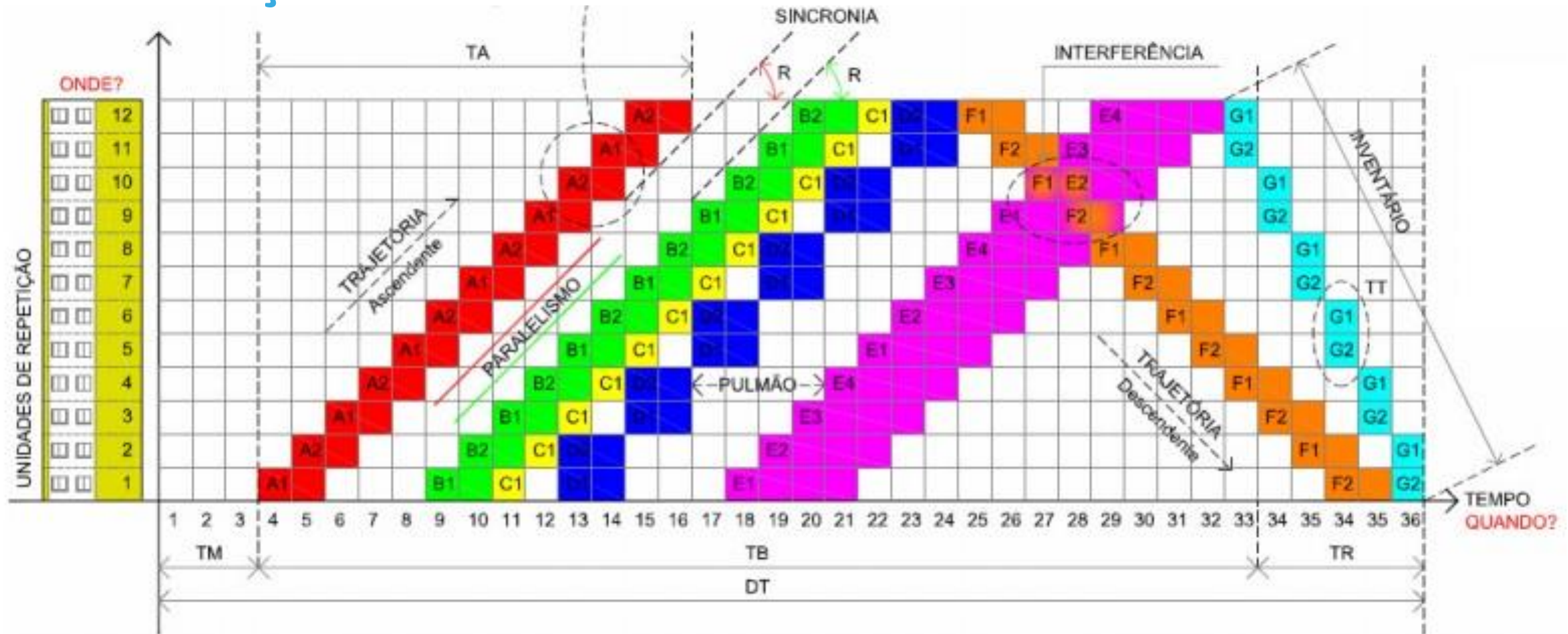


## Linha de Balanço



Fonte: Mendes Junior (1999)

## Linha de Balanço

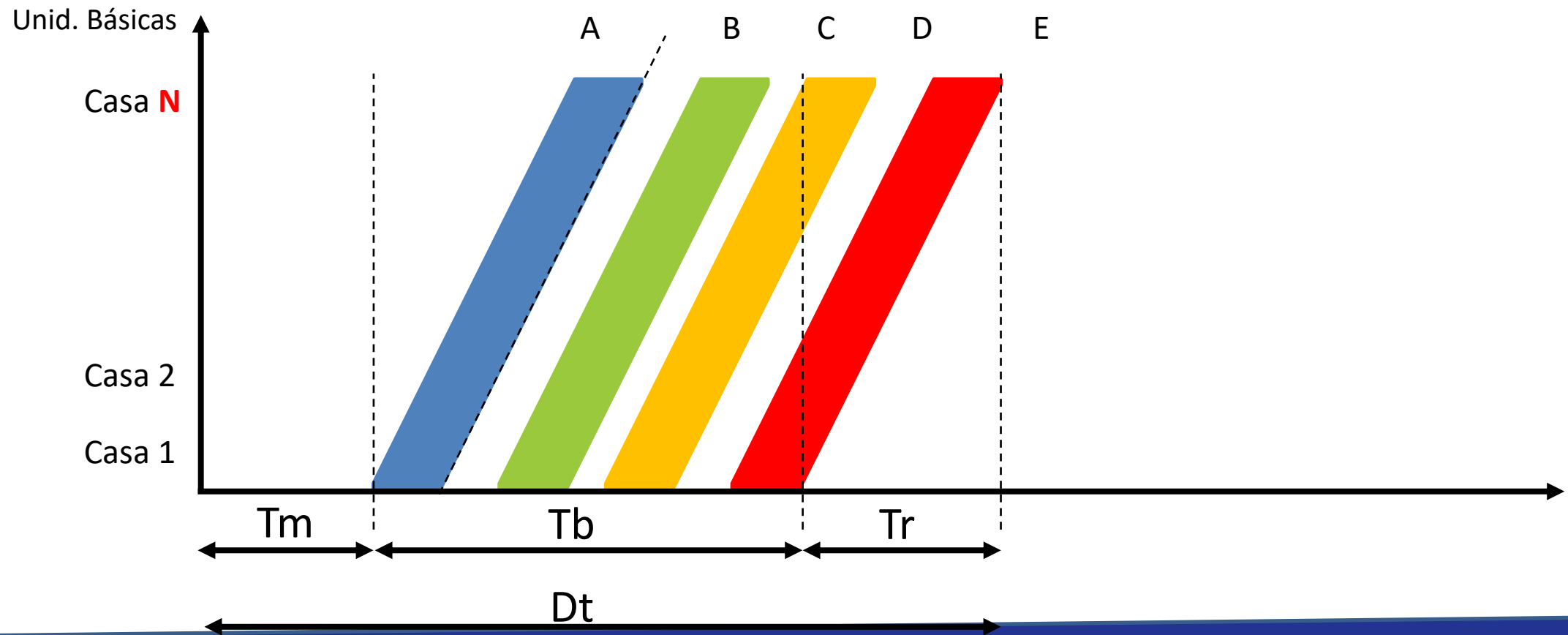


Fonte: Monteiro *et al.* (2007)

## Linha de Balanço

Conceito	Monteiro et al (2007)	Pinheiro (2009)	Lucko, Alves e Angelim (2013)	Moura, Monteiro e Heineck (2014)
Ritmo	X	x		X
Sincronia	X		X	X
Paralelismo	X		X	X
Inventário	X			X
Tempo de Ciclo	X		X	X
Tempo de Atravessamento (Lead time)	X		X	X
5W2H e pacotes de serviços	X			
Interferência	X		X	X
Pulmão	X		X	X
Trajectoria e sequencia das atividades	X		X	X
Integração dos planejamentos de longo, médio e curto prazo				X
minimização da produção e transferência de lotes		X		X
PDCA				X
Nivelamento da produção		X		X
Produção puxada				

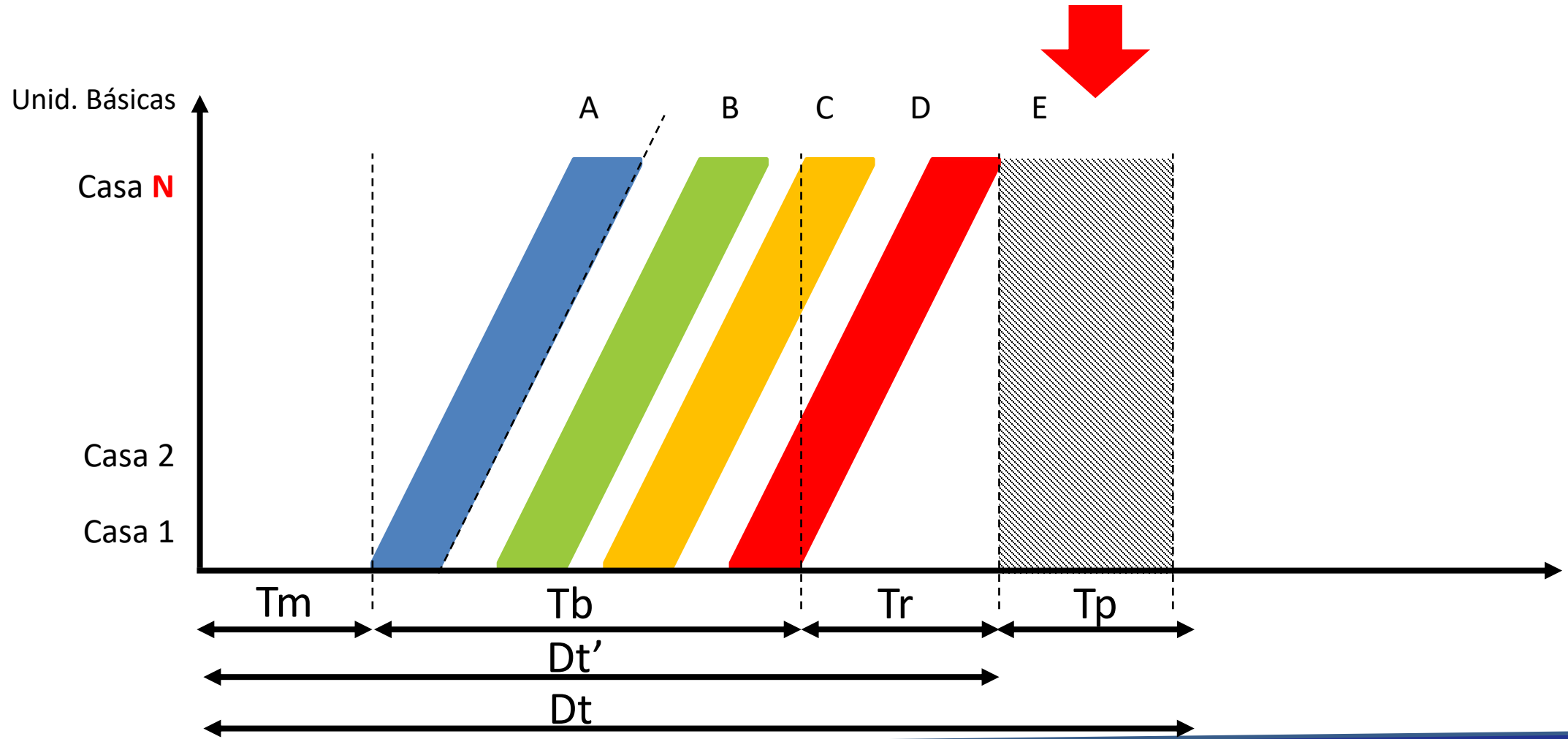
## Linha de Balanço



## Linha de Balanço

- **n** = número total de unidades de repetição → **Deve ser calculado**
- **T<sub>m</sub>** = tempo de mobilização, representa o tempo gasto com execução de atividades não repetitivas, como por exemplo, preparação do canteiro e execução de fundações → **Predeterminado pela empresa**
- **T<sub>b</sub>** = tempo de base, é o tempo necessário para a execução de todas as atividades numa unidade de repetição → **Deve ser calculado**
- **T<sub>r</sub>** = tempo de ritmo, é o tempo necessário para a execução de todas as unidades de repetição menos a primeira → **Deve ser calculado**
- **Ritmo** é a taxa de execução das unidades repetitivas, definido em número de unidades repetitivas por unidade de tempo → **Deve ser calculado**
- **D<sub>t</sub>** = duração total do projeto. É o somatório do tempo de mobilização (**T<sub>m</sub>**), tempo de base (**T<sub>b</sub>**) e o tempo de ritmo (**T<sub>r</sub>**). → **Predeterminado pela empresa**

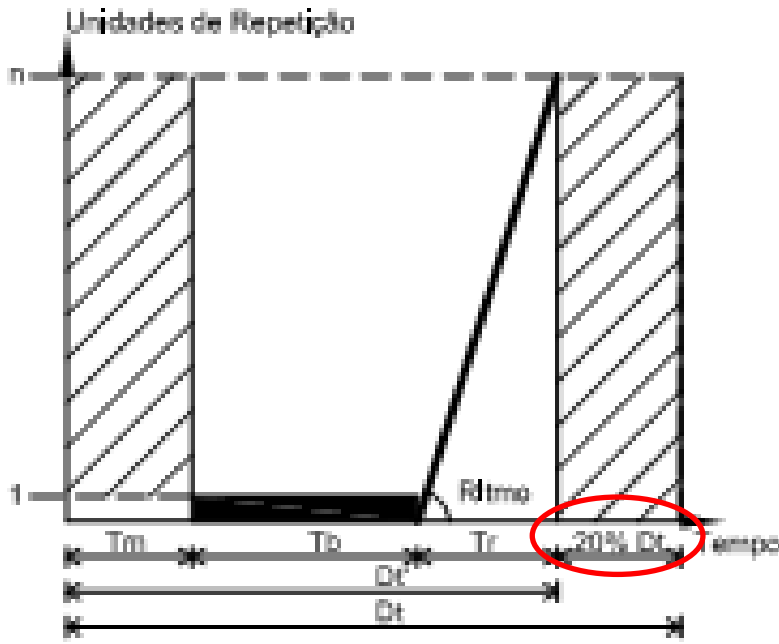
## Linha de Balanço



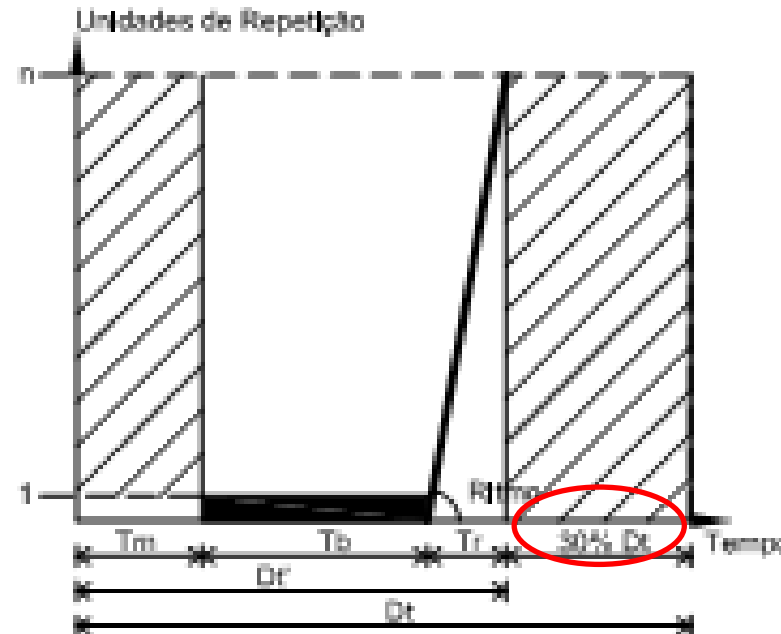
## Pulmão

- Heineck (2013) verificou que no cálculo das durações totais do projeto, deve-se destinar um **tempo de folga** para que o mesmo possa ser utilizado no caso de ocorrer eventuais imprevistos durante a execução do empreendimento
- A folga deve ser de acordo com o tipo de obra (HEINECK, 2013).

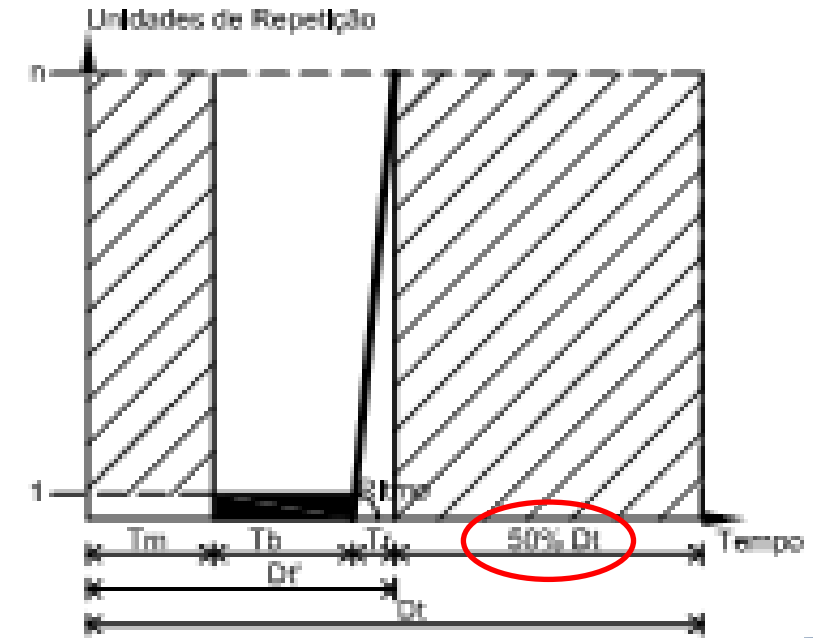
Casas isoladas e germinadas



Vários blocos



Edifícios com múltiplos pavimentos



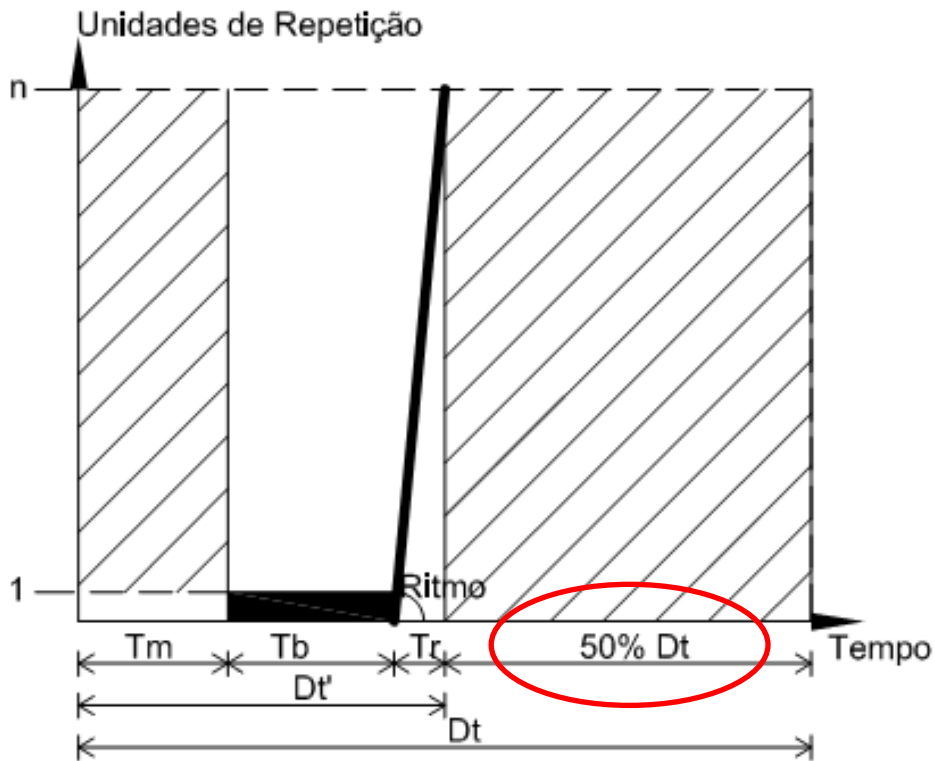
Promoção:

Realização

## Pulmão

- A folga deve ser de acordo com o tipo de obra (HEINECK, 2013).

Edifícios com múltiplos pavimentos



- Pouco provável que 50% do prazo da obra seja remanejado apenas para folga
- Alguns autores recomendam que a folga deve ser calculada a partir do conceito de pulmão advindo da **Teoria das Restrições**

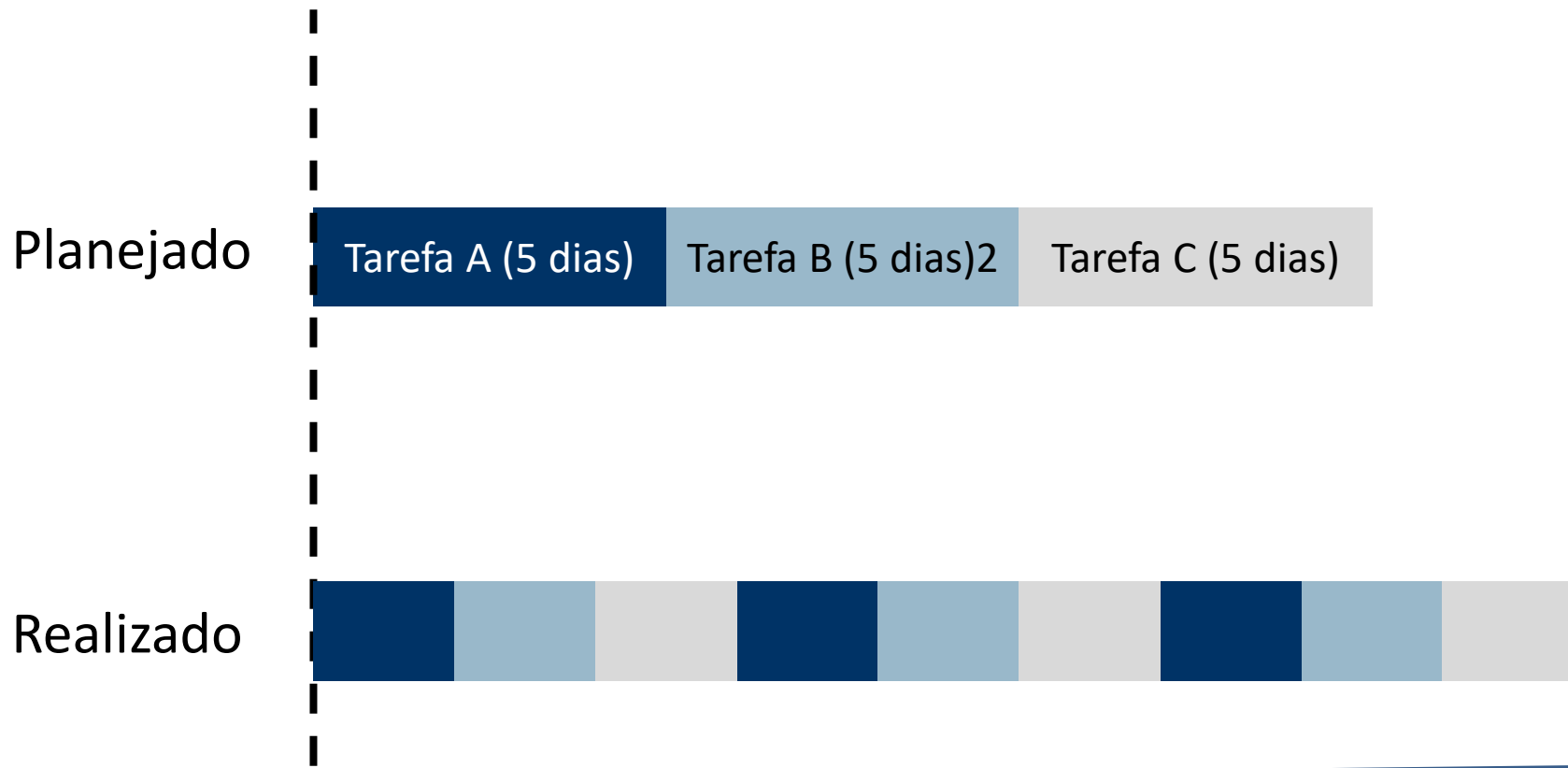


## Pulmão

- Pela perspectiva da **Teoria das Restrições**, o tempo de folga deve levar em consideração
  - Ao se realizar uma estimativa de duração, 50% do prazo estimado é estimado para dar “segurança”, ou seja, 50% do prazo estimado é “gordura”, devido à:
    - **Multitarefa nociva**: mudança constante de prioridades, fazendo com que interrompa uma tarefa e trabalhe em outra. A multitarefa nociva força as pessoas a dar estimativas maiores do que o necessário para as tarefas.
    - **Lei de Murphy**: “Tudo o que puder dar errado dará”, ou seja, se existe 1% de probabilidade de dar errado, vai dar errado
    - **Lei de Parkinson**: A multitarefa e a Lei de Murphy faz os membros da equipe embutirem maior segurança nas estimativas de tarefas
    - **Síndrome do Estudante (procrastinação)**: adiar o trabalho até o último momento possível

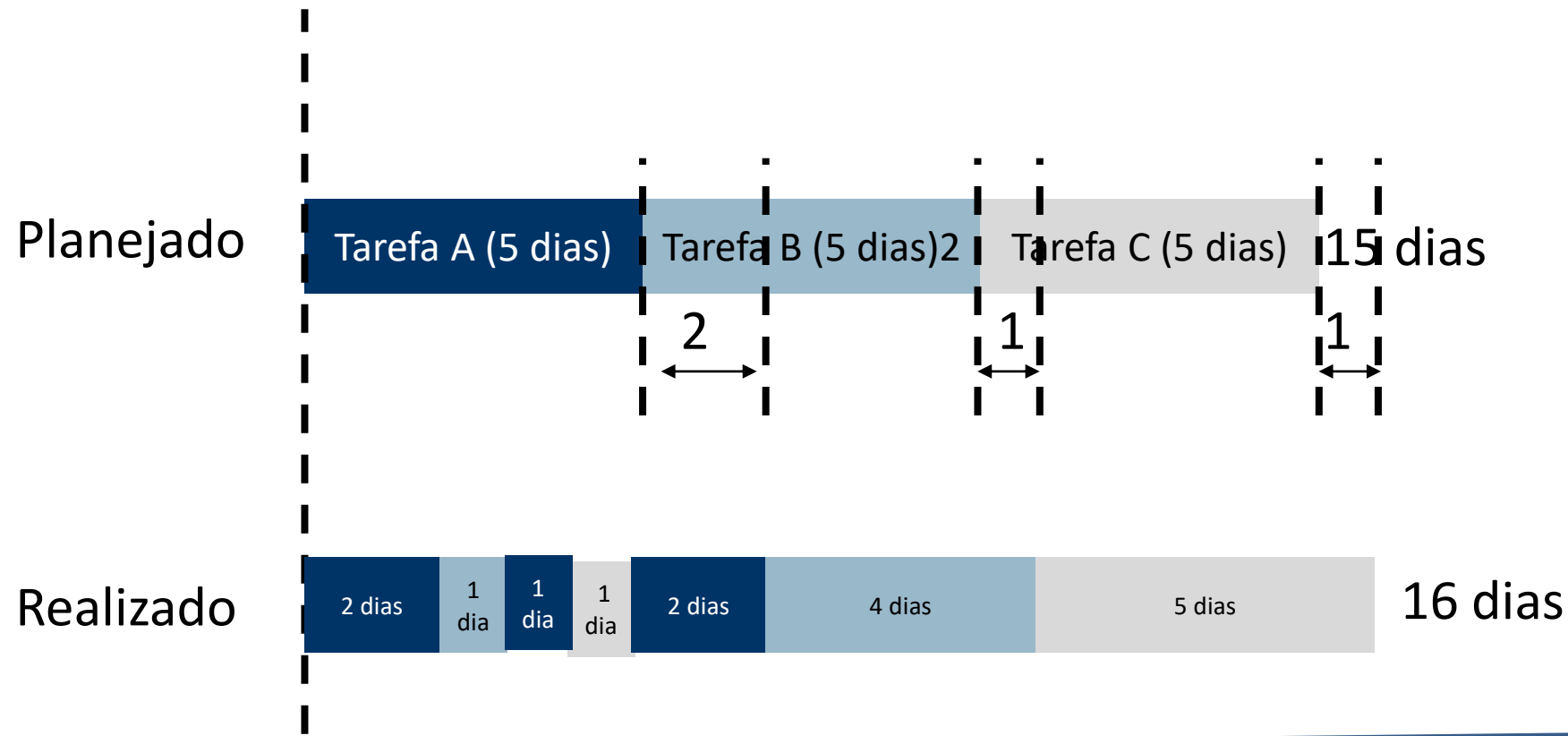
## Pulmão

- Multitarefa nociva



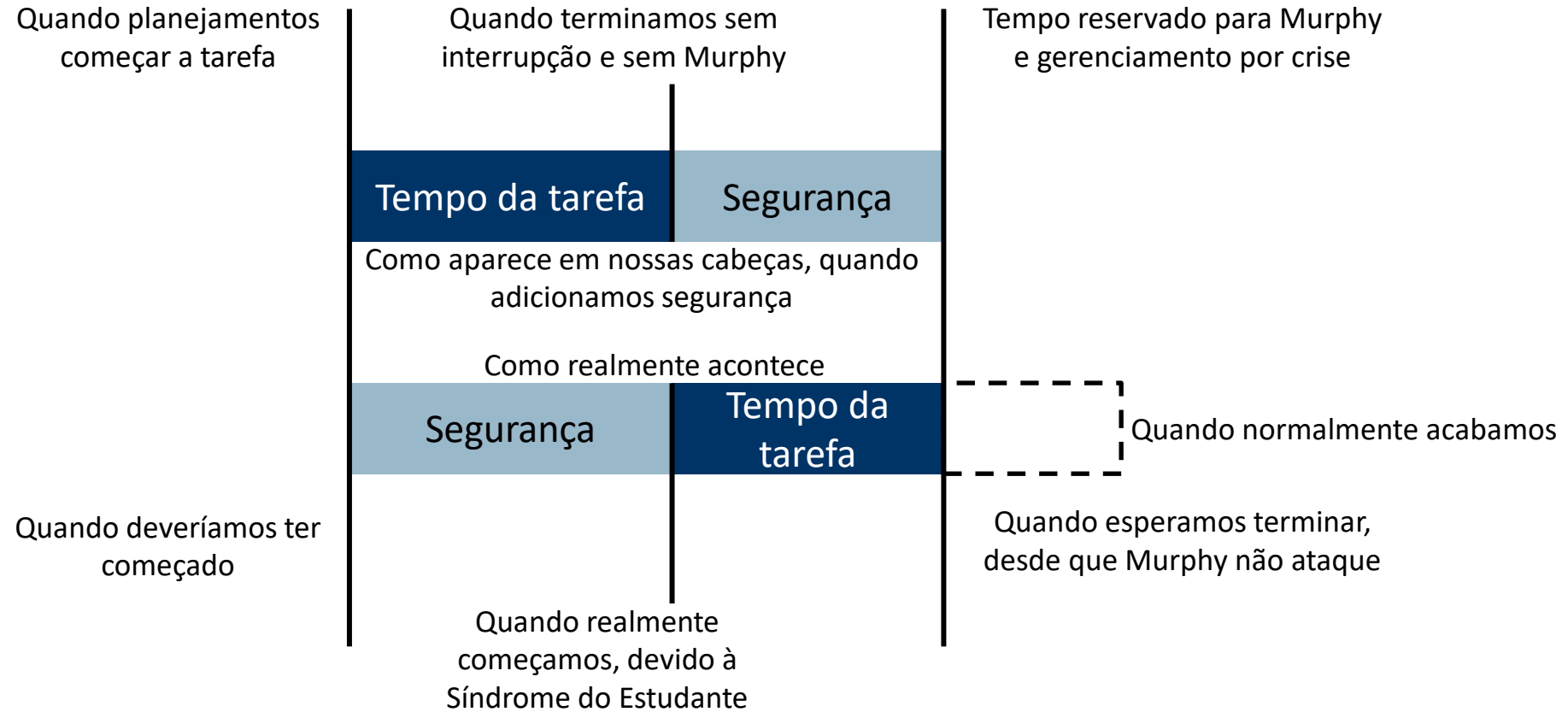
## Pulmão

- Multitarefa nociva



## Pulmão

### ▪ Síndrome do estudante

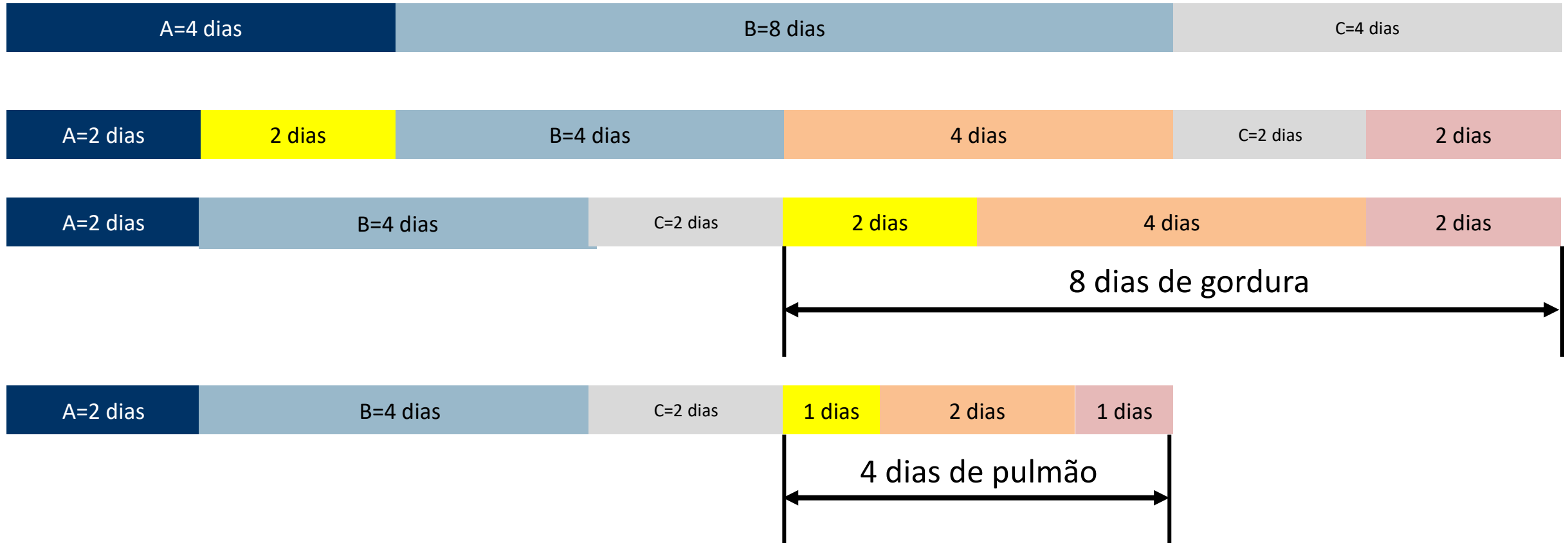


## Pulmão

- Pela perspectiva da **Teoria das Restrições**, o tempo de folga deve levar em consideração
  - Goldratt (1997) propõe a redução pela metade e mesmo que isso faça com que as atividades se tornem mais vulneráveis aos imprevistos e atrasos recorrentes do processo
  - Para proteger essas atividades são utilizados os *buffer* ou pulmões que podem ser:
    - De projeto ou Project Buffer (PB)
    - De convergência ou Feelding Buffer (FB).
- 50% das durações estimadas são consideradas como “gordura” e devem ser removidas dos prazos das tarefas. A metade da diferença entre o estimado com e sem gordura deve ser tomada como pulmão ao final do projeto.

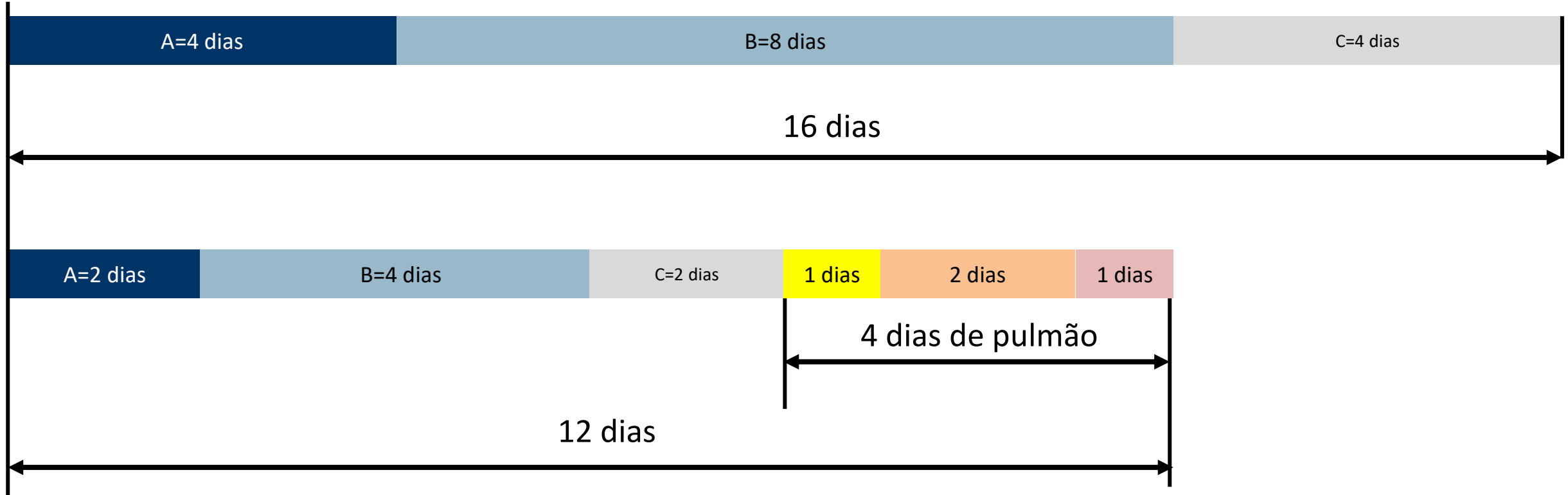
## Pulmão

- Pela perspectiva da **Teoria das Restrições**, o tempo de folga deve levar em consideração

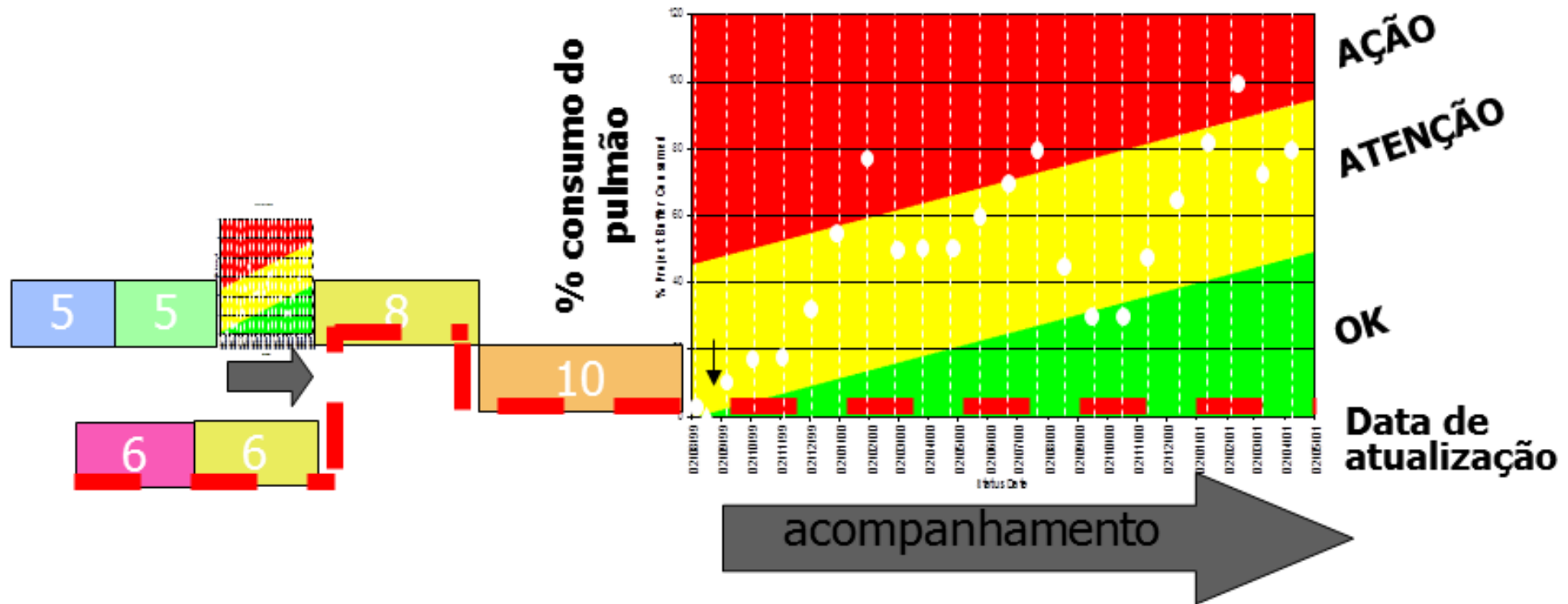


## Pulmão

- Pela perspectiva da **Teoria das Restrições**, o tempo de folga deve levar em consideração



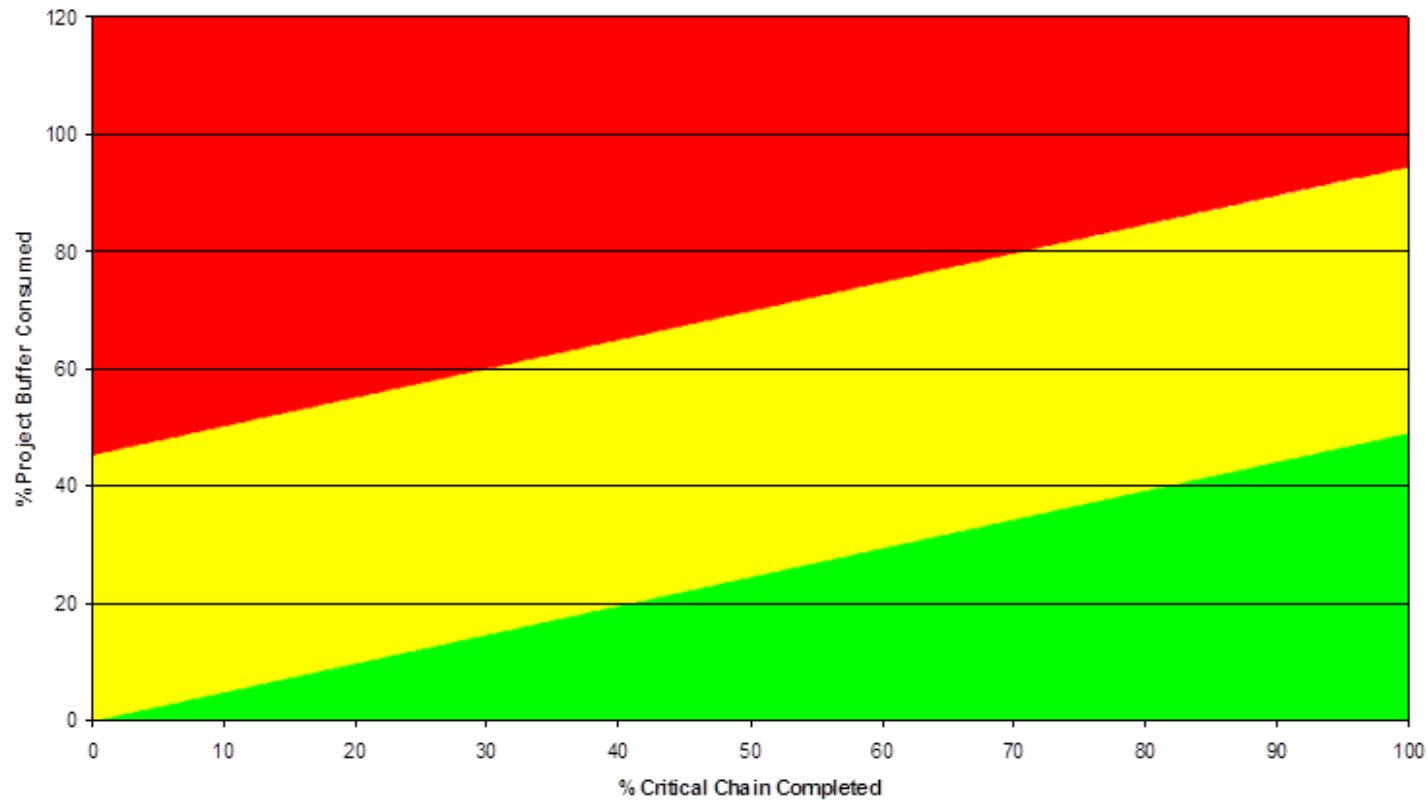
## Pulmão





## Pulmão

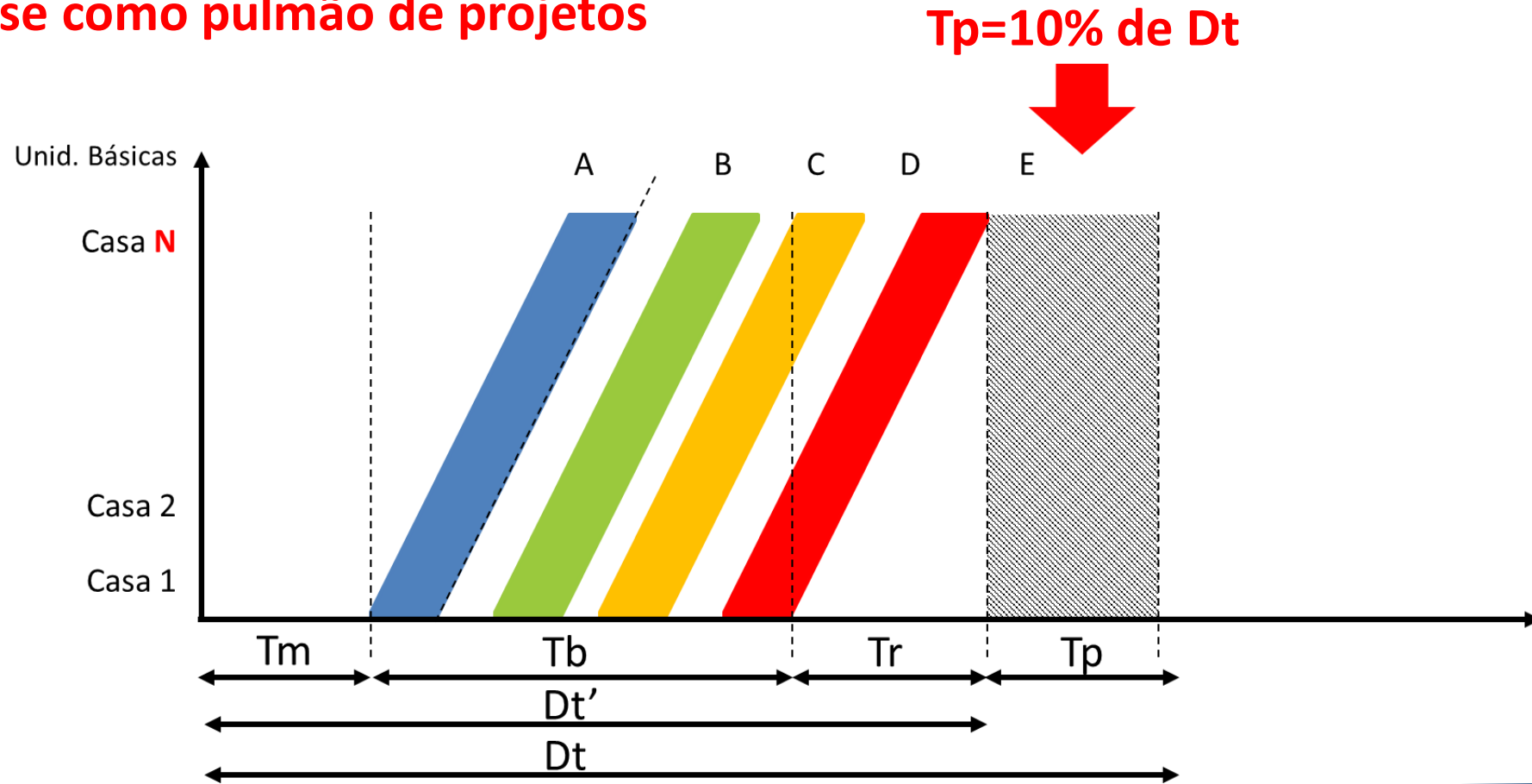
**% Pulmão de Projeto consumido**



**% da Corrente Crítica completada**

## Pulmão

- Na prática como calculamos o prazo das atividades, **toma-se 10% do prazo total e adiciona-se como pulmão de projetos**



# Obrigado!

Promoção



**CREA-CE**  
Conselho Regional de Engenharia  
e Agronomia do Ceará

Realização



universidade  
**aberta**  
do nordeste



Fundação  
**Demócrito Rocha**  
37 anos



UNIVERSIDADE  
**FEDERAL DO CEARÁ**  
CAMPUS DE CRATEÚS

**NiC**

Núcleo de Inovação  
da Construção



[candido@crateus.ufc.br](mailto:candido@crateus.ufc.br)



[nic\\_ufc](#)



[Canal do Prof. Luis Cândido](#)



# Referências

1. AL SARRAJ, Z. M. FORMAL DEVELOPMENT OF LINE-OF-BALANCE TECHNIQUE. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 116, n. 4, p. 689–704, 1990.
2. BARRETO, J.G. **Proposição de um modelo de planejamento de obras**. 2017. 153 f. Monografia (graduação em Engenharia Civil), Centro Universitário Christus, Fortaleza. 2017.
3. BERNARDES, M. M. e S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/13718>>. Acesso em: 27.11.2014., 2001.
4. DAMCI, A.; ARDITI, D.; POLAT, G. Multiresource Leveling in Line-of-Balance Scheduling. **Journal of Construction Engineering and Management**, n. September, p. 1108–1116, 2013.
5. FORMOSO (ORG.), C. T.; BERNARDES, M. M. e S.; ALVES, T. D. C. L.; OLIVEIRA, K. A. Z. de. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. Porto Alegre: UFRGS/NORIE, 2001.
6. FORMOSO (ORG.), C. T.; BERNARDES, M. M. e S.; ALVES, T. D. C. L.; OLIVEIRA, K. A. Z. de. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. Porto Alegre: UFRGS/NORIE, 2001.
7. GOLDRATT, E. M. **Critical Chain**. Great Barrington: The North River Press, 1997.
8. LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
9. LUCKO, G.; ALVES, T. D. C. L.; ANGELIM, V. L. Challenges and opportunities for productivity improvement studies in linear, repetitive, and location-based scheduling. **Construction Management and Economics**, v. 32, n. 6, p. 575–594, 7 nov. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01446193.2013.845305>>.
10. MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini, 2010.
11. MENDES JÚNIOR, R. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos**. 1999. 221f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

# Referências

12. MONTEIRO, J. M. F.; *et al.* Identificação gráfica de elementos da construção enxuta no planejamento de obras com Linha de Balanço. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 7. Belém, 1, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: ANTAC, 2011.
13. MOURA, R. de S. L. M.; MONTEIRO, J. M. F.; HEINECK, L. F. M. Line of Balance – Is it a synthesis of lean production principles as applied to site programming of works? In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 22., Oslo. **Anais...** Oslo: IGLC, 2014.
14. PINHEIRO, M. B. Considerações Gráficas sobre a ligação entre a linha de balanço e o sistema Toyota de produção. Monografia – Engenharia Civil. Fortaleza: UFC, 2009.
15. QUEIROZ, P. H. P. de; CÂNDIDO, L. F.; BARROS NETO, J. de P. Análise de um modelo de planejamento e acompanhamento de obras verticais: estudo de caso de uma empresa de consultoria em Fortaleza/CE. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., Fortaleza, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABREPRO, 2015. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_206\\_221\\_273\\_60.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_221_273_60.pdf).
16. SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Operations management**. 5. ed. New Jersey, USA: Prentice Hall, 2007.
17. SOUSA, H.; MONTEIRO, A. Linha de Balanço - uma nova abordagem ao planeamento e controlo na construção. In: Fórum Internacional de Gestão da Construção – GESCON 2011: Sistemas de Informação na Construção, 2., Porto, Porto. **Anais...** Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2011.
18. SUHAIL, S. A.; NEALE, R. H. CPM / LOB : new methodology to integrate CPM and Line of Balance. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 120, n. 3, p. 667–684, 1994.