

MÉTODOS DE PROGRAMAÇÃO E CONTROLE — PERT/CPM

APRESENTAÇÃO

A DEFESA NACIONAL, beneficiando-se da gentileza do Departamento Cultural do Clube Naval, que bem traduz o elevado espírito de integração das FORÇAS ARMADAS DO BRASIL, apresentará a seus assinantes, em 4 lições, o Curso sobre PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE — PERT — e CRITICAL PATH METHOD — CPM — Método do Caminho Crítico.

PRIMEIRA LIÇÃO

OBSERVAÇÕES PRELIMINARES

- 1 — As notas que se seguem, algumas extraídas das publicações relacionadas ao final desta apostila, constituem, juntamente com os desenhos, exercícios e demais elementos a serem distribuídos durante as aulas, o material acessório julgado essencial à complementação de nossas palestras sobre o PERT BÁSICO.
- 2 — Esta apostila foi preparada com o propósito de reduzir — se possível eliminar — a necessidade de serem tomadas notas durante as aulas, a fim de que os Srs. alunos possam dispensar maior atenção ao que estiver sendo apresentado pelo Instrutor.
- 3 — PERT é uma ferramenta simples, mas de valor excepcional; como toda ferramenta, só poderá render o máximo se manejada e utilizada como deve ser.
- 4 — Ao final deste curso os Srs. estarão de posse dos conhecimentos básicos necessários à aplicação da técnica PERT e à tomada de decisões administrativas corretas, com base em um diagrama PERT.
- 5 — Aos que desejarem aprofundar seus conhecimentos sobre PERT aconselhamos a leitura de publicações especializadas no assunto e o contato com entidades e técnicos com experiência na aplicação dessa técnica.

PERT BASICO

1 — Introdução

O interesse despertado pelo método PERT tem inúmeras razões de ser. Acreditamos que sua rápida divulgação deve-se, em grande parte, ao fato de que o PERT BASICO não exhibe, ao contrário de outros métodos de pesquisa operacional, senão uma pequena noção de matemática, só lançando mão, por outro lado, de conceitos assaz intuitivos. Dêste modo, é de assimilação fácil e, por conseguinte, vem se popularizando rapidamente.

Técnica administrativa de ampla aplicação, sua repercussão nos meios empresariais tem sido verdadeiramente revolucionária. Para isto, muito contribuiu a relevância do seu campo de ação nos dias de hoje: o planejamento, a programação e controle de operações complexas, tarefas para as quais, até bem pouco, havia carência de uma instrumentalidade racional, eficiente e completa.

2 — Onde e como surgiu o PERT

Em 1957, o SPO (Special Projects Office), uma das unidades de maior envergadura técnica da Marinha Norte-Americana, deu início aos estudos relativos ao Programa Polaris, que visava, entre outras coisas, ao desenvolvimento e produção do míssil Polaris. Este programa de trabalho apresentava duas características marcantes: a primeira era a própria complexidade do programa, o qual incluía, entre outras atribuições, as de fabricar, testar e montar cerca de setenta mil peças diferentes; a segunda, era a premência de tempo a enfrentar, dada a situação militar naquela época.

O Programa Polaris, complexo e de finalização urgente, foi uma forte motivação para que se procurasse resolver um problema de caráter geral que, cada vez mais, vinha se agravando: a necessidade da criação de um método novo para o planejamento, a avaliação e o controle de operações complexas, pois que os até então empregados vinham se mostrando insatisfatórios, mormente quando aplicados a empreendimentos de grande vulto. Procurando solução para esse problema, reuniu-se, em princípios de 1958, uma equipe altamente qualificada, congregando representantes da Booz, Allen and Hamilton (a maior firma de consultores de empresas dos Estados Unidos), da Divisão de Mísseis da Lockheed Corporation e do próprio SPO.

Dêsse estudo em conjunto surgiu e desenvolveu-se o *Program Evaluation and Review Technique*, que se tornou imediatamente conhecido e divulgado através da sigla PERT. Aplicado ao Programa Polaris, os resultados obtidos foram altamente auspiciosos. Acredita-se que, graças à utilização do PERT, a duração do Programa Polaris tenha sido reduzida em mais de um ano.

3 — CPM (Critical Path Method) e PERT

Mais ou menos na mesma época em que a Marinha Americana desenvolvia o PERT, a Companhia Du Pont, preocupada com os custos crescentes e o tempo gasto para levar seus novos produtos do estágio de pesquisa à produção, iniciou um estudo com a assessoria da Remington Rand Division, do qual resultou uma técnica bastante semelhante à do PERT e que se tornou conhecida como "Critical Path Method", cujo correspondente em português é Método do Caminho Crítico. O uso do CPM se divulgou também com grande rapidez, especialmente nas indústrias de Construção. CPM e PERT diferem apenas em detalhes, tendo destes métodos evoluído diversas variações resultantes da adaptação deles a condições peculiares ou a objetivos específicos.

Em geral nos cursos sobre PERT — como ocorrerá neste nosso — o que se ensina é uma mistura de PERT e CPM, cujos princípios básicos são os mesmos.

4 — Aplicações do PERT

É impossível precisar, numa listagem específica, os campos de aplicação do método PERT. Ele pode ser utilizado com proveito em qualquer tipo de operação composta de atividades interdependentes, em que se necessite aplicar um planejamento racionalmente concebido: construção de navios, projetos de edifícios, planejamento de programas de televisão, execução de rotinas de manutenção, docagem de navios, construção de diques, elaboração de orçamentos, etc... As inúmeras aplicações práticas do PERT têm, realmente, comprovado a adequabilidade de seu emprêgo nos mais variados ramos. Entretanto, o uso do PERT é, em geral, tanto mais proveitoso quanto maior o vulto da operação a ser planejada, pois é em operações de grande vulto que as economias de tempo e custo se tornam mais significativas. Nestes casos impõe-se o uso de computadores e há necessidade de pessoal qualificado e devidamente treinado em PERT, mas as despesas feitas com a aplicação do sistema costumam ser largamente compensadas.

O PERT, todavia, também pode ser proveitosamente usado no caso de operações mais simples, quando todos os cálculos necessários poderão ser feitos manualmente. Tivemos oportunidade de aplicá-lo, com auspiciosos resultados, na realização de pequenos projetos de construção e reparos de edifícios.

Inúmeras aplicações no campo da Construção Civil, por exemplo, não exigem senão até 100 a 200 atividades podendo dispensar o uso de computadores.

De qualquer modo, não se deve esperar que PERT seja o sistema mais recomendável para planejar qualquer tipo de operação. Em trabalhos de produção em série, por exemplo, tão comuns na área industrial, existem outras ferramentas de planejamento à disposição dos administradores, as quais, possivelmente, são mais adequadas que o PERT.

No caso da administração de construções em que partes do trabalho global venham a se repetir grande número de vezes (tais como costuma ocorrer em grandes edifícios de escritórios ou apartamentos) poderão ser colhidos melhores resultados ainda se, ao invés de usar unicamente o PERT, o associarmos a outras técnicas de administração.

5 — Vantagens do PERT sôbre métodos anteriormente usados

As vantagens inerentes ao método PERT irão se tornando aparentes à medida que avançarmos em nosso Curso, quando, então, teremos oportunidade de mencioná-las. Além disso, voltaremos a analisar êste assunto ao final do Curso. Apresentamos contudo, a seguir, um sucinto paralelo onde já se evidenciam diversas vantagens do método.

a) ANTES DO PERT

- Programação de atividades a grosso modo; operação dividida em etapas grandes e de número reduzido.
- Programação detalhada feita com o correr da execução da operação, em geral pouco antes de ser realizado cada segmento da operação. Qualquer dificuldade séria não é detetada senão quando não há mais tempo para se tomar uma corretiva sem acarretar atraso.
- Dificuldade na coordenação, no planejamento e na programação detalhados.
- Dificuldades no contrôle.

b) COM O PERT

- Planejamento detalhado da operação que fica dividida em segmentos pequenos ou atividades, mais fáceis de estimar.
- Programação a partir do detalhe para o global.
- Detecção antes do início da operação de áreas de dificuldade e, portanto, com possibilidade de ação corretiva eliminando os atrasos.
- Método orientado para mecanização.
- Facilidades de comunicação.
- Facilidade de contrôle, pois o acompanhamento é feito sob segmentos menores da operação.
- Avaliação pronta da repercussão de atraso na execução de atividades, sôbre as datas de término da operação ou de suas fases.
- Facilidade da revisão da programação.

6 — Etapas básicas do PERT/CPM

- a) analisar a operação (*) a ser realizada e desdobrá-la nas atividades necessárias à sua consecução.

(*) Palavra utilizada, aqui, num sentido amplo, abrangendo qualquer conjunto de atividades envolvendo homens e/ou máquinas e/ou materiais, organizadas com um propósito definido. Portanto, obra será um caso particular ou parte de uma operação; da mesma forma projeto, aquisições, etc....

- b) construir a rede de atividades (diagrama ou rede PERT), isto é, um diagrama de flechas que evidencie a seqüência e interrelação das atividades.
- c) estimar a duração, bem como outros atributos de interesse ligados às atividades (custo, mão-de-obra, materiais, etc. ...).
- d) determinar, com base nas estimativas feitas em "c", a duração global da operação, as datas de início e término de cada atividade, a folga disponível para a execução de cada atividade, o caminho crítico, a distribuição de despesas ao longo da operação, etc. ...
- e) exercer controle sobre a operação em curso, acompanhando sua execução, introduzindo e/ou suprimindo atividades e atualizando periodicamente os cálculos feitos em "c" e "d" (uma (*) "rate" adequada e, inclusive, à medida que as atividades foram se realizando, substituindo as estimativas feitas em "c" pelos seus valores reais correspondentes).

6.1 — *Desdobramento em atividades*

Deve ser tão completo quanto possível, isto é, o ideal é que nenhuma atividade ligada à operação seja esquecida. Por outro lado, as atividades devem ficar perfeitamente caracterizadas, inclusive, se possível, quanto aos responsáveis pela sua execução e o tempo para isto necessário.

Não devem ser reunidas, dentro de uma mesma atividade, tarefas que não possam ser executadas em seqüência, sem solução de continuidade: se uma atividade for "remover a máquina do local X e montá-la no local Y", não deve existir qualquer atividade intermediária entre a remoção e a montagem da máquina, como por exemplo *recondicionar a máquina antes de montá-la no local Y*. Existindo esta atividade intermediária, seria preferível, em princípio, considerarmos 3 atividades:

- a) *remover a máquina do local X;*
- b) *recondicionar a máquina;*
- c) *montar a máquina no local Y.*

Uma análise adequada de operação a ser executada e seu correto desdobramento em atividade é *fundamental* para um bom planejamento, embora o esquecermos algo nesta fase não signifique, em absoluto, que tudo o que foi planejado depois esteja perdido.

Durante o desenrolar da operação, poderá haver necessidade de incluir ou suprimir atividades na rede e/ou de proceder a modificações em atividades anteriormente planejadas. PERT permitirá tudo isto: é um método *dinâmico* de planejamento.

(*) Rate — proporção, relação, razão.

6.2 — Construção da rede de atividades (diagrama ou rede PERT)

Esta rede nada mais é que uma representação gráfica de um fluxo de tarefas que conduzem ao objetivo final da operação. Nela, as atividades aparecem interrelacionadas e na seqüência lógica em que deverão ser realizadas.

Os símbolos gráficos mais comumente usados numa rede PERT são os que aparecem no quadro anexo (ver anexo n.º 1), a saber:

Círculo — usado como um nó da rede, para indicar um evento, isto é, um marco no tempo assinalando o início e/ou o fim de uma ou mais atividades.

Uma flecha (em linha cheia) — usada como um ramo da rede, para representar uma atividade, isto é, uma determinada tarefa, parte da operação global a ser realizada. Portanto, as flechas são, por assim dizer, a parte da rede onde há realização de trabalho, dispêndio de tempo e de recursos materiais.

Uma flecha (em linha tracejada) — usada, também, como um ramo da rede, para representar o que se denomina "atividade fantasma", isto é uma amarração ou coordenação entre eventos e não uma atividade produtiva, na qual haja consumo de tempo e/ou recursos a computar.

A denominação atividade fantasma é também utilizada para designar atividades introduzidas na rede *unicamente* para evitar que atividades diferentes tenham os mesmos eventos inicial e final.

A duração de uma atividade fantasma, será sempre, computada como nula. Por outro lado, sua orientação (sentido de flecha) é, obviamente significativa.

Podemos interpretar agora, diferentes associações dos símbolos usados numa rede PERT (ver anexo 1).

A rede PERT poderá ser expressa na forma de uma matriz, como veremos em aula, mas a rede PERT visualizando o plano de trabalho é muito mais expressiva e deve ser preferida na fase de planejamento, devendo o uso da matriz, se adotado, ficar restrito à fase de programação e controle.

Alguns técnicos opinam que, se usarmos do sistema PERT apenas o seu diagrama, isto já se constituirá num grande benefício e há mesmo os que atribuem 70 ou mesmo 90% do valor do método à representação gráfica nêle utilizada.

O modo pelo qual a rede PERT é construída pode variar. Não julgamos aconselhável estabelecer rotinas a este respeito. Há os que preferem trabalhar unicamente com eventos, iniciando a construção da rede pelo evento final e retrocedendo a partir daí até chegar ao evento inicial.

Outros trabalham com base na interdependência das atividades, indicando, para cada atividade, as que devem precedê-las e/ou sucedê-las imediatamente, daí partindo para a construção da rede. Pode-se, também, combinar a seqüência natural dos eventos com as atividades necessárias

à consecução de cada evento. De qualquer modo, perguntas do tipo das que se seguem poderão ser úteis ao prepararmos nossa rede:

- quais as atividades iniciais (quando independem de outras)?
- que eventos e/ou atividades devem anteceder cada evento ou atividade?
- que eventos e/ou atividades não podem efetuar-se senão depois que determinado evento esteja terminado?
- que tarefas podem efetuar-se simultaneamente?
- terminado determinado evento, que atividades poderão ser imediatamente iniciadas?
- quais as atividades finais (às quais não se seguem qualquer nova atividade)?

6.3 — Duração das Atividades

Uma vez construída a rede PERT, procura-se estimar o tempo gasto em cada uma de suas atividades. Esta estimativa, às vezes bastante difícil, deve ser tentada da forma a mais realística possível. Há vários caminhos para sua obtenção, sendo os mais simples a experiência prévia e a analogia de atividades novas com as atividades cujo tempo de execução seja conhecido. Há casos, entretanto, em que a natureza e/ou originalidade de determinadas atividades nos levam a elevado grau de incerteza quando procuramos estabelecer suas durações. Nestes casos o que se faz habitualmente é raciocinar em termos de probabilidades e fazer 3 estimativas de duração para cada atividade, estimativas estas que corresponderão a 3 hipóteses básicas: condições otimistas, mais prováveis e pessimistas, as quais terão como elemento comum a quantidade de recursos que será utilizada na atividade. E assim, temos:

Tempo otimista — o menor tempo possível no qual acreditamos que possa a atividade ser efetuada, ou seja, o tempo necessário para completar a tarefa se tudo correr melhor do que nos é lícito esperar (isto é em condições melhores que as de costume. Na maioria dos casos, a probabilidade de realizar a atividade neste tempo é pequena. Uma regra prática que costumam mencionar a este respeito é que a probabilidade de realizar a atividade em um tempo menor que a duração otimista é de 1%.

Tempo pessimista — o máximo de tempo necessário à execução da atividade. É o tempo estimado para realizar a atividade sob condições englobando todos os fatores adversos previsíveis. A regra prática, neste caso, é que só existe 1% de probabilidade de realizar a atividade em um tempo maior que o pessimista.

Tempo mais provável — aquele ligado à realização da atividade sob as condições que costumam ocorrer com mais frequência. Deste modo, a

probabilidade de que a atividade se realize neste tempo é a maior possível e daí a denominação de "tempo mais provável".

A partir destas 3 estimativas obtém-se, como veremos mais adiante, o tempo médio que a atividade consumiria se fosse repetida muitas vezes, além de outras informações de grande interesse.

A unidade de tempo a ser adotada para exprimir as durações das atividades depende do critério próprio do administrador face à precisão necessária para atender às exigências do controle de andamento da operação.

Ao estimar a duração de cada atividade deve-se considerar, obviamente, os recursos ligados à sua execução. Sempre que possível, todo o pessoal que coopera na execução de uma atividade deverá ser consultado a respeito do tempo de duração e de outros atributos a ela ligados; além de possibilitar estimativas mais realísticas, êste modo de proceder constitui ponderável motivação para que todos se esforcem em realizar seus serviços dentro da programação feita.

Durante o curso iremos tecer, ao tratar dêste assunto, algumas outras considerações sôbre como fazer as estimativas de duração das atividades, tudo visando, sempre, à obtenção de dados os mais realísticos possíveis.

No caso de serem feitas 3 estimativas de duração para cada atividade, delas se deduz, como veremos mais tarde, a chamada duração média ou tempo estimado e que, estatisticamente falando, é o tempo médio que a atividade consumiria se fosse repetida um grande número de vezes.

Este tempo médio (o tempo esperado — a esperança matemática) será então utilizado para calcular os valores T_c e T_e aos quais iremos nos referir logo adiante.

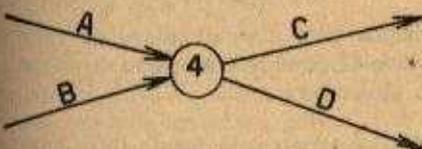
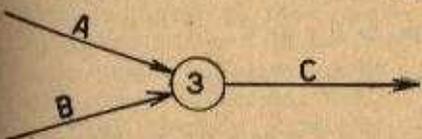
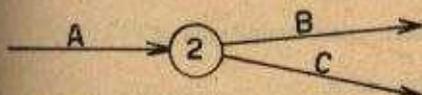
Na prática, todavia, usa-se inúmeras vezes — talvez na grande maioria dos casos — uma única estimativa de duração para as atividades.

O uso de 3 estimativas de duração é inerente ao PERT propriamente dito, enquanto, que, no CPM, temos a estimativa única.

ANEXO 1.

ALGUNS SIMBOLOS UTILIZADOS NA REDE DE ATIVIDADES

SIMBOLOS



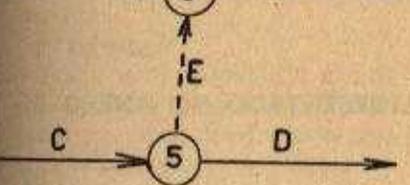
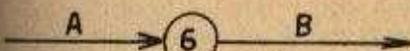
INTERPRETAÇÃO

A atividade B só poderá ser iniciada após ter sido terminada a atividade A.

Somente após terminada a atividade A cada uma das atividades B ou C poderá ser iniciada.

Ambas as atividades A e B terão que ser completadas antes que a atividade C possa ser iniciada.

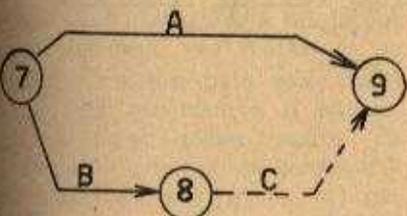
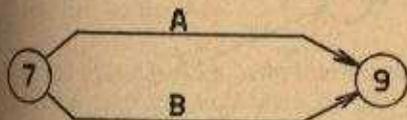
Nem C nem D poderão ser iniciadas sem que ambas as atividades A e B estejam terminadas; uma vez terminadas A e B, então C poderá ser iniciada independentemente de D e vice-versa.



A atividade B só pode ser iniciada após terminadas A e C; entretanto, o início de B só depende que C tenha sido completado.

A seta tracejada representa uma restrição apenas, não uma tarefa que exija tempo e esforços a serem consideradas. E chamada atividade fantasma: sua duração é nula.

Outra aplicação da atividade fantasma: mero artifício gráfico para evitar que atividades diferentes fiquem entre um mesmo par de eventos.



ANEXO 2

EXERCÍCIO

Construir a rede de atividades referente a um serviço cuja análise conduziu às seguintes conclusões:

1. Ao iniciar-se o serviço, cada uma das atividades A B e C poderá ser iniciada e levada a cabo independentemente.
2. A atividade D não pode começar antes que A esteja realizada.
3. A atividade E só pode ser iniciada após completada A.
4. O início de F depende do término de B.
5. O início de G depende do término de E e de F.
6. O início de H depende do término de C.
7. Somente após terminados G e H é que J poderá ser iniciada.
8. O início da atividade J é restringida pela disponibilidade de certo equipamento empregado na atividade D (mas não há gasto de tempo na transferência de equipamento de D para J).
9. A atividade K segue-se à atividade D e termina no evento final, onde também termina a atividade J.

NOTA — Ver solução no Anexo 3.

ANEXO 3

SOLUÇÃO DO PROBLEMA APRESENTADO NO ANEXO 2

