

► PERT/CPM

PERT: Program Evaluation and Review Technique (Técnica de Avaliação e Controle de Projetos)

CPM: Critical Path Method (Método do Caminho Crítico)

As redes PERT/CPM são técnicas de planejamento e controle de grandes projetos. A partir do escalonamento das diversas atividades é possível montar gráficos e estudar o planejamento do projeto. As técnicas denominadas PERT e CPM foram independentemente desenvolvidas em torno de 1950, porém a grande semelhança entre elas fez com que o termo PERT/CPM seja utilizado como apenas uma técnica. Com o passar dos anos o nome CPM deixou de ser usado e o uso deste tipo de técnica passou a ser conhecida como Rede PERT.

As principais vantagens da utilização deste método são:

- clareza e facilidade de compreensão das fases do projeto e o projeto como um todo;
- verificação das atividades;
- mostrar a coerência técnica do projeto;
- compreensão da lógica interna do projeto;
- guia para execução e controle do projeto.

▷ Construção da Rede

Dá-se o nome de Rede PERT a representação gráfica de um projeto. Através desta representação gráfica é possível visualizar a sequência lógica do projeto, com as interdependências das atividades que compõem o projeto. Posteriormente são colocadas na Rede, as durações (custos) das atividades, permitindo com isto uma análise da duração (custos) do projeto. Na terminologia usada no PERT, um projeto é constituído de atividades e eventos.

ATIVIDADE: É a execução efetiva de uma operação. São consumidos tempo e recursos. Ex: Assistir aula de Métodos Quantitativos, fazer uma laje de concreto, etc...

EVENTO: É um marco que caracteriza um determinado instante em um projeto. Não são consumidos tempo ou recursos. Ex: Início da aula de Métodos Quantitativos, fim da aula de Métodos Quantitativos, início de fazer a laje de concreto, etc...

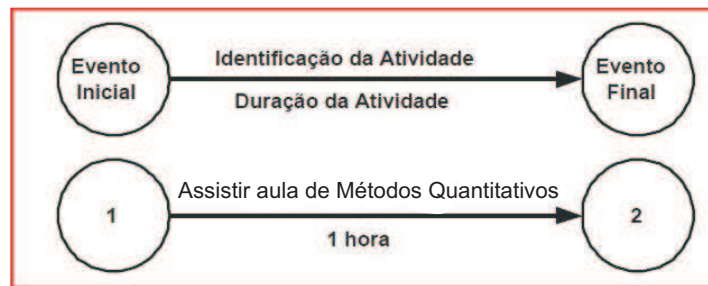
Para se construir a rede PERT de um determinado projeto precisamos conhecer:

- a) As atividades, ou seja, a lista de tarefas que compõem o projeto.
- b) A ordem das atividades, isto é, quais as atividades antecedentes e quais as subsequentes à cada atividade.
- c) A duração prevista para cada atividade.

OBS: No caso do CPM, precisamos conhecer também o custo de cada atividade

▷ Representação gráfica da Rede

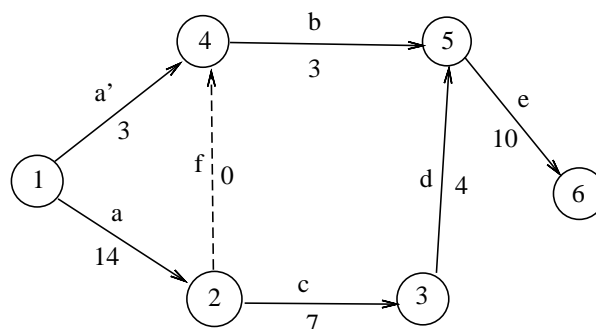
As setas representam as atividades e os nós representam os eventos.



Exemplo: A área financeira de uma pequena empresa, que produz e vende determinado produto, precisa fazer a previsão orçamentária para o próximo exercício fiscal. Como a confecção deste orçamento envolve áreas diferentes da empresa, foi decidido usar o PERT para controle e acompanhamento do projeto. As atividades do projeto bem como a interdependência entre elas além das suas durações, está mostrado na tabela a seguir:

Identificação	Atividade	Duração(dias)	Antecessoras Imediatas
a	Previsão das unidades a serem vendidas	14	-
a'	Estudar preço dos concorrentes	3	-
b	Determinar o preço de venda do produto	3	a, a'
c	Levantar material necessário na produção	7	a
d	Levantar custos de produção	4	c
e	Fazer o Orçamento	10	b, d

Observemos que a atividade **b** tem como antecessoras imediatas as atividades **a** e **a'**, ou seja ela só pode ser iniciada depois que as atividades **a** e **a'** terminem. Por este motivo é criada uma **atividade fantasma f** de duração zero. A atividade **b** depende das atividades **f** e **a'**. Mas como **f** depende de **a**, a interdependência fica correta. Da mesma forma, a atividade **e** só pode começar após a conclusão das atividades **b** e **d**.



▷ Representação das Atividades

No nosso projeto temos:

$$a \Rightarrow (1-2)$$

$$a' \Rightarrow (1-4)$$

$$f \Rightarrow (2-4)$$

$$c \Rightarrow (2-3)$$

$$b \Rightarrow (4-5)$$

$$d \Rightarrow (3-5)$$

$$e \Rightarrow (5-6)$$

▷ Determinação do Caminho Crítico

Agora estamos em condições de determinar o **tempo mínimo** necessário para a execução do projeto. Para isto é preciso achar o caminho mais longo da rede. Este caminho é conhecido como **Caminho Crítico** e o seu comprimento determina a duração do projeto. Para isso vamos definir algumas variáveis que serão necessárias à sua determinação:

Data de Início do projeto: É a data em que o projeto inicia, esta data será sempre igual a 0.

Data mais cedo de início de uma atividade: É a data mais cedo possível em que uma atividade pode começar.

Data mais cedo de fim de uma atividade: É a data mais cedo em que uma atividade pode acabar.

Vamos usar o chamado quadro PERT para determinar este caminho.

Atividade	Duração	Data mais cedo		Data mais tarde		Folga Total
		Início	Fim	Início	Fim	
1-2	14	0	14			
1-4	3	0	3			
2-4	0	14	14			
2-3	7	14	21			
4-5	3	14	17			
3-5	4	21	25			
5-6	10	25	35			

Para as atividades sem antecessoras, (1 – 2) e (1 – 4), a data mais cedo de início é a própria data de início do projeto (0).

A data mais cedo de fim da atividade (1 – 2) é igual a data do seu início (0) mais a sua duração, ou seja 14.

Da mesma forma, a atividade (1 – 4) tem data mais cedo de início igual a 0 e data mais cedo de fim igual a 3.

A atividade (2 – 4) só pode começar quando a atividade (1 – 2) acabar. Logo sua data mais cedo de início é 14. A sua data mais cedo de fim é a soma da data mais cedo de início mais a sua duração, ou seja 14. Esta é uma atividade fantasma com duração igual a 0.

De maneira análoga, a atividade (2 – 3) também só pode começar quando terminar (1 – 2). Sua data mais cedo de início é 14 e a de fim é igual a $14 + 7 = 21$.

A atividade (4 – 5) tem como antecessoras imediatas as atividades (1 – 4) e (2 – 4), ou seja ela só pode começar quando estas 2 atividades tiverem acabado. A data mais cedo que a atividade

(1 – 4) pode acabar é 3 mas o mais cedo que a atividade (2 – 4) pode acabar é 14. Assim sendo, o mais cedo que podemos começar (4 – 5) é 14. Como sua duração é de 3 dias, a sua data mais cedo de fim é $14 + 3 = 17$.

A atividade (3 – 5) só pode começar após o fim da atividade (2 – 3). Sua data mais cedo de início será a data mais cedo de fim de (2 – 3), ou seja 21. Sua data mais cedo de fim será esta data mais a sua duração (4), ou seja 25.

Finalmente a atividade (5 – 6) só pode iniciar após o término das atividades (4 – 5) e (3 – 5). Como as datas mais cedo destas atividades são 17 e 25, respectivamente, a atividade (5 – 6) só pode começar em 25. Sua data mais cedo de fim será igual a 25 mais a sua duração, ou seja 35.

A menor duração para o projeto é a maior das datas mais cedo. Logo, a duração do projeto será de 35 dias.

Para preencher as demais colunas do quadro, vamos ver novas definições:

Data mais tarde de início de uma atividade: É a data mais tarde em que uma atividade pode começar sem comprometer a duração do projeto.

Data mais tarde de fim de uma atividade: É a data mais tarde em que uma atividade pode acabar sem comprometer a duração do projeto.

Começamos agora das atividades terminais, ou seja sem sucessoras para trás. A única atividade terminal neste projeto é (5 – 6), logo a data mais cedo de fim dela é a própria duração do projeto, 35.

A sua data mais tarde de início é a diferença entre a data mais tarde de fim e a sua duração. ou seja $35 - 10 = 25$.

As atividades (3 – 5) e (4 – 5) tem como sucessora (5 – 6). Como a data mais tarde que (5 – 6) pode começar é 25, esta será a data mais tarde que aquelas 2 atividades poderão acabar. A data mais tarde de início será a diferença entre 25 e as respectivas durações.

A Atividade (2 – 3) tem como sucessora a atividade (3 – 5) cuja data mais tarde de início é 21. Logo esta será a data mais tarde de fim da atividade (2 – 3). A mais tarde de início será 21- sua duração = 14.

As atividades (2 – 4) e (1 – 4) tem como sucessora a atividade (4 – 5) que tem data mais tarde de início igual a 22. Logo esta será a data mais tarde de fim das 2 atividades. Para obter a data mais tarde basta subtrair de 22 as respectivas durações.

Finalmente a atividade (1 – 2) tem como sucessoras as atividades (2 – 3) e (2 – 4). A data mais tarde de início de (2 – 3) é 14 e a da (2 – 4) é igual a 22. Assim sendo a data mais tarde que (1 – 2) pode acabar é 14 para que (2 – 3) possa ser iniciada. Como antes a data mais tarde de início é obtida subtraindo a sua duração desta data, ou seja $14 - 14 = 0$.

Atividade	Duração	Data mais cedo		Data mais tarde		Folga Total
		Início	Fim	Início	Fim	
1-2	14	0	14	0	14	
1-4	3	0	3	19	22	
2-4	0	14	14	22	22	
2-3	7	14	21	14	21	
4-5	3	14	17	22	25	
3-5	4	21	25	21	25	
5-6	10	25	35	25	35	

Para preencher a última coluna (Folga Total) vamos esclarecer que Folga Total é quanto uma atividade pode ser atrasada sem atrasar a data de fim do projeto. Seu cálculo pode ser feito usando-se:

$$\text{Folga Total} = \text{Data mais tarde de fim} - \text{Data mais cedo de fim}$$

ou

$$\text{Folga Total} = \text{Data mais tarde de início} - \text{Data mais cedo de início}$$

Fazendo-se as contas, temos o quadro completo:

Atividade	Duração	Data mais cedo		Data mais tarde		Folga Total
		Início	Fim	Início	Fim	
1-2	14	0	14	0	14	0
1-4	3	0	3	19	22	19
2-4	0	14	14	22	22	8
2-3	7	14	21	14	21	0
4-5	3	14	17	22	25	8
3-5	4	21	25	21	25	0
5-6	10	25	35	25	35	0

As atividades com folga total igual a zero são as chamadas atividades críticas e formam o chamado caminho crítico.

Qualquer atraso em uma dessas atividades implicará em atraso na duração do projeto.

No nosso exemplo o caminho crítico é (1 – 2), (2 – 3), (3 – 5) e (5 – 6). Qualquer atraso em uma destas atividades atrasará o projeto.