

PERT PARA O ENSINO PROFISSIONALIZANTE

Viviane Clotilde da Silva¹

Simone Leal²

Tânia Baier³

Em diversos momentos da nossa vida nos vemos de encontro com situações que, para serem melhor resolvidas, se faz necessária a elaboração de projetos, sejam eles grandes ou pequenos, e sua realização está diretamente relacionada com a obtenção de resultados ótimos. Podemos citar como exemplo a otimização de tempo, recursos ou de custos. Em qualquer tarefa que pretendemos realizar desejamos aproveitar o tempo e os recursos disponíveis da melhor forma possível para que os custos sejam mínimos e é importante que busquemos uma forma de atingir isto mesmo antes da realização da tarefa propriamente dita.

Nosso trabalho busca levar o conhecimento básico de análise de um projeto já no ensino profissionalizante pois, para grande parcela da nossa população, ele representa a última oportunidade de estudar, uma vez que dificuldades financeiras causam entrada precoce no mercado de trabalho. Deste modo, é importante que uma introdução aos conteúdos da matemática aplicada, estudada nos cursos superiores, seja apresentada já nesta etapa de ensino.

Este trabalho busca mostrar como a utilização do PERT pode auxiliar no desenvolvimento de projetos e, para isto, resolve um problema simples, manualmente. Gostaríamos de salientar que a solução computacional proporciona uma maior rapidez no preenchimento de tabelas e na elaboração de gráficos facilitando o desenvolvimento de projetos maiores (e para isto sugerimos o software PROJECT) porém, é importante o domínio das técnicas manuais, explorando os conceitos matemáticos, uma vez que o trabalho de análise da situação continua sendo do homem.

¹ Mestre em educação Matemática pela UNESP/Rio Claro e Professora do Depto de Matemática, FURB/Blumenau

² Mestre em Engenharia de Produção pela UFSC e Professora do Depto de Matemática, FURB/Blumenau

³ Doutoranda em Educação Matemática pela UNESP/Rio Claro e Professora do Depto de Matemática, FURB/Blumenau.

O PERT (Program Evaluation and Review Technique) teve início no final de 1950 e início de 1960 com o objetivo de desenvolver o submarino atômico Polaris.

Hoje seu objetivo geral é desenvolver uma técnica para planejar e controlar a execução de um projeto de maneira simplificada, de modo que o prazo e os custos estimados sejam obedecidos, além de fornecer fácil visualização do mesmo como um todo, pois possibilita a sua representação na forma de gráfico de barras. Este sistema aplica-se a vários fins, sendo que podemos citar: administração, engenharia, construção, pesquisa e desenvolvimento, manutenção, desenvolvimento de softwares.

Para a realização de um projeto o sistema PERT se subdivide em três etapas que são o planejamento (quando definimos quais atividades devem ser realizadas e a sequência das mesmas), a programação (analisamos o tempo necessário para as atividades estabelecendo assim, as datas de início e término de cada uma delas no projeto) e o controle (etapa esta em que acompanhamos a realização do projeto verificando se o seu progresso está dentro do pré-estabelecido). As duas primeiras etapas são realizadas antes da execução do projeto propriamente dito e a terceira durante.

Exemplo: Partimos do pressuposto que a etapa de planejamento já tenha sido realizada e o período de cada atividade encontrado, obtemos então a tabela (1). Devemos, neste momento, realizar a programação:

TABELA (1)

Atividades	Código	Duração (min)	Dependência
Retirada e análise do Extrato	A	2	-
Análise das Despesas	B	3	-
Verificação das Receitas	C	4	-
Reconhecimento e separação dos bancos que devem ser pagos	D	4	A
Análise dos pagamentos aos fornecedores	E	3	B, C
Preenchimento e separação dos cheques a emitir	F	3	B
Baixa no sistema	G	4	D, E
Conciliação entre despesas e receitas	H	5	B, C
Conciliação entre cheques e extratos	I	4	F

O primeiro passo para a programação será encontrarmos as datas de **Início Mais Cedo**, **Término Mais Cedo**, **Início Mais Tarde** e **Término Mais Tarde**. Estas “datas” são importantes porque é através delas que encontramos as folgas das atividades (o tempo que uma determinada atividade tem livre sem prejudicar o início da próxima), o caminho crítico (seqüência de atividades que não podem atrasar) e o período real do projeto.

Início Mais Cedo (IMC): é a data em que uma determinada atividade iniciará caso nenhuma das suas antecessoras atrase.

Término Mais Cedo (TMC): será a sua data de início mais cedo mais a sua duração, sem atrasos. Assim:

$$\mathbf{TMC = IMC + Duração}$$

Término Mais Tarde (TMT): é a última data que a atividade em questão pode terminar sem comprometer a duração do projeto.

Início Mais Tarde (IMT): corresponde a sua data de término mais tarde menos a sua duração, ou seja, $\mathbf{IMT = TMT - Duração}$

A data de término do projeto corresponde ao maior período obtido que será a data de término da última atividade, ou de uma das últimas. Caso haja mais de uma atividade final o **TMT** de todas será equivalente ao do término do período. O **TMT** das outras atividades corresponde a data de **Início Mais Tarde** das suas sucessoras.

Obtidas as “datas” calculamos as folgas subtraindo-se os **IMT** dos **IMC** ou dos **TMT** dos **TMC** de cada atividade. $\mathbf{Folga = IMT - IMC = TMT - TMC}$.

Como já foi mencionado anteriormente **Caminho Crítico** é a seqüência de atividades que formam a maior duração do projeto. Ele é muito importante, pois informa em quais atividades que devemos ter atenção redobrada durante a execução do projeto, visto que caso uma delas atrase, atrasará o projeto em um período equivalente.

Para que estes cálculos sejam possíveis montamos as tabela (2) introduzindo cinco novas colunas.

TABELA (2)

Atividades	Duração (min)	Dependência	IMC	TMC	TMT	IMT	Folga
A	2	-					
B	3	-					
C	4	-					
D	4	A					
E	3	B,C					
F	3	B					
G	4	D,E					
H	5	B,C					
I	4	F					

A tabela (3) mostra o preenchimento das datas de **Início Mais Cedo (IMC)** e **Término Mais Cedo (TMC)**. Iniciamos seu preenchimento colocando o valor 0 (zero) no **IMC** das atividades **A**, **B** e **C** pois as mesmas, não dependendo de nenhuma outra atividade, ficam no início do projeto.

Na seqüência calculamos a data de **Término Mais Cedo (TMC)** das atividades iniciais. Os valores obtidos no **TMC** de cada atividade devem ser colocados nas células de **IMC** das atividades que dependem da mesma. Por exemplo, a atividade **D** depende da atividade **A** por este motivo ela só poderá iniciar no segundo minuto, sendo seu **IMC = 2**, pois o **TMC** de **A** é **2**.

TABELA (3)

Atividades	Duração (min)	Dependência	IMC	TMC	TMT	IMT	Folga
A	2	-	0	0+2=2			
B	3	-	0	0+3=3			
C	4	-	0	0+4=4			
D	4	A	2				
E	3	B,C	3,4				
F	3	B	3				
G	4	D,E					
H	5	B,C	3,4				
I	4	F					

Podemos notar na tabela (3) que algumas atividades possuem duas datas de início mais cedo. Neste caso, utilizamos sempre a maior pois devemos sempre lembrar que todas as atividades de que ela depende devem estar

prontas. Na tabela (3) isto já é possível de observar nas atividades **E** e **H**. Estas atividades dependem das atividades **B** e **C**, que terminam, respectivamente, em 3 e 4 minutos. Como elas precisam que ambas, **B** e **C**, estejam prontas, elas só poderão iniciar no quarto minuto, que o maior período.

Desta forma completamos o preenchimento das células das coluna de **IMC** e **TMC** restantes, na tabela (4).

TABELA (4)

Atividades	Duração (min)	Dependência	IMC	TMC	TMT	IMT	Folga
A	2	-	0	0+2=2			
B	3	-	0	0+3=3			
C	4	-	0	0+4=4			
D	4	A	2	2+4=6			
E	3	B,C	3 , 4	4+3=7			
F	3	B	3	3+3=6			
G	4	D,E	6 , 7	7+4=11			
H	5	B,C	3 , 4	4+5=9			
I	4	F	6	6+4=10			

O período do projeto equivale ao maior valor de **TMC**. Neste exemplo ele é equivalente ao **TMC** da atividade **G** e ficou em 11 minutos.

Abaixo temos o gráfico (1) denominado Gráfico de Gantt, que é um gráfico de barras, que nos permite visualizar os períodos das atividades e do projeto.

Iniciamos seu preenchimento pelas atividades iniciais e suas respectivas durações. As atividades seguintes são preenchidas logo após as suas predecessoras terminarem. Por exemplo, começamos a preencher a atividade **E** na célula da quinta coluna pois esta depende das atividades **B** e **C**, sendo que a **C** que ocupa as quatro primeiras (o que equivale a quatro minutos de duração).

Gráfico (1)

Código Atividades	Tempo (minutos)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A												
B												
C												
D												
E												
F												
G												
H												
I												

Podemos observar no gráfico (1) que as datas de início e término das atividades e do projeto coincidem com as datas de “início mais cedo” e “término mais cedo”, calculadas na tabela (4).

Continuando a análise da programação preenchemos neste momento das colunas de IMT e TMT na tabela (5).

Devemos calculá-las começando pelas últimas atividades do projeto tendo sempre em mente que não podemos ultrapassar o período estipulado, no exemplo, 11 minutos.

Para não nos perdemos ao preencher estas colunas, logo que encontramos a data de **IMT** de uma atividade, preenchemos, com este mesmo o valor a coluna de **TMT** das atividade de que ela depende. (Para que uma atividade inicie em determinada data as anteriores devem estas prontas nesta mesma data). As últimas atividades do projeto a serem realizadas são as atividades **G**, **H** e **I**, pois nenhuma outra atividade depende delas.

Desta forma começamos o preenchimento das datas mais tarde por elas, sendo que seu **TMT** é 11 (duração do projeto). Calculamos o **IMT** destas atividades subtraindo o seu respectivo período do **TMT**, não esquecendo de preencher o **TMT** das atividades de que elas dependem com este mesmo valor. Exemplificando, o **IMT** da atividade **I** é 7, como ele depende da atividade **F** o **TMT** da atividade **F** é 7.

TABELA (5)

Ativid.	Duração (min)	Dependência	IMC	TMC	TMT	IMT	Folga
A	2	-	0	0+2=2			
B	3	-	0	0+3=3	6		
C	4	-	0	0+4=4	6		
D	4	A	2	2+4=6	7		
E	3	B,C	3, 4	4+3=7	7		
F	3	B	3	3+3=6	7		
G	4	D,E	6, 7	7+4=11	11	11-4=7	
H	5	B,C	3, 4	4+5=9	11	11-5=6	
I	4	F	6	6+4=10	11	11-4=7	

Quando preenchemos a coluna de **TMT** também é possível que existam atividades que tenham mais de uma data de término. Como devemos deixar o maior tempo possível para que as atividades posteriores possam ser realizadas sem atrasar o final do projeto escolhemos o menor valor e calculamos o seu **IMT**, como é possível observar na tabela (6), em que as colunas de **IMT** e **TMT** estão totalmente preenchidas.

TABELA (6)

Ativid.	Duração (min)	Dependência	IMC	TMC	TMT	IMT	Folga
A	2	-	0	0+2=2	3	3-2=1	
B	3	-	0	0+3=3	6, 4	4-3=1	
C	4	-	0	0+4=4	6, 4	4-4=0	
D	4	A	2	2+4=6	7	7-4=3	
E	3	B,C	3, 4	4+3=7	7	7-3=4	
F	3	B	3	3+3=6	7	7-3=4	
G	4	D,E	6, 7	7+4=11	11	11-4=7	
H	5	B,C	3, 4	4+5=9	11	11-5=6	
I	4	F	6	6+4=10	11	11-4=7	

Observando a tabela (6) verificamos que a atividade **A**, apesar de ser a primeira da tabela, não teve seu **IMT** em 0 (zero). Isto não é problema pois paralelamente a ela realizamos as atividades **B** e **C**, e basta que uma delas tenha **IMT = 0** para que tenhamos o projeto completo. Como isto aconteceu com a atividade **C**, concluímos que chegamos ao final corretamente.

Calculadas as “datas” mais cedo e mais tarde podemos, na tabela (7), calcular a folga de cada atividade. Relembramos que o cálculo da folga é **TMT – TMC** ou **IMT – IMC**.

(-)

TABELA (7)

Ativid.	Duração (min)	Dependência	IMC	TMC	TMT	IMT	Folga
A	2	-	0	0+2=2	3	3-2=1	1
B	3	-	0	0+3=3	6 , 4	4-3=1	1
C	4	-	0	0+4=4	6 , 4	4-4=0	0
D	4	A	2	2+4=6	7	7-4=3	1
E	3	B,C	3 , 4	4+3=7	7	7-3=4	0
F	3	B	3	3+3=6	7	7-3=4	1
G	4	D,E	6 , 7	7+4=11	11	11-4=7	0
H	5	B,C	3 , 4	4+5=9	11	11-5=6	2
I	4	F	6	6+4=10	11	11-4=7	1

(-)

Observando a tabela (7) verificamos que as atividades **C** (Análise da Receitas), **E** (Análise dos Pagamentos aos Fornecedores) e **G** (Baixa no Sistema) não possuem folga, isto é, se alguma delas atrasar, atrasará o projeto em um período equivalente. Estas atividades fazem parte do **Caminho Crítico**.

Visualizando as datas “Mais Tarde” no Gráfico de Gantt [Gráfico (2)], juntamente com as datas “Mais Cedo”.

Para graficar as datas mais tarde iniciamos pelas últimas atividades do projeto e partimos das suas datas de **Término Mais Tarde**, pintando sempre o número de células equivalente ao seu período. As atividades anteriores

começarão a ser preenchidas também pelas suas datas de término que será a coluna anterior ao **Início Mais Tarde** da sua atividade sucessora. Como exemplo citamos as atividades **I** e **F**. A atividade **I** é uma das últimas a ser realizada, desta forma o seu **TMT** é 11 e, como dura 4 minutos devem ser pintadas as células das colunas 11, 10, 9 e 8. Como a atividade **F** é antecessora da atividade **I** (**I** depende de **F**), ela começará a ser pintada na célula da coluna 7 para frente (o número de colunas equivalente ao seu período).

Gráfico (2)

Código Atividades	Tempo (minutos)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A												
B												
C												
D												
E												
F												
G												
H												
I												

Analisando o gráfico (2) podemos observar que o projeto tem realmente 11 minutos. Que nas atividades que não possuem folga as células referentes as datas mais cedo e mais tarde ocupam as mesmas colunas e nas atividades que possuem folga há uma diferença equivalente a folga das mesmas. Desta forma fica fácil para qualquer pessoa acompanhar a execução da tarefa e verificar, a qualquer momento se ele está dentro do período previsto.

BIBLIOGRAFIA:

1. VIEIRA, Newton Lemos. Manual de PERT-CPM, Rio de Janeiro: CNI-SESI/DN, p. 11 – 46, 1980.
2. HIRSCHEFELD, Henrique. Planejamento com PERT-CPM e Análise do Desempenho, 9^a ed., São Paulo, Atlas, p. 19-26, 1987.
3. LOESCH, Cláudio; HEIN, Nelson. Pesquisa Operacional: fundamentos e modelos. Blumenau, Ed. da FURB, p. 210 – 225, 1999.
4. PRADO, Darci. Administração de Projetos com PERT-CPM. Belo Horizonte, Ed. UFMG, 1988.