

# PERT: NÔVO SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTRÔLE

---

ALEXANDER BILLON

*Aproveitar ao máximo os recursos disponíveis: eis o intuito da técnica PERT, que nos ensina como dissecar um projeto e reagrupá-lo em seqüências lógicas de programação.*

Entre as múltiplas técnicas recém-desenvolvidas que visam a aperfeiçoar o planejamento e o controle administrativo, PERT ocupa posição de destaque devido à sua rápida divulgação nos meios empresários e governamentais do mundo ocidental.

A sigla PERT é abreviatura de "Program Evaluation and Review Technique" (Técnica de Avaliação e Revisão de Programas). PERT tem em mira facilitar o desempenho das seguintes funções administrativas:

- estabelecer programações objetivas para economia de tempo;
- programar recursos disponíveis para sua utilização eficiente;
- indicar, com a devida antecedência, pontos de estrangulamento na execução de programas ou no controle de custos;

---

ALEXANDER BILLON — Professor de Administração de Empresas da Universidade do Estado de Michigan (EUA) e Assessor Técnico da Escola de Administração da Universidade da Bahia.

NOTA: Este artigo foi escrito para a REVISTA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS e traduzido do inglês por Clóvis Lisboa.

- rever planos a fim de adaptá-los à realidade observada durante sua execução.

Tais funções, por sua própria natureza, sempre foram consideradas típicas do administrador. Contudo, com a crescente complexidade dos projetos industriais, seu planejamento e execução passaram a absorver demasiado tempo, acarretando, em consequência, danosos efeitos à organização da empresa. Bem é de ver, pois, quão oportuno pode ser reputado o recente surgimento do sistema PERT, face à sua excelência como conjunto de processos destinados a fornecer condições favoráveis para execução rápida e econômica do planejamento.

Propomo-nos a examinar o sistema PERT sob o aspecto de sua contribuição à tecnologia do planejamento e controle, com a finalidade precípua de descrever sua metodologia, analisar as características de seus custos, e demonstrar suas vantagens e limitações.

#### TRAÇOS HISTÓRICOS

O conceito básico e os métodos de trabalho de PERT foram desenvolvidos, a partir de 1958, nos Estados Unidos. A pesquisa pioneira, destinada a estudar a aplicação de métodos estatísticos e matemáticos ao planejamento, avaliação e controle dos programas da Marinha estadunidense, iniciou-se em janeiro daquele ano.<sup>1</sup> O grupo de pesquisas incluía pessoas do *Escritório dos Projetos Especiais da Marinha*, da sociedade consultora *Booz, Allen & Hamilton*, da *Lockheed Missil* e da *Space Division*. O resultado dos estudos foi o sistema PERT que a Marinha norte-americana resolveu utilizar, desde logo, para coordenar o complicado plano de lançamento do projétil "Polaris". Para dar execução a esse programa, solicitou-se dos encarregados a apresentação de três estimativas de tempo para lançamento do foguete, baseados, respectivamente, na previsão de

---

1) PERT: *Summary Report, Phase I* SPO, Bureau of Ordnance, Navy Department, Pentágono, Washington, D. C. (sem data).

condições ótimas, de condições péssimas e das mais prováveis condições.<sup>2</sup> Cabe esclarecer que o fator *tempo* foi considerado crucial na execução do plano Polaris; daí não se ter cogitado, na ocasião, da aplicação de PERT na avaliação do fator *custo*; o estudo desta variável, aliás, só agora vem sendo incorporado ao sistema. Mas, foi graças à sua eficiência que o Polaris pôde ser lançado dois anos antes da data programada. Daí por diante o sistema PERT tem recebido poderosos estímulos nos EUA. O Departamento de Defesa e a NASA, por exemplo, prestigiaram-no recomendando seu uso a milhares de grandes e pequenos fabricantes de material bélico, comprometidos, por contrato, ao fornecimento de tal material àquelas unidades. Por seu turno, as agências de compra do Exército, que já o vinham empregando em caráter experimental, passaram a adotá-lo definitivamente: os resultados iniciais haviam ultrapassado tôdas as expectativas.

Mais ou menos na mesma época, os engenheiros e matemáticos do "E. I. du Pont de Nemours" e da "Sperry-Rand Corporation" desenvolveram outro sistema de planejamento e contrôle, tornado conhecido sob o nome de *Método da Trajetória Crítica* ("Critical Path Method"), o qual opera com as variáveis *tempo* e *custo*, necessárias para que uma operação seja estimada com razoável grau de acuidade.<sup>3</sup> De alguns anos a êste turno, o esforço para seu desenvolvimento tem progredido na maioria das grandes indústrias de equipamentos eletrônicos para processamento de dados. Hoje em dia vem sendo largamente usado, máxime nas grandes e dinâmicas indústrias espaciais. Além das tarefas originais às quais foi aplicado, seu uso se estendeu a diversas outras áreas, como os projetos da indústria de construções,<sup>4</sup> o planejamento do desenvolvi-

---

2) PERT, op. cit., pág. 15.

3) M. R. Walker e M. S. Sayer, "Project Planning and Scheduling", Report 6959, E. I. du Pont de Nemours and Co., Wilmington, Delaware, 1959.

4) John W. Fondahl, *Non-Computer Approach to the Critical Path Method for the Construction Industry*, Universidade de Stanford, Stanford, Califórnia, 1962.

mento econômico dos EUA, as operações de mineração, os problemas de transporte, etc. .<sup>5</sup>

Muito maior, no entanto, foi a aceitação obtida por PERT. Após seu sucesso nos Estados Unidos, o uso deste método propagou-se por toda a Europa. Certo membro da Academia de Ciências Soviética, que há pouco tempo participou de uma conferência da Associação Americana de Administração, em Nova Iorque, declarou que PERT foi usado no planejamento de toda a economia da União Soviética para o ano de 1963.<sup>6</sup>

#### A METODOLOGIA DO PERT

Uma exposição minuciosa de PERT requereria, indubitavelmente, centenas de páginas e excederia as fronteiras de nosso escopo. O que no momento nos interessa é a exposição, conquanto sintética, da metodologia do sistema. Sem mais delongas, portanto, vejamos o roteiro em cinco etapas, a ser seguido na aplicação dessa técnica:

- 1.<sup>a</sup>) escolha dos “eventos”<sup>7</sup> ou trabalhos identificáveis, que devam ser levados a efeito para a consecução do objetivo final;
- 2.<sup>a</sup>) definição dos critérios de prioridade determinativos da ordem a ser seguida na realização dos eventos, e estabelecimento das relações entre estes existentes, tendo em vista o desenvolvimento reticular dos projetos;
- 3.<sup>a</sup>) estimativa (por tipo de atividade) do tempo necessário para a realização dos eventos;

---

5) “Shortcut for Project Planning”, *Business Week*, 7 julho de 1962, pág. 104.

6) *Idem*, *ibidem*, pág. 106.

7) O vocábulo evento (“event”) tem sentido próprio na terminologia PERT: é definido como ato que contribui para a consecução do projeto de um programa. A palavra atividade, outrossim, representa a ação que desloca o trabalho de um evento para outro, absorvendo tempo no processo de separação dos dois eventos.

4.<sup>a</sup>) estimativa do custo de cada trabalho ou tarefa;

5.<sup>a</sup>) concepção de um sistema de informações através do qual os resultados das operações sejam comunicados aos responsáveis pelo controle.

Descreveremos as quatro primeiras etapas desse esquema. O estudo da quinta e última etapa, sobre ser de natureza menos técnica e depender das condições específicas de cada empresa, escapa aos objetivos da presente análise.

#### A. SELEÇÃO DE EVENTOS

Este primeiro passo consiste em dividir o período total de duração do projeto em etapas lógicas e distintas. O grau em que um projeto possa ser dividido em eventos varia consideravelmente; na mesma proporção variará a quantidade de pormenores a serem ponderados. Algumas normas precisam ser observadas na decisão sobre quais operações devam ser agrupadas e quais devam ser separadas:

- As operações serão analisadas de modo que o evento reflita o tipo de trabalho e o tipo de mão-de-obra necessários para sua execução.
- Cada evento do chamado *modelo reticular* (“model network”) deve representar o ponto inicial ou final discernível de alguma atividade ou grupo de atividades; a descrição há de ser pormenorizada e completa, para evitar qualquer dúvida na determinação de quem deva executar a tarefa, de onde convenha seja ela executada e do que venha a ser feito neste ponto.<sup>8</sup>
- Finalmente, as pessoas incumbidas do planejamento e as responsáveis pela execução devem estar perfeitamente a par, não apenas do que o evento represente, mas também de suas relações com os eventos passados, atuais e futuros.

---

8) “Instruction Manual and Systems and Procedures for PERT”, SPO, Navy Department, Pentágono, Washington, D. C., 1958, pág. 6.

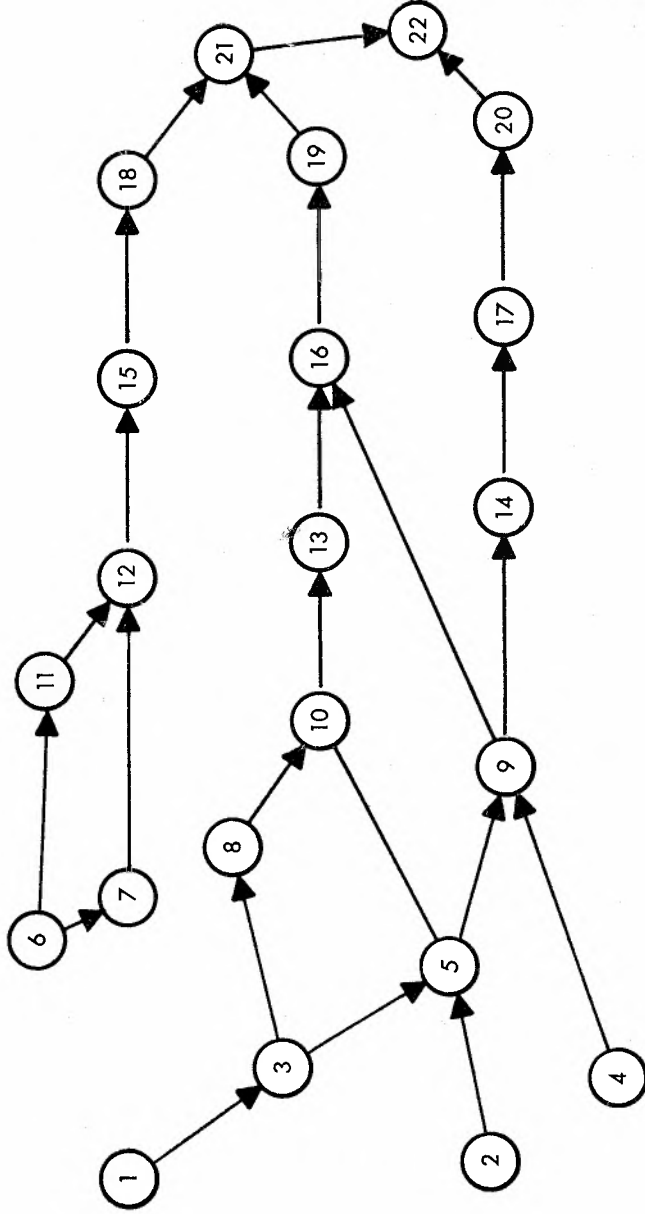
A visualização de tôdas as operações e suas inter-relações é passo inicial decisivo e, não raro, o mais difícil. As etapas seguintes e, por dedução, os próprios resultados são largamente influenciados pelo cuidado ou descuido com que esta fase inicial seja preparada.

#### B. DETERMINAÇÃO DAS SEQÜÊNCIAS

Depois que o projeto tenha sido dividido em tarefas ou eventos específicos, torna-se necessário determinar a ordem em que êsses eventos devam ser executados. Para tanto criar-se-á uma ficha de eventos (modelo reticular) semelhante à apresentada na Figura 1. Em que pêsse às variações a que estão sujeitas as seqüências dos eventos, êstes devem ser apurados *verticalmente* na linha, de acôrdo com a categoria de cada um. Assim, os eventos sub-componentes, por exemplo, serão mencionados abaixo dos eventos componentes. As datas de programação, por sua vez, obedecerão a um agrupamento *horizontal*. Ademais, os eventos serão numerados, devendo os números corresponder a descrições discriminadas num formulário constituído à parte. A numeração dos eventos começará no lado superior esquerdo do sistema reticular, seguirá no sentido vertical da coluna e prosseguirá na coluna seguinte no mesmo sentido (de cima para baixo), até que todos os eventos tenham sido numerados. Para facilitar cálculos futuros os números menores deverão preceder os maiores. Ao término da seqüência, a ficha formará uma série de círculos numerados que deverão ser ligados para indicar as relações de um determinado evento com outros. O procedimento usual consiste na coligação dos círculos por uma seta; se, porém, o procedimento acima descrito fôr rigorosamente cumprido, uma simples linha será bastante.

Como mostra a Figura 1, as setas representam as atividades que indicam o evento a ser concluído antes de se iniciar o trabalho do evento seguinte. A construção do gráfico do sistema reticular é sempre útil, mesmo nos casos em que nenhuma outra atividade seja empreendida; sob

FIGURA 1:  
UM MODÉLO RETICULAR SIMPLES



NOTA: Cada círculo representa um evento e corresponde ao término de uma atividade específica do projeto; cada seta representa o tempo para realizar e completar uma atividade.

o aspecto de visualização, nítida é sua vantagem sobre o gráfico linear convencional: mostra, também, as relações que controlam a seqüência de operações.

### C. PROGRAMAÇÃO DO TEMPO

Construído o projeto do modelo reticular, os prazos requeridos para a conclusão dos vários passos devem ser estimados. Uma vez que a empresa tenha conhecimento razoavelmente acurado das quantidades de tempo necessárias para completar cada evento, a soma desses prazos constituirá elemento essencial para a previsão da data de conclusão do projeto. Por outro lado, quando a experiência prévia fôr inexistente ou merecer limitada confiança e a incerteza fôr considerável, à empresa caberá recorrer ao cálculo probabilístico para estimar as datas de conclusão.<sup>9</sup> Nessas situações, contudo, três estimativas de tempo deverão ser realizadas, correspondendo às três hipóteses básicas: condições ótimas, péssimas e as mais prováveis.

A previsão otimista corresponderá ao período mais curto no qual um evento possa ser realizado sob condições operatórias ideais. A data mais provável é baseada na presuposição de que as condições sejam normais; merecerá nossa preferência se quisermos fazer uma previsão estável, pois que apresenta a maior probabilidade de ser atingido. E a estimativa pessimista será útil quando houver a possibilidade próxima de o empresário precisar enfrentar grandes dificuldades de operação.

O emprêgo dessas três estimativas de datas é particularmente valioso quando a incerteza é grande, não somente por permitir que a administração avalie os riscos da inobservância dos prazos preestabelecidos, mas por servir de base para a inferência das incertezas envolvidas no desempenho do programa. As características das três estimati-

9) Para um estudo pormenorizado das considerações matemáticas aqui envolvidas vide: "The Analysis of the Activity Time Estimates and their Mathematical Computations", *PERT, Summary Report*, Navy Department, Pentagon, Washington, D. C. (sem data).



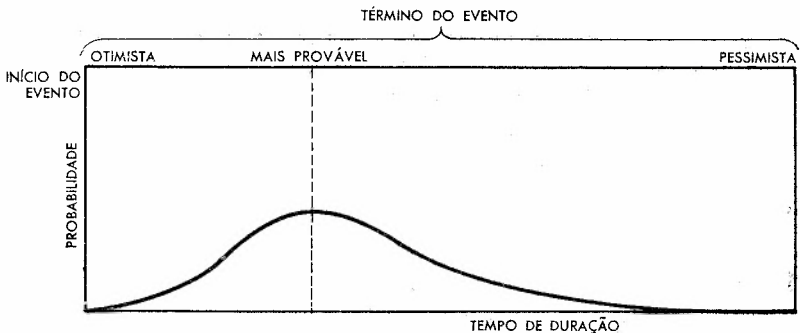
vas são representadas, na Figura 2, pela curva  $\beta$ . Pode-se obter o tempo esperado através da equação

$$T_e = \frac{O + 4M + P}{6}$$

onde o tempo esperado  $T_e$  é constituído pela média ponderada do tempo médio  $M$  e de  $\frac{O + P}{2}$  (estimativa

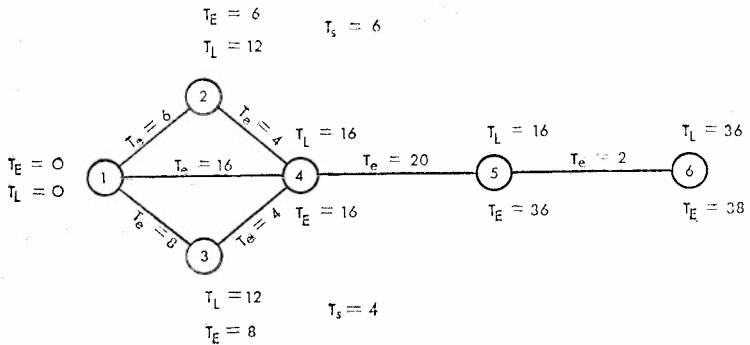
de meio termo). É razoável presumir que a distribuição de tempo venha a ter apenas um máximo e que esta corresponda à data de conclusão mais provável. Em outras palavras: o ponto  $M$  representa a data mais provável da futura conclusão do evento. Baixas probabilidades estão associadas aos pontos  $O$  (otimista) e  $P$  (pessimista) por ser mínima a possibilidade de que o tempo de conclusão incida em qualquer dêles. O ponto  $M$  estará em algum lugar entre os dois extremos. Sua posição depende, acentuadamente, dos critérios subjetivos da pessoa responsável pela estimativa.

FIGURA 2:  
ESTIMATIVA DO TEMPO DE DISTRIBUIÇÃO



Calculados os tempos esperados ( $T_e$ ) para cada atividade, sua soma indicará o tempo total necessário à execução do projeto. O intervalo mais amplo de tempo no sistema reticular do projeto denomina-se *trajetória crítica* ("critical path"), porque qualquer demora nessa trajetória provoca atrasos na conclusão do projeto. Na Figura 3, por exemplo,  $T_E$  representa a soma dos tempos estimados ( $T_e$ ) a partir do evento 1. Assim, o  $T_E$  para o evento 5 é o  $T_E$  para o evento 4 mais o  $T_e$  para a atividade seguinte, ou seja, no caso, 36 dias. Retrocedendo através do sistema reticular, localizaremos a última oportunidade permissível de início ( $T_L$ ) para cada evento.

FIGURA 3: CORTE DE UM MÓDELO RETICULAR COMPUTADO



NOMENCLATURA:

- $T_e$  — Tempo estimado do início ao término de uma subtarefa no modelo reticular.
- $T_E$  — Soma dos tempos estimados ( $T_e$ ) a partir do evento 1.
- $T_L$  — Tempo de início mais tardio permissível.
- $T_s$  — Tempo inativo.

Nosso objetivo, ao calcular as várias oportunidades para o modelo reticular, não se restringe à mera determinação da trajetória crítica que controla o tempo de conclusão: visamos, também, à computação do tempo inativo ( $T_s$ ). Tempo inativo é a diferença entre a conclusão estimada e a realmente realizada dos eventos não críticos. Obtém-se

o grau de inatividade de cada evento subtraindo-se do tempo de início mais tardio permissível os tempos de conclusão mais curtos. Eis a fórmula:

$$T_S = T_L - T_E \quad (10)$$

Usando, pois, o exemplo da Figura 3, verificamos que alguns eventos não possuem tempo inativo, enquanto outros o têm de sobra: v. g. : o grau de inatividade do evento 2 é de seis dias; o do evento 3 é de quatro dias. Verifica-se, pois, que o tempo inativo de um sistema decorre do encontro de duas ou mais atividades de trajetória múltipla, que devem ser coordenadas para que se possa iniciar uma atividade posterior a elas ligada.

Com os dados do tempo inativo a administração já disporá de importante ponto de apoio para tomar decisões atinentes à antecipação da data do término do evento final, mediante adoção de medidas capazes de reduzir os tempos de atividade durante a trajetória crítica que, como vimos, é o ponto neurálgico dos sintomas significativos de economia ou dispersão de tempo, durante todo o projeto. Claro está, é necessário conhecer a dimensão do tempo inativo, não apenas para fins de controle, mas também para o planejamento da aplicação dos recursos.

Nem todos os eventos, insistimos, possuem tempo inativo; ou antes, possuem-no, algumas vezes, em grau zero: as primeiras e as últimas datas para êsses eventos são as mesmas. Entretanto, a coligação de eventos de tempo inativo igual a zero forma, também, uma trajetória crítica.

Os cálculos do tempo inativo retro expostos referem-se à inatividade esperada na execução de eventos futuros. A inatividade real pode diferir, sensivelmente, da esperada,

10)  $T_S$  = tempo inativo;  $T_L$  = tempo de início mais tardio permissível;  
 $T_E$  = soma dos tempos estimados ( $T_e$ ), a partir do evento.

a depender das condições existentes; pode, até mesmo, chegar a ser bem menor que a antecipada. Fato importante a ser lembrado é o de que, muito embora haja grande amplitude de valores possíveis, mínima é a probabilidade de que tais valores diverjam, notavelmente, dos dois tipos de inatividade. Convém, por último, salientar que a natureza dinâmica da análise PERT é tal que requer contínuas revisões e avaliações de desempenho.

#### D. AVALIAÇÃO DOS CUSTOS

Seja com o objetivo de programar a mercadização de uma sociedade industrial altamente desenvolvida, seja com o de organizar recursos para iniciar a fabricação de um produto inexplorado, dentro de uma economia subdesenvolvida, as funções administrativas de planejamento e controle são semelhantes em ambas as situações. Na tomada de decisões concernentes a novos produtos, as primeiras considerações são as alusivas aos fatores *tempo* e *custo*, fatores, aliás, até certo ponto reciprocamente sucedâneos. Poderdo o tempo normal de produção ser reduzido mediante maiores aplicações de fundos, se o fator tempo não fôr crucial, o custo de um artigo poderá, igualmente, ser reduzido através de compras mais eficientes e melhor planejadas.

Vários são os tipos de custo freqüentemente associados à execução de um projeto industrial:

- Em primeiro lugar, há o custo resultante de vendas perdidas devido ao retardamento da produção, proveniente da falta de controle dos produtos em processamento. Além do tempo perdido, podem influenciar êsse custo a perda de prestígio e a redução do poder competitivo. A demora no lançamento de um novo produto não raro coloca a empresa em situação de inferioridade perante a concorrência.

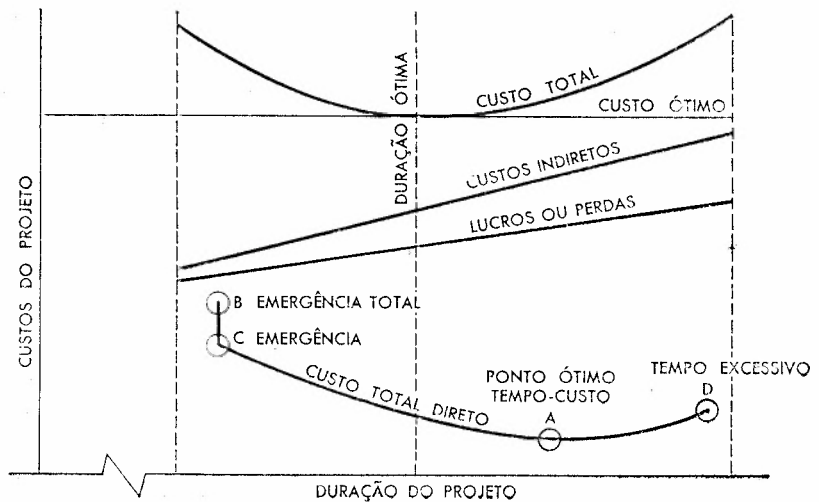
- Em segundo lugar, se a cronometragem do andamento do projeto não for racionalmente controlada, os custos diretos e indiretos poderão aumentar rapidamente. É sabido que os custos indiretos se agravam na mesma proporção do aumento de tempo na execução do projeto. Admitindo a representação gráfica da situação por uma curva de custo direto em forma de U, podemos esperar que esses custos comecem a aumentar após certo intervalo de tempo.
- Finalmente, há o custo oriundo dos recursos desnecessariamente aplicados a um projeto, porque a empresa perde a oportunidade de usá-los em outras atividades lucrativas. Bem é de ver que o ponto da curva do custo direto em que este custo é mínimo nem sempre coincide com o custo mínimo do projeto como um todo. Para se obterem resultados aceitáveis devem ser levados em conta todos os custos associados à execução.

Quase todos os custos do projeto variam com o tempo. Não obstante, o problema de análise dos custos torna-se mais complexo face ao comportamento irregular dos custos no decorrer do tempo. A curto prazo, os custos diretos declinam à proporção em que mais tempo seja dedicado à execução da tarefa. Como bem demonstra a Figura 4, a curva do custo total direto começa por sofrer ligeiro declive para, em seguida, ascender à proporção em que cresce a necessidade de tempo. A forma de U dessa curva é baseada na suposição da existência de combinação ótima de tempo e custo para cada tarefa. Portanto, qualquer esforço para retardar ou acelerar o custo da execução do projeto elevará o custo total. Presume-se, em geral, que os custos relacionados com a duração do projeto tendam a aumentar quando a execução do projeto seja dilatada. Os mais importantes desses custos são as várias espécies de ônus indiretos que se supõe possuem relação linear positiva com o tempo.

Outro tipo de custo é o relacionado com a impossibilidade de concluir o projeto no tempo mais breve possível. Chama-se *custo de utilidade*. Supõe-se, outrossim, que seja uma função linear crescente com o tempo. As três curvas

de custo e a curva do custo total são vistas na Figura 4. Note-se que o ponto ótimo na curva do custo total não coincide com o ponto ótimo na curva do custo direto. Em virtude de as curvas do custo indireto e do custo de utilidade serem crescentes com o tempo, muda-se o ponto ótimo para a esquerda quando levados em consideração os custos gerais do projeto.

FIGURA 4:  
RELAÇÕES TEMPO-CUSTO DO PROJETO



Como já vimos, o método PERT não fazia, originariamente, nenhuma referência à variável custo; sua definição aludia à técnica apenas como “instrumento usado na tomada de decisões para economizar *tempo* na consecução dos objetivos programados, para os quais o *tempo* seja o bem mais escasso”. (Grifos nossos.)<sup>11</sup> A variável *custo* só res-

11) “Program Planning and Control System”, SPO, Navy Department, Polígono, Washington, D. C. (sem data), pág. 32.

centemente foi acrescida ao sistema<sup>12</sup> e não tem sido amplamente usada como as outras o foram no passado. Não se pode negar, todavia, que a adição dessa variável ao sistema de análise PERT oferece o máximo potencial para a economia de custos, pela utilização mais eficiente dos recursos disponíveis, tendo lançado à administração um novo e difícil desafio: o de penetrar no âmago do problema da eficiência, que nunca foi satisfatoriamente resolvido.

Muitas são as situações de programação a que o administrador do projeto não pode refugir. A variabilidade das funções de produção aumenta a dificuldade de se tomar uma decisão firme ou de escolher a alternativa mais desejável entre muitas combinações possíveis. Cada operação pode ser executada através de diferentes combinações de métodos, custo, tempo e duração do projeto. Além disso, os eventos componentes do projeto não formam uma cadeia direta, o que simplificaria a redução consecutiva dos custos e do tempo desses eventos. Encontramos um grupo altamente complexo de eventos simultâneos, superpostos e correlatos. A diminuição do tempo de atividade num ponto específico pode não exercer nenhum efeito sensível na duração total do projeto. A alternativa de abreviar tôdas as atividades seria antieconômica, porque algumas seriam comprimidas desnecessariamente, provocando aumento no custo. Onde somente dever ser reduzida a combinação de atividades que resultar em custos mínimos, face ao tempo previsto desejável para a conclusão do projeto.

Não queremos com isso dizer que tôdas as operações devam ser realizadas ao custo mínimo. Para que certas atividades do programa sejam executadas é necessário acelerá-las até o ponto em que excedam o custo mínimo.

Partindo das explicações acima, a curva do custo direto total pode ser traçada do seguinte modo:

---

12) J. S. Chipman, "PERT with Costs", Technical Report 112, Aerojet General Corporation, 1961.

- Computam-se as necessidades de tempo e custo de cada atividade. A soma de tôdas as necessidades de tempo e custo é localizada grãficamente. (Vide Figura 4, ponto A.)
- Para se obter o outro extremo (Figura 4, ponto B), na curva do custo direto, tôdas as atividades são estimadas à base do tempo de emergência. O tempo de emergência representa, no gráfico, o ponto além do qual os requisitos de tempo não podem ser reduzidos por ter sido atingido o limite prático. O custo mínimo para o tempo de emergência é dado no ponto C da Figura 4, o qual representa as estimativas em que apenas as atividades críticas foram executadas à base do tempo de emergência. Torna-se evidente que a realização de atividades não críticas, em regime de emergência, redundou no aumento do custo de C a B, mas de nada valeu quanto à redução do tempo.
- A curva da distância entre A e C, a partir do ponto A, é obtida assim: a) reduzem-se as atividades críticas que redundem em diminuição máxima do tempo do projeto com mínimas despesas para o orçamento do projeto; b) repete-se a operação tantas vêzes sejam necessárias, até o ponto C seja alcançado, isto é, até o ponto em que tôdas as atividades da trajetória crítica tenham sido reduzidas a seus limites de emergência.

A redução da trajetória crítica exige recomputação de cálculos e, por conseguinte, determinação de novas datas de início, término e inatividade. Mais fãcilmente será alcançada a combinação ótima tempo-custo se quem fizer os cálculos der prioridade, na redução, às atividades de menor inclinação na curva correspondente.

#### CÁLCULO MANUAL VERSUS CÁLCULO ELETRÔNICO

Embora os cálculos acima possam ser efetuados manualmente, não há dúvida de que o computador eletrônico facilita sobremaneira o processo. O problema reside, contudo, em determinar qual a mais eficiente combinação de recursos para a consecução de determinado objetivo. As operações do processo, conquanto separadas, são interde-



rentes. Várias são as combinações possíveis: tempo, mão-de-obra, máquinas, métodos etc. . . Obviamente, não é fácil resolver essa questão de planejamento de recursos; ora, uma das utilidades de PERT é tornar essa tarefa mais simples.

O método matemático — que tem sido usado, paralelamente, por vários pesquisadores de operações — é baseado na *programação linear paramétrica*, que requer tempo e é de computação demasiado complexa. Essa desvantagem foi superada pelo uso de computadores eletrônicos. Os projetos menores, porém, não demandam penosos esforços de cálculo, motivo por que, na execução de seus programas, a utilização do método manual é plenamente satisfatória.

A decisão sobre a eventual conveniência do uso do computador para cálculos numerosos dependerá de fatores vários, dentre os quais ressaltamos: o tamanho e a complexidade do projeto, o número de eventos no sistema reticular, a frequência da renovação dos cálculos (recomputação) e o grau em que métodos estatísticos sejam usados. De maneira geral podemos afirmar que um projeto composto de menos de duzentos e cinquenta eventos pode ser executado manualmente.

Quando a empresa possui um sistema de processamento eletrônico, a economia de tempo proporcionada pelo uso do método mecânico é significativa, especialmente quando alto for o índice de incerteza, implicando diversas operações probabilísticas. O computador não se restringe ao cálculo da trajetória crítica através do sistema reticular: indica, também, o ponto ótimo na curva tempo-custo, e reduz, sensivelmente, a probabilidade de erro. A mais incontestável de suas vantagens, porém, é a rapidez que oferece na elaboração de programas.

Não deixemos de observar que, embora todos os métodos analíticos comumente aplicados para solução do problema da variabilidade programática sejam baseados na simplificação das suposições concernentes às relações de tem-

po-custo, nos programas do computador as aproximações têm maior amplitude.

Ademais, o computador tende a ser menos flexível quando usado na revisão de programas, por não ser muito sensível às mudanças nas inter-relações. Convém ter em mente, por outro lado, que, como ocorre na relação de seqüência indicada, nem sempre são autônomas as atividades do sistema reticular.

Sérias são as deficiências do método mecânico quando ele deixa de refletir o efeito de u'a mudança em tôdas as atividades afetadas. Se alguma atividade sofrer, em relação ao programa, um atraso de cinco por cento, o efeito disso sôbre tôdas as outras atividades não será, necessariamente, proporcional; pois bem: nem o melhor dos computadores está apto a determinar, com segurança, qual será realmente êsse efeito.

Com ou sem uso de computadores, quem faz estimativas deve saber qual a forma da curva de tempo-custo correspondente a cada uma das atividades do projeto, bem como dispor de dados suficientes para diversas combinações de tempo e de custo. A função da *linha reta*, geralmente utilizada nas aplicações do computador, nem sempre corresponde às relações tempo-custo de um projeto industrial, embora satisfaça em muitos casos. Bem por isso, freqüentemente o traçado de uma função hiperbólica oferece conclusões mais seguras, por reconhecer que as oportunidades de economia não são as mesmas em tôda a extensão da curva tempo-custo.

Há, também, outro recurso, o da *curva de custo descontínua*, onde diferentes métodos de execução são introduzidos. Escusado é dizer que os cálculos se tornam mais complexos à medida que nêles se introduzem variações, tais como decisões de produzir ou comprar; mas, o aumento da acuidade das estimativas compensa o esforço.

A despeito dos aspectos quantitativos envolvidos na análise PERT, não esqueçamos que a maioria dos dados de tempo e custo são baseados nos juízos de valor do autor das

estimativas. Daí o fato de algumas previsões serem sempre otimistas, enquanto com outras se dá justamente o inverso. Por outro lado, certas pessoas, quando responsáveis pelos resultados das estimativas, costumam estabelecer metas excessivamente conservadoras, que possam ser atingidas sem muito esforço. Com erros humanos dessa natureza a empresa corre o gravíssimo risco de aplicar procedimentos objetivos a um conjunto de dados subjetivos.

Outra dificuldade é a coordenação dos dados necessários à implantação do sistema com os dados estatísticos disponíveis na empresa, sobretudo os de natureza contábil. A empresa que dispuser de apenas um sistema contábil tradicional provavelmente há de verificar que esse sistema precisará sofrer profundas modificações para que o mecanismo PERT possa ser aplicado lucrativamente. As adaptações mais importantes terão de referir-se ao levantamento de dados mais específicos sobre custo, que possam ser utilizados no sistema reticular. Isto, entretanto, não constituirá sério problema às empresas que já disponham de um sistema moderno de processamento de dados.

Em que pese a essas limitações, o sistema PERT oferece muitas vantagens:

- Primeiramente, permite à administração levar ao ponto ótimo o uso dos recursos disponíveis, com certas restrições de tempo e custo. O sistema requer um nível mais alto de habilidades de planejamento do que os métodos convencionais. A construção de um sistema reticular representativo do projeto força a definição de objetivos, muitas vezes não suficientemente claros para as pessoas diretamente empenhadas em sua execução, além de impor a identificação das atividades críticas que mereçam especial atenção. A coordenação dos esforços de vários departamentos, sempre problemática no caso de novos projetos, também é facilitada, podendo cada departamento e cada indivíduo ver, num relance, e como um todo, a relação e o impacto de sua ação no projeto.

- Em segundo lugar, o sistema PERT possibilita a realização satisfatória de processos que se encontram em fases ainda precárias, onde as técnicas de planejamento e controle usadas para a produção em massa seriam inúteis, por não ter ainda o projeto alcançado estabilidade de desempenho.

Com as rápidas alterações da tecnologia e contínua introdução de produtos novos ou modificados, novas técnicas precisam ser desenvolvidas para possibilitar a administração dessas atividades, caracterizadas pelas mudanças, com a mesma eficiência atingida no processo de produção em massa. PERT oferece métodos que lidam com o problema das incertezas, não raro presente em novos programas e nos casos em que os métodos padronizados de desempenho, como os de Taylor-Gantt, são insuficientes.

- Em terceiro lugar, o sistema prevê economias de tempo do dirigente empresário pelo uso do princípio da exceção e pela concentração nas atividades da trajetória crítica. O sistema informa o grau do desvio, sua localização e o responsável por êle. Baseado em tais informações, o administrador está apto a aplicar os corretivos necessários para minimizar os efeitos do desvio.

#### CONCLUSÕES

Desenvolvido que foi, espetacularmente, nas administrações públicas e privadas dos EUA e da Europa, PERT tem sido hoje aproveitado em inúmeras indústrias como instrumento de decisão. Ademais, muitas pessoas continuam a trabalhar com o intuito de melhorar e aprofundar a técnica PERT, que, apesar de seus insucessos, ainda se encontra em fase embrionária, apresentando vários senões que aguardam solução.

Uma vez resolvidos — e, ao que parece, a solução está próxima —, PERT, provavelmente, passará a ser um dos meios prediletos do empresário para prever, medir e controlar a programação administrativa, contribuindo, sobretudo, para a maior eficiência da empresa.