

Programação de Projetos

Definições de projeto

- **Design** – concepção, desenvolvimento e especificação técnica de um produto.
 - carro
 - software
 - projeto (desenho) de casa.
- **Project** – empreendimento temporário, conjunto de atividades para a execução de um produto/serviço **único**, e que define o sequenciamento e o controle destas atividades
 - navios
 - filmes
 - protótipos
 - construção (execução) de uma casa
 - aviões, estradas, projetos de pesquisa e desenvolvimento, etc.

Características de um projeto

- Objetivo: O que, quando e a que custo.
- Particularidade: Um projeto é único.
- Riscos: Existe uma grande carga de incerteza.
- Temporalidade: Início e fim definidos. O tempo é o principal elemento.

Técnicas de Planejamento

- Limitações dos recursos (tempo) para um projeto
 - ➔ necessidade de planejamento e controle das atividades.
 - Objetivos
 - decomposição de atividades
 - interligação das atividades pela seqüência de execução
- Métodos analíticos + usados para auxiliar no gerenciamento de projetos
 - CPM (Critical Path Method) e
 - PERT (Project Evaluation and Review Techniques).

Histórico das técnicas de planejamento

- ~ 1914 – Gráfico de Gannt (Henry L. Gannt)
- 50's e 60's - diversos tipos de diagramas de rede desenvolvidos de forma independente.
- 1957 – CPM – método do caminho crítico (DuPont)
- 1958 – PERT – técnica de revisão e avaliação de projetos planejamento e controle para atender prazos e custos míssil POLARIS – PERT/custo

Histórico das técnicas de planejamento

- 1964 – diagrama de precedência – modelo mais usado no mundo
- O 1º projeto a ser gerenciado de uma forma que hoje reconheceríamos como gerenciamento de projeto foi o projeto Manhattan, que criou a 1ª bomba atômica.

PERT/CPM

- PERT – setas para representação das atividades, 3 estimativas para duração da atividade
- CPM – setas para representação de precedência e duração, uma estimativa de duração
- Hoje em dia, usamos a expressão PERT ou PERT/CPM para designar a representação de um projeto por redes ou grafos, independente do tipo de modelo usado.

PERT/CPM

- Vantagens da representação gráfica:
 - Visão gráfica das atividades que compõem o projeto;
 - Estimativa de quanto tempo o projeto consumirá;
 - Visão de quais atividades são
 - Visão de quanto tempo de folga dispomos nas atividades não-críticas.

PERT/CPM

- Condições para uso técnicas PERT&CPM:
 - Tarefas bem definidas;
 - Tarefas independentes (podem ser iniciadas ou suspensas separadamente);
 - Tarefas ordenadas (seqüência).

PERT/CPM

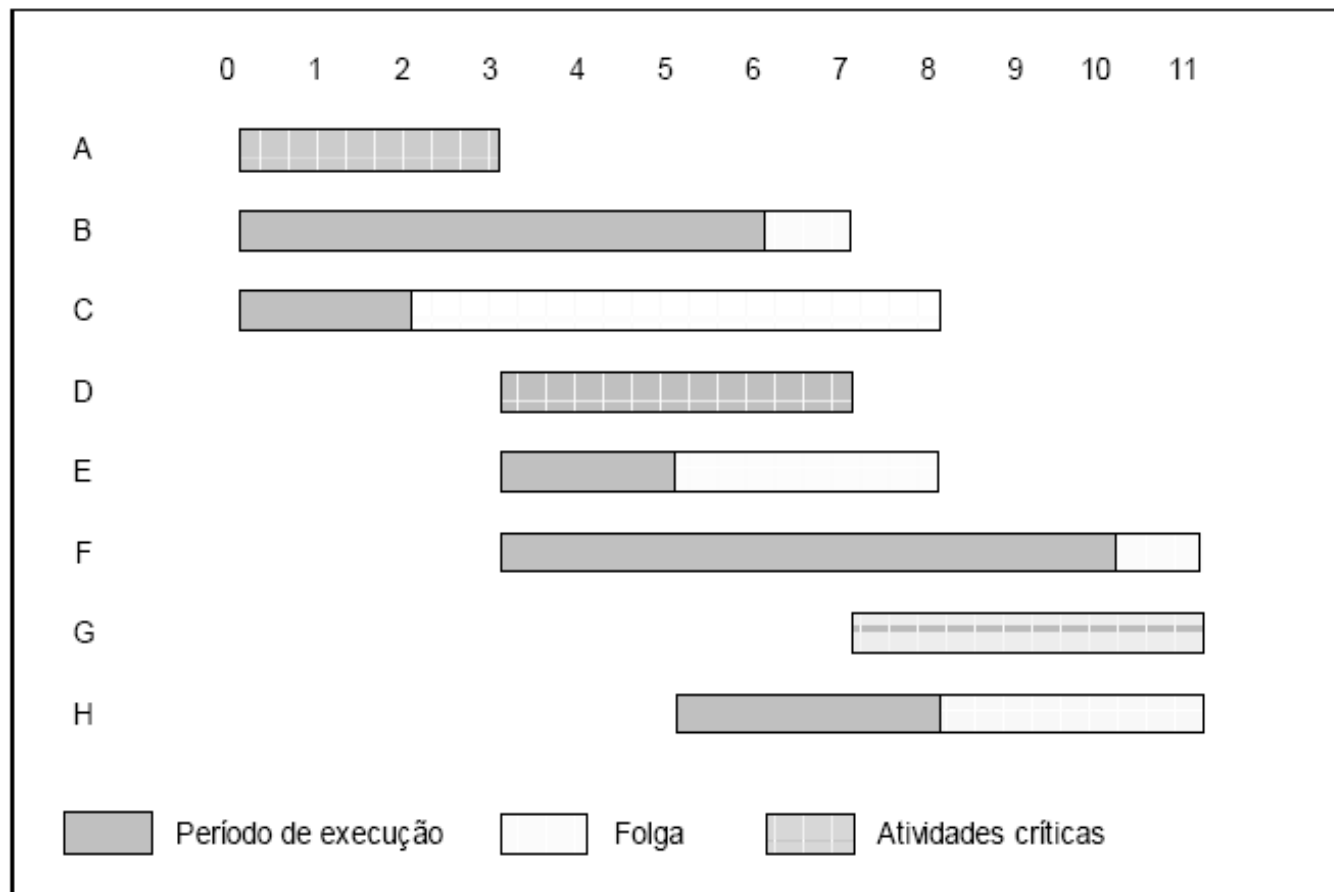
- Um projeto é constituído de atividades com restrições de precedência que descrevem a sua seqüência lógica de execução, sendo que cada atividade está associada a uma duração.

- Exemplo:

Atividade	Precedência	Duração
A	-	3
B	-	6
C	-	2
D	A	4
E	A	2
F	A	7
G	B, D	4
H	C, E	3

Representação por Gráfico de Gantt

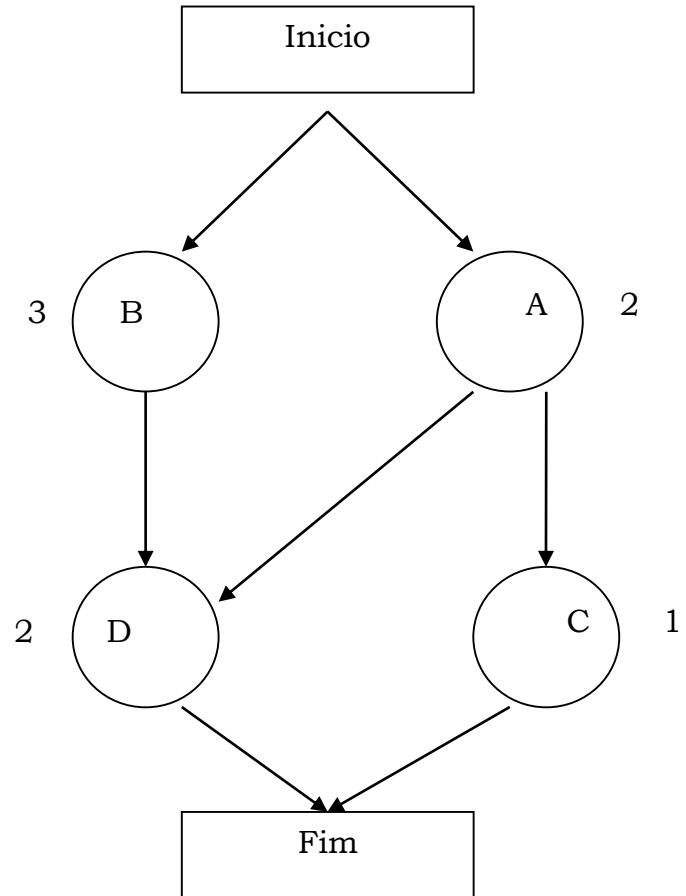
Atividade	Precedência	Duração
A	-	3
B	-	6
C	-	2
D	A	4
E	A	2
F	A	7
G	B, D	4
H	C, E	3



Representação por Diagramas de Rede

- Nós – atividades
- Arcos – relações de precedência

Atividade	Precedência	Duração
A	-	2
B	-	3
C	A	1
D	A, B	2



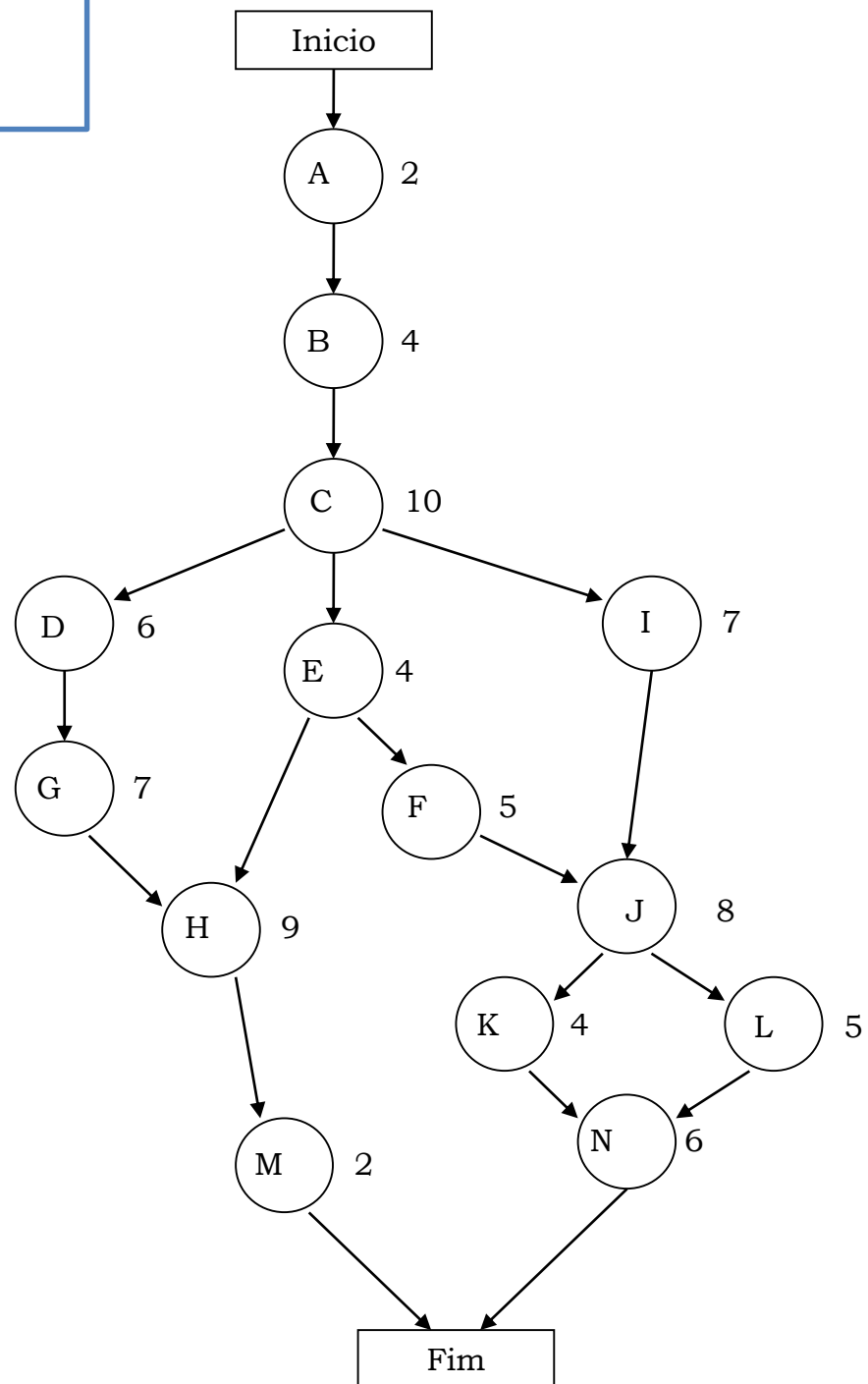
Exemplo

- Uma empreiteira ganhou uma concorrência de 5,5 milhões para construir uma planta industrial. O contrato prevê:
 - penalidade de 300.000 se não completar em 47 semanas
 - bônus de 150.000 se completar em até 40 semanas

Exemplo

Atividade	Descrição	Precedência	Duração (semanas)
A	Escavação		2
B	Fundação	A	4
C	Paredes	B	10
D	Telhado	C	6
E	Encanamento exterior	C	4
F	Encanamento interior	E	5
G	Muros	D	7
H	Pintura exterior	E,G	9
I	Instalação elétrica	C	7
J	Divisórias	F,I	8
K	Piso	J	4
L	Pintura interior	J	5
M	Acabamento exterior	H	2
N	Acabamento interior	K,L	6

Exemplo



CPM - Caminho critico

- Um caminho é definido como uma seqüência de atividades do inicio ao final da rede.
- O caminho de maior comprimento é conhecido como **caminho crítico**
 - determina a duração do projeto, ou seja a duração do projeto é o comprimento do maior caminho da rede.
- As atividades do caminho crítico são conhecidas como atividades críticas.
 - Um atraso em qualquer destas atividades acarretará em atraso para o projeto.

CPM - Caminho critico

Caminho	Comprimento (duração)
Inicio-A-B-C-D-G-H-M-Fim	$2+4+10+6+7+9+2 = 40$
Inicio-A-B-C-E-H-M-Fim	$2+4+10+4+9+2 = 31$
Inicio-A-B-C-E-F-J-K-N-Fim	$2+4+10+4+5+8+4+6 = 43$
Inicio-A-B-C-E-F-J-L-N-Fim	$2+4+10+4+5+8+5+6 = 44$
Inicio-A-B-C-I-J-K-N-Fim	$2+4+10+7+8+4+6 = 41$
Inicio-A-B-C-I-J-L-N-Fim	$2+4+10+6+8+5+6 = 42$

CPM - Programação de atividades

- Determinar quando uma atividade deve começar e terminar.
- As atividades críticas devem começar assim que todas as suas predecessoras estiverem concluídas
- As atividades não críticas possuem alguma folga para o início ou para o final.
- Para formalizarmos esse raciocínio definiremos os seguintes termos:
 - ES = Tempo Inicial Mais Cedo (*Earliest Start*)
 - EF = Tempo Final Mais Cedo (*Earliest Finish*)
 - LS = Tempo Inicial Mais Tarde (*Late Start*)
 - LF = Tempo Final Mais Tarde (*Late Finish*)

CPM - Programação de atividades

- O Tempo Inicial Mais Cedo de uma atividade i é o maior Tempo Final Mais Cedo das atividades precedentes j

$$ES_i = \max (EF_j), \quad j \in \pi_i$$

onde π_i é o conjunto de atividades predecessoras da atividade i

- O Tempo Final Mais Cedo de uma atividade i é dado por

$$EF_i = ES_i + D_i$$

onde D_i é a duração da atividade i .

CPM - Programação de atividades

- O Tempo Final Mais Tarde de uma atividade i é igual ao menor tempo inicial mais tarde das atividades sucessoras k

$$LF_i = \min (LS_k) \quad k \in \psi_k ,$$

onde ψ_k é o conjunto de atividades sucessoras de i

- O Tempo Inicial Mais Tarde de uma atividade i é dado por

$$LS_i = LF_i - D_i$$

- A Folga da atividade i pode ser dada por

$$S_i = LF_i - EF_i = LS_i - ES_i$$

CPM - Programação de atividades

- Os cálculos de ES e EF são feitos do início para o final. “Início” e “Fim” são atividades com duração 0.

$$ES_{\text{Início}} = 0$$

$$EF_{\text{Início}} = ES_{\text{Início}} + D_{\text{Início}} = 0 + 0 = 0$$

Assim,

$$ES_A = EF_{\text{Início}} = 0$$

$$EF_A = ES_A + D_A = 0 + 2 = 2$$

CPM - Programação de atividades

Prosseguindo, teremos:

$$ES_B = EF_A = 2$$

$$EF_B = ES_B + D_B = 2 + 4 = 6$$

$$ES_C = EF_B = 6$$

$$EF_C = ES_C + D_C = 6 + 10 = 16$$

$$ES_D = EF_C = 16$$

$$EF_D = ES_D + D_D = 16 + 6 = 22$$

$$ES_E = EF_C = 16$$

$$EF_E = ES_E + D_E = 16 + 4 = 20$$

$$ES_I = EF_C = 16$$

$$EF_I = ES_I + D_I = 16 + 7 = 23$$

$$ES_G = EF_D = 22$$

$$EF_G = ES_G + D_G = 22 + 7 = 29$$

$$ES_F = EF_E = 20$$

$$EF_F = ES_F + D_F = 20 + 5 = 25$$

$$ES_H = \max (EF_G, EF_E) = 29$$

$$EF_H = ES_H + D_H = 29 + 9 = 38$$

CPM - Programação de atividades

$$ES_J = \max (EF_F, EF_I) = 25$$

$$EF_J = ES_J + D_J = 25 + 8 = 33$$

$$ES_L = EF_J = 33$$

$$EF_L = ES_L + D_L = 33 + 5 = 38$$

$$ES_M = EF_H = 38$$

$$EF_M = ES_M + D_M = 38 + 2 = 40$$

$$ES_N = \max (EF_K, EF_L) = 38$$

$$EF_N = ES_N + D_N = 38 + 6 = 44$$

$$ES_K = EF_J = 33$$

$$EF_K = ES_K + D_K = 33 + 4 = 37$$

$$ES_{Fim} = \max (EF_N, EF_M) = 44$$

$$EF_{Fim} = ES_{Fim} + D_{Fim} = 44 + 0 = 44$$

- As atividades “Início” e “Fim” sempre fazem parte do caminho crítico, portanto, por definição suas folgas são nulas, assim

$$LS_{Fim} = ES_{Fim} = 44$$

$$LF_{Fim} = EF_{Fim} = 44$$

CPM - Programação de atividades

Os calculos de LS e LF são feitos do final para o início:

$$LF_N = LS_{Fim} = 44$$

$$LS_N = LS_N - D_N = 44 - 6 = 38$$

$$LF_H = LS_M = 42$$

$$LS_H = LS_H - D_H = 42 - 9 = 33$$

$$LF_M = LS_{Fim} = 44$$

$$LS_M = LS_M - D_M = 44 - 2 = 42$$

$$LF_J = \min (LS_K, LS_L) = 33$$

$$LS_J = LS_J - D_J = 33 - 8 = 25$$

$$LF_K = LS_N = 38$$

$$LS_K = LS_K - D_K = 38 - 4 = 34$$

$$LF_I = LS_J = 25$$

$$LS_I = LS_I - D_I = 25 - 7 = 18$$

$$LF_L = LS_N = 38$$

$$LS_L = LS_L - D_L = 38 - 5 = 33$$

$$LF_F = LS_J = 25$$

$$LS_F = LS_F - D_F = 25 - 5 = 20$$

CPM - Programação de atividades

$$LF_H = LS_M = 42$$

$$LS_H = LS_H - D_H = 42 - 9 = 33$$

$$LF_J = \min (LS_K, LS_L) = 33$$

$$LS_J = LS_J - D_J = 33 - 8 = 25$$

$$LF_I = LS_J = 25$$

$$LS_I = LS_I - D_I = 25 - 7 = 18$$

$$LF_F = LS_J = 25$$

$$LS_F = LS_F - D_F = 25 - 5 = 20$$

$$LF_G = LS_H = 33$$

$$LS_G = LS_G - D_G = 33 - 9 = 24$$

$$LF_E = \min (LS_H, LS_F) = 20$$

$$LS_E = LS_E - D_E = 20 - 4 = 16$$

$$LF_D = LS_G = 24$$

$$LS_D = LS_D - D_D = 24 - 6 = 18$$

$$LF_C = \min (LS_D, LS_E, LS_I) = 16$$

$$LS_C = LS_C - D_C = 16 - 10 = 6$$

$$LF_B = LS_C = 6$$

$$LS_B = LS_B - D_B = 6 - 4 = 2$$

$$LF_A = LS_B = 2$$

$$LS_A = LS_A - D_A = 2 - 2 = 0$$

CPM - Programação de atividades

As folgas são:

$$S_A = LF_A - EF_A = 2 - 2 = 0$$

$$S_B = LF_B - EF_B = 6 - 6 = 0$$

$$S_C = LF_C - EF_C = 16 - 16 = 0$$

$$S_D = LF_D - EF_D = 24 - 22 = 2$$

$$S_E = LF_E - EF_E = 20 - 20 = 0$$

$$S_F = LF_F - EF_F = 25 - 25 = 0$$

$$S_G = LF_G - EF_G = 33 - 29 = 4$$

$$S_H = LF_H - EF_H = 42 - 38 = 4$$

$$S_I = LF_I - EF_I = 25 - 23 = 2$$

$$S_J = LF_J - EF_J = 33 - 33 = 0$$

$$S_K = LF_K - EF_K = 38 - 37 = 1$$

$$S_L = LF_L - EF_L = 38 - 38 = 0$$

$$S_M = LF_M - EF_M = 44 - 40 = 4$$

$$S_N = LF_N - EF_N = 44 - 44 = 0$$

CPM - Programação de atividades

- As atividades com folga nula são aquelas que pertencem ao caminho crítico,
- Para as outras a folga indica o atraso que a atividade pode sofrer sem interferir na duração do projeto.