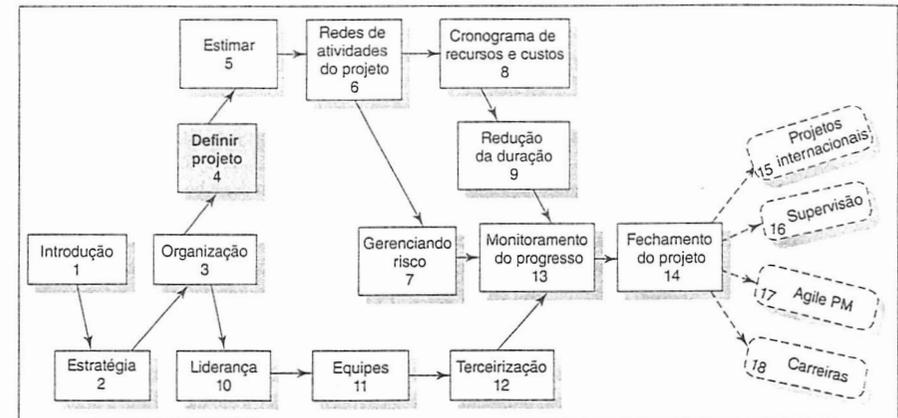


Definição do projeto



Definição do projeto
 Etapa 1: Definição do escopo do projeto
 Etapa 2: Estabelecimento das prioridades do projeto
 Etapa 3: Criação da estrutura analítica do projeto (EAP)
 Etapa 4: Integração da EAP com a empresa
 Etapa 5: Codificação da EAP para o sistema de informação
 Matriz de responsabilidade
 Plano de comunicação do projeto
 Resumo

Select a dream (selecione um sonho)

Use your dream to set a goal (use o seu sonho para definir uma meta)

Create a plan (crie um plano)

Consider resources (considere os recursos)

Enhance skills and abilities (otimize habilidades e capacidades)

Spend time wisely (empregue o tempo sabiamente)

Start! (comece!) Organize-se e vá

*... é um daqueles acro-alguma-coisa, disse o ursinho Puff.**

Os gerentes de projetos encarregados de um único projeto pequeno podem organizar e programar as tarefas dele sem muito planejamento e informação. Entretanto, quando o gerente de projetos precisa administrar vários projetos pequenos ou um grande e complexo, rapidamente conclui que não consegue mais dar conta dos detalhes.

Este capítulo descreve um método disciplinado e estruturado para coletar seletivamente informações a serem utilizadas em todas as fases do ciclo de vida do projeto, satisfazer as necessidades das partes interessadas (como o cliente e o gerente do projeto) e medir o desempenho em relação ao plano estratégico da empresa. O método sugerido representa um desenho do projeto e chama-se *estrutura analítica do projeto*. Os primeiros estágios do desenvolvimento do planejamento servem para que todas as tarefas sejam identificadas e os participantes do projeto compreendam o que deve ser feito. Após a estrutura de trabalho ser definida em detalhes, pode-se desenvolver um sistema de informação integrado para programar trabalho e alocar orçamentos. Essas informações de base serão usadas mais tarde para controle.

Além disso, o capítulo apresenta uma variante da estrutura analítica do projeto chamada *estrutura analítica de processo*, assim como as matrizes de responsabilidade usadas para projetos menores e menos complexos. Com o trabalho do projeto definido por meio da *estrutura analítica do projeto*, o capítulo encerra com o processo de criação de um plano de comunicação para ajudar a coordenar as atividades do projeto e acompanhar seu progresso.

As cinco etapas genéricas aqui descritas fornecem uma abordagem estruturada para a coleta das informações necessárias no desenvolvimento de uma estrutura analítica do projeto. Essas etapas e o desenvolvimento de redes de projeto, como se verá nos capítulos seguintes, ocorrem todos ao mesmo tempo, e geralmente são necessárias diversas iterações para estabelecer datas e orçamentos que possam ser usados para gerenciar o projeto. O velho ditado “só se pode controlar o que se planeja” é verdadeiro; portanto, definir o projeto é a primeira etapa.

Etapa 1: Definição do escopo do projeto

A definição do escopo do projeto cria o cenário para o desenvolvimento do plano do projeto. O escopo define o resultado final ou missão do projeto – um produto ou serviço para seu cliente. O objetivo principal é definir, o mais claramente possível, as entregas para o usuário final e focar os planos do projeto. Por mais fundamental e essencial que pareça a definição do escopo, ela, muitas vezes, é negligenciada por líderes de projetos de grandes corporações bem-administradas.

* Roger E. Allen and Stephen D. Allen, *Winnie-the-Pooh on Success* (New York: Penguin, 1997), p. 10.

Pesquisas mostram claramente que um escopo ou missão maldefinidos é a barreira ao sucesso do projeto mais mencionada. Em um estudo envolvendo mais de 1.400 gerentes de projetos nos Estados Unidos e Canadá, Gobeli e Larson (1986) concluíram que cerca de 50% dos problemas de planejamento estão relacionados à definição incerta de escopo e metas. Esse e outros estudos sugerem uma forte correlação entre sucesso no projeto e definição clara de escopo (cf. Ashley et al., 1987; Pinto and Slevin, 1988; Standish Group, 2009). O documento de escopo direciona o foco para a finalidade do projeto durante toda a sua vida, para os participantes e para o cliente.

O escopo deve ser desenvolvido sob a direção do gerente do projeto, do cliente e de outras partes interessadas. O gerente do projeto é responsável por garantir que haja um acordo com o patrocinador sobre objetivos do projeto, entregas em cada estágio, requisitos técnicos e assim por diante. Por exemplo, uma entrega no estágio inicial pode ser o estabelecimento de especificações; no segundo estágio, três protótipos para produção; no terceiro, uma quantidade suficiente para introduzir no mercado; e, por fim, promoção e treinamento de marketing.

A definição do escopo do projeto é um documento que será publicado e utilizado pelo patrocinador e pelos participantes do projeto para planejar e medir o sucesso dele. *Escopo* descreve o que se espera entregar ao cliente quando o projeto for concluído e deve definir os resultados a serem atingidos em termos específicos, tangíveis e mensuráveis.

Utilização de uma lista de verificação de escopo de projeto

O escopo do projeto é, claramente, o calcanhar de Aquiles que entrelaça todos os elementos do plano do projeto. Para garantir que a definição de escopo esteja completa, você pode usar a seguinte lista de verificação:

Lista de verificação de escopo do projeto

1. Objetivo do projeto
2. Entregas
3. Marcos
4. Requisitos técnicos
5. Limites e exclusões
6. Revisões com o cliente

1. **Objetivo do projeto.** A primeira etapa da definição de escopo do projeto é definir o objetivo geral para satisfazer as necessidades do seu cliente. Por exemplo, após uma abrangente pesquisa de mercado, uma empresa de software decide desenvolver um programa que traduza automaticamente frases verbais do inglês para o russo. O projeto deve ser concluído dentro de 3 anos, a um custo não superior a US\$ 1,5 milhão. Outro exemplo é desenhar e produzir um sistema completamente portátil de tratamento térmico de resíduos tóxicos, em 13 meses e a um custo abaixo de US\$ 13 milhões. O objetivo do projeto esclarece o que, quando e quanto.
2. **Entregas.** A próxima etapa é definir as principais entregas: as saídas esperadas e mensuráveis ao longo da vida do projeto. Por exemplo, a entrega da primeira fase de desenho de um projeto poderia ser uma lista de especificações. Na segunda, as entregas poderiam ser a codificação do software e o manual técnico. A fase seguinte poderia ser o protótipo. Na fase final, poderiam ser os últimos testes e o software aprovado. Observação: entregas e requisitos, muitas vezes, são empregados como equivalentes.
3. **Marcos.** Um marco é um evento significativo em um projeto que ocorre em um ponto no tempo. O cronograma de marcos exhibe apenas grandes segmentos de trabalho: ele representa as primeiras estimativas aproximadas de tempo, custo e recursos do projeto. O cronograma é criado utilizando-se as entregas como uma plataforma para identificar os principais segmentos de trabalho e uma data final, por exemplo, testes concluídos e finalizados até 1º de julho do mesmo ano. Os marcos devem ser pontos de controle naturais e importantes do projeto, além de passíveis de fácil reconhecimento por parte de todos os envolvidos do projeto.

4. **Requisitos técnicos.** Na maior parte das vezes, um produto ou serviço terá requisitos técnicos para garantir o desempenho correto que, em geral, esclarecem as entregas ou definem as especificações de desempenho. Por exemplo, um requisito técnico de um computador pessoal poderia ser a capacidade de aceitar corrente alternada de 120 volts ou contínua de 140 volts, sem adaptadores ou interruptores. Outro exemplo conhecido é a capacidade dos sistemas de emergência 911 de identificar o número e a localidade do telefone de quem chama. Exemplos de projetos de sistemas de informação incluem velocidade e capacidade de sistemas de base de dados e conectividade com sistemas alternativos. Para compreender a importância dos principais requisitos, consulte o “Caso Prático: Big Bertha II versus o requisito de COR da USGA”.
5. **Limites e exclusões.** Devem-se definir os limites do escopo. Não fazê-lo pode levar a falsas expectativas e ao gasto de recursos e tempo no problema errado. Exemplos de limites são: os deslocamentos da e para a sede do trabalho serão terceirizados será terceirizado; a manutenção e o reparo do sistema serão feitos somente até um mês após a inspeção final; o treinamento extra além do previsto no contrato será cobrado do cliente. As exclusões definem melhor o limite do projeto ao dizer o que não está incluído. Exemplos incluem: os dados serão coletados pelo cliente, e não pelo contratado; será construída uma casa, mas sem paisagismo ou dispositivos de segurança; será instalado software, mas não será dado treinamento.
6. **Revisões com o cliente.** A lista de verificação do escopo termina com uma revisão com o cliente, interno ou externo. O principal aqui são a compreensão e o acordo quanto às expectativas. O cliente está obtendo o que deseja com as entregas? A definição do projeto identifica as principais realizações, orçamentos, agenda e requisitos de desempenho? As questões de limites e exclusões foram cobertas? É imperativa a comunicação clara sobre todas essas questões a fim de evitar reclamações ou mal-entendidos.

A definição do escopo deve ser a mais breve possível, porém completa: uma ou duas páginas são o normal para um projeto pequeno. Consulte o “Caso Prático: Declaração de escopo”.

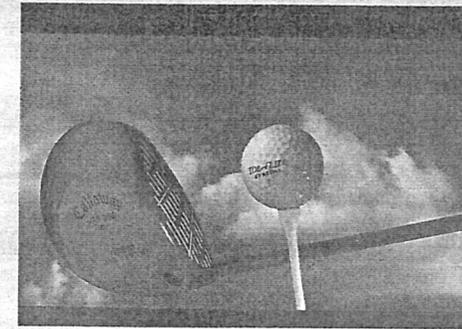
O *checklist* que vimos na página anterior é genérico. Diferentes setores e empresas desenvolvem listas de verificação e modelos diversos para acomodar suas necessidades e tipos específicos de projetos. Algumas empresas envolvidas em trabalho contratado se referem à declaração de escopo como “descritivo de serviços” (SOW). Outras usam o termo de abertura do projeto que acabou assumindo um significado especial no mundo do gerenciamento de projetos: o daquele que autoriza o gerente do projeto a dar início e liderar o projeto. Esse documento é emitido pela gerência superior, autorizando por escrito que o gerente do projeto use os recursos organizacionais para as respectivas atividades. O documento formal frequentemente inclui uma breve descrição do escopo e itens como limites de risco, necessidades do cliente, limites de despesa e até composição da equipe.

Muitos projetos sofrem de **fluência de escopo**, a tendência que o escopo do projeto tem de se expandir ao longo do tempo – normalmente mediante alteração de requisitos, especificações e prioridades. Ela pode ser reduzida escrevendo-se a respectiva declaração com cuidado. Se for ampla demais será um convite à fluência de escopo. A fluência de escopo pode ter um efeito positivo ou negativo sobre o projeto, mas, na maioria dos casos, ela significa mais custos e possíveis atrasos no projeto. Mudanças de requisitos, especificações e prioridades costumam gerar gastos excessivos e atrasos. Os exemplos são muitos: o sistema de manejo de bagagem do aeroporto de Denver; o novo sistema de estradas expressas de Boston; o trem-bala de Xangai, na China; e a lista segue. Em projetos de desenvolvimento de software, a fluência de escopo se manifesta em produtos inchados, em que muitas funções prejudicam a facilidade de uso.

Se o escopo do projeto precisar mudar, é fundamental um sólido processo de controle de mudanças em ação, registrando-as e mantendo um rol de todas que ocorrerem no projeto. O rol identifica mudança, impacto e os responsáveis por aceitar ou rejeitar a mudança proposta.

O controle da mudança é um dos tópicos do Capítulo 7. Os gerentes de projetos afirmam continuamente que lidar com requisitos que se modificam é um dos seus problemas mais desafiadores.

CASO PRÁTICO Big Bertha II versus o requisito de COR da USGA*



© Time & Life Pictures/Getty Images

Em 1991, a Callaway Golf Equipment apresentou seu *driver* Big Bertha, revolucionando o ramo dos equipamentos de golfe. O Big Bertha – batizado assim por causa de um canhão de longa distância alemão da Primeira Guerra Mundial – era muito maior do que os tacos de madeira convencionais e não tinha *hose* (o encaixe na cabeça do taco onde a haste é inserida), de forma que o peso se distribuía melhor por toda a cabeça. Esse design inovador dava à cabeça do taco um ponto otimizado maior, o que permitia ao jogador acertar a bolinha fora do centro sem perder muito em distância ou precisão. A Callaway mantém sua posição proeminente na indústria do golfe utilizando tecnologia espacial para ampliar a exatidão e a distância de equipamentos de golfe.

No ano 2000, a Callaway apresentou o *driver* Big Bertha ERC II, forjado em titânio, tecnologicamente superior a qualquer outro do mercado. No entanto, havia um grande problema. A nova versão do Bertha não estava em conformidade com o requisito de coeficiente de restituição (COR) definido pela Associação de Golfe dos Estados Unidos (USGA). Em consequência, seu uso foi vetado para golfistas da América do Norte que quisessem jogar segundo as regras da USGA.

A Associação acreditava que os velozes progressos tecnológicos dos equipamentos de golfe introduzidos pela Callaway Golf e outros fabricantes estavam ameaçando a integridade do esporte. Os jogadores estavam dando tacadas tão

mais compridas e retas que os campos de golfe em todo o mundo estavam sendo redesenhados para ficarem mais longos e terem maior grau de dificuldade.

Assim, a USGA, em 1998 estabeleceu limites de desempenho para todos os novos equipamentos de golfe. Para impedir que os fabricantes desenvolvessem tacos mais potentes, a USGA limitou o COR dos novos equipamentos de golfe a 0,83. O COR era calculado disparando-se uma bola de golfe contra um *driver*, com uma máquina parecida com um canhão, a 175 km/h. A velocidade da bola devolvida para o canhão não poderia passar de 83% da sua velocidade inicial (145 km/h). A USGA denominou a proporção entre as velocidades de entrada e de saída de coeficiente de restituição (COR). A intenção do valor COR da USGA era limitar a distância com qual as bolas de golfe poderiam ser lançadas, uma vez que estudos indicavam que um aumento de 0,01 no COR resultava em duas jardas a mais de alcance. O COR do Big Bertha ERC II era de 0,86.

Após diversos esforços para que a USGA alterasse seus requisitos técnicos, os engenheiros da Callaway voltaram às pranchetas e, em 2002, apresentaram o Great Big Bertha II, de acordo com a restrição de USGA de 0,83 de COR.

* John E. Gamble. “Callaway Golf Company: Sustaining Advantage in a Changing Industry,” in A. A. Thompson, J. E. Gamble, and A. J. Strickland, *Strategy: Winning in the Marketplace*, Boston: McGraw-Hill/Irwin, 2004, pp. C204-C228.

Etapa 2: Estabelecimento das prioridades do projeto

Qualidade e sucesso final do projeto são tradicionalmente definidos como satisfação e/ou superação das expectativas do cliente e/ou gerência superior em termos de custo (orçamento), tempo (cronograma) e desempenho (escopo) do projeto (Figura 4.1). A inter-relação entre esses critérios varia. Por exemplo, por vezes é necessário comprometer o desempenho de escopo do projeto para concluí-lo mais rapidamente ou com menos gastos. Muitas vezes, quanto mais o projeto demora, mais caro fica. No entanto, nem sempre se verifica uma correlação positiva entre custo e cronograma. Em outros casos, os custos do projeto podem ser diminuídos utilizando-se mão de obra mais barata e menos eficiente ou equipamentos que estendem a duração do projeto. Da mesma forma, como será visto no Capítulo 9, os gerentes de projetos, com frequência, são forçados a agilizar ou “comprimir” certas atividades-chave, acrescentando mais mão de obra e, portanto, aumentando o custo original do projeto.

CASO PRÁTICO Declaração de escopo

OBJETIVO DO PROJETO

Construir uma casa customizada e de alta qualidade, em 5 meses e a um custo não superior a US\$ 500 mil.

ENTREGAS

- Uma casa pronta de 204 m², três dormitórios, dois banheiros e um lavabo.
- Uma garagem pronta, isolada e rebocada.
- Eletrodomésticos, incluindo fogão, forno, micro-ondas e lava-louça.
- Aquecedor a gás de alta eficiência, com termostato programável.

MARCOS

1. Permissões aprovadas – 5 de março
2. Fundações – 14 de março
3. Drywall. Aprovação nas inspeções de portas e esquadrias, forros, encanamento, elétrica e mecânica – 25 de maio
4. Inspeção final – 7 de junho

REQUISITOS TÉCNICOS

1. A casa deve cumprir a legislação de edificações.

2. Todas as aberturas devem ser aprovadas nas classificações de energia classe 40 da NFRC.
3. O isolamento da parede externa deve atingir um fator "R" de 21.
4. O isolamento do teto deve atingir um fator "R" de 38.
5. O isolamento do piso deve atingir um fator "R" de 25.
6. A garagem deve acomodar dois carros grandes e um trailer de 6 metros.

LIMITES E EXCLUSÕES

1. A casa será construída de acordo com as especificações e o projeto das plantas originais fornecidas pelo cliente.
2. O proprietário é o responsável pelo paisagismo.
3. Os eletrodomésticos não incluem geladeira.
4. Ar-condicionado não está incluído, mas a instalação elétrica específica sim.
5. O contratado se reserva o direito de terceirizar serviços.
6. O contratado é o responsável por trabalho terceirizado.
7. O trabalho na obra está limitado de segunda a sexta-feira, das 8h00 às 18h00.

REVISÃO DO CLIENTE

John e Joan Smith

Um dos principais serviços do gerente de projetos é administrar os *trade-offs* entre tempo, custo e desempenho. Para tal, eles precisam definir e entender a natureza das prioridades do projeto. Devem ter uma conversa franca com o cliente do projeto e com a gerência superior para estabelecer a importância relativa de cada critério. Por exemplo, o que acontece quando o cliente não para de acrescentar requisitos? Ou se, no meio de um projeto, deve ser feito um *trade-off* entre custo e prazo (rapidez), qual critério terá prioridade.

Uma técnica encontrada na prática, útil para esse fim, é elaborar uma **matriz de prioridades** para o projeto identificando quais critérios são restritos, quais devem ser otimizados e quais podem ser aceitos:

Restrição. O parâmetro original é fixo. O projeto deve cumprir a data de conclusão, as especificações e o escopo do projeto ou o orçamento.

Otimização. Dado o escopo do projeto, qual critério deve ser otimizado? No caso de tempo e custo, a resposta, geralmente, significa aproveitar oportunidades para reduzir custos ou encurtar o cronograma. Inversamente, em termos de desempenho, otimizar significa agregar valor ao projeto.

FIGURA 4.1 Trade-offs de gerenciamento de projetos

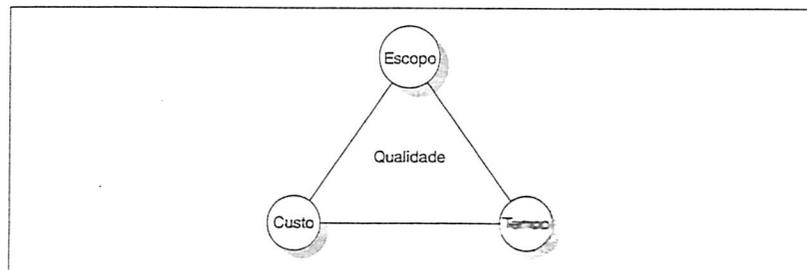


FIGURA 4.2 Matriz de prioridades do projeto

	Tempo	Desempenho	Custo
Restrição		●	
Otimização	●		
Aceitação			●

Aceitação. Para quais critérios é tolerável não cumprir os parâmetros originais? Quando *trade-offs* têm de ser feitos, é permissível falhar como cronograma, reduzir o escopo e desempenho do projeto ou estourar o orçamento?

A Figura 4.2 mostra a matriz de prioridades para o desenvolvimento de um modem wireless. Como o *tempo* até o mercado é importante para as vendas, o gerente do projeto é instruído a aproveitar todas as oportunidades de reduzir o tempo de conclusão. Ao fazer isso, estourar o *orçamento* passa a ser aceitável, embora não desejável. Ao mesmo tempo, as especificações originais de *desempenho* do modem, assim como os padrões de confiabilidade, não podem ser comprometidas.

As prioridades variam de projeto para projeto. Por exemplo, para muitos projetos de software, o tempo até o mercado é crítico, e empresas como a Microsoft podem adiar os requisitos de escopo originais para versões posteriores a fim de chegar ao mercado primeiro. Alternativamente, para projetos de eventos especiais (conferências, desfiles, torneios), o tempo é restrito após o anúncio da data, e, se o orçamento for apertado, o gerente do projeto terá de comprometer o escopo do projeto a fim de concluir o projeto a tempo.

Alguns talvez digam que todos os três critérios são sempre restritos e que o bom gerente de projetos deve buscar otimizar todos eles. Se tudo ocorrer bem no projeto e não surgirem grandes problemas ou reverses, tal argumento pode ser válido. Porém, essa situação é rara, e os gerentes de projetos muitas vezes são forçados a tomar decisões difíceis, que beneficiam um critério em detrimento dos outros dois. A finalidade deste exercício é definir e chegar a um acordo quanto a prioridades e restrições do projeto, para que, quando "o bicho pegar", as decisões certas possam ser tomadas.

É provável que haja limites naturais para a medida do quanto os gerentes podem restringir, otimizar ou aceitar um dado critério. Pode ser aceitável que o projeto fique um mês (mas não mais) além do prazo, ou exceda o orçamento planejado em até US\$ 20.000. Da mesma forma, pode ser desejável finalizar um projeto com um mês de antecedência, mas, depois disso, a conservação de custos deve ser a meta primária. Alguns gerentes de projetos documentam esses limites como parte da criação da matriz do projeto.

Em resumo, desenvolver uma matriz de prioridades para um projeto *antes de o projeto começar* é um exercício proveitoso que proporciona um fórum para estabelecer claramente as prioridades com clientes e a alta gerência, de modo a criar expectativas compartilhadas e evitar mal-entendidos. As informações de prioridade são essenciais para o processo de planejamento, onde podem ser feitos ajustes no escopo, cronograma e alocação de recursos. Por fim, a matriz é útil a meio do caminho do projeto para abordar um problema que precisa ser resolvido.

Deve-se mencionar um porém: durante o curso de um projeto, as prioridades podem mudar. O cliente pode subitamente precisar que o projeto seja concluído um mês antes ou novas diretivas da alta gerência podem enfatizar iniciativas de economia de custo. O gerente do projeto precisa estar alerta para antecipar e confirmar mudanças nas prioridades e fazer os ajustes necessários.

Etapa 3: Criação da estrutura analítica do projeto

Principais agrupamentos encontrados em uma EAP

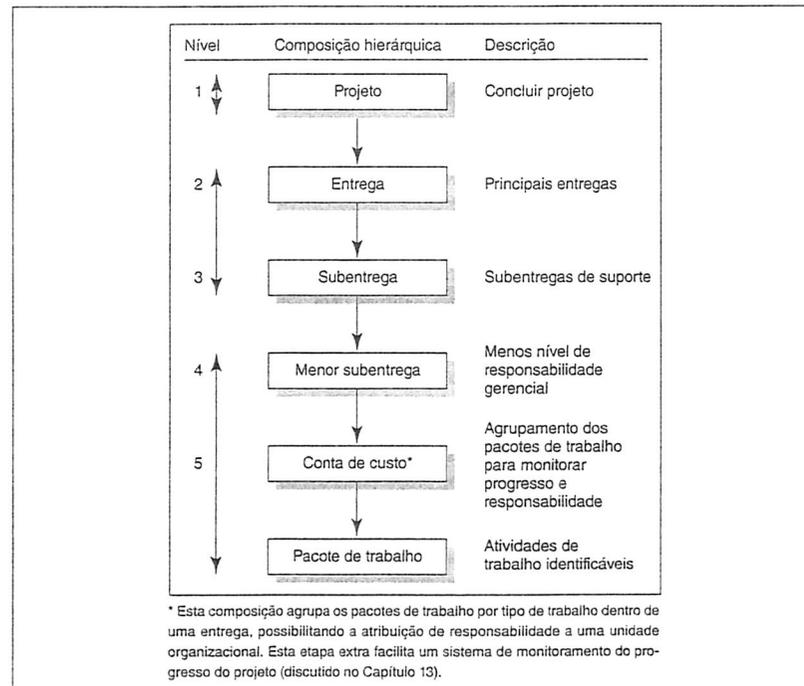
Após o escopo e as entregas terem sido identificados, o trabalho do projeto pode ser subdividido em elementos de trabalho cada vez menores. O resultado desse processo hierárquico é chamado de **estrutura analítica do projeto (EAP)**. O uso da EAP ajuda a assegurar aos gerentes de projetos que todos os produtos e elementos de trabalho sejam identificados, integrar o projeto com a estruturação atual e estabelecer uma base para controle. Basicamente, a EAP é um esboço do projeto com diferentes níveis de detalhe.

A Figura 4.3 mostra os principais agrupamentos comumente usados para desenvolver uma EAP hierárquica. A EAP começa com o projeto como a entrega final. Primeiro, identificam-se as principais entregas/sistemas do trabalho do projeto; então, as subentregas necessárias para realizar os trabalhos maiores são definidas. O processo é repetido até que o nível de detalhe das subentregas seja pequeno o suficiente para ser gerenciável, com a possibilidade de associar uma pessoa como responsável. Essa subentrega é dividida em pacotes de trabalho. Como a menor subentrega geralmente compreende diversos pacotes de trabalho, estes são agrupados por tipo de trabalho – por exemplo, *design* e testes. Os agrupamentos dentro de uma subentrega são chamados de contas de custo. Esse agrupamento facilita um sistema de monitoramento de andamento do projeto por trabalho, custo e responsabilidade.

Como a EAP ajuda o gerente de projetos

Ela define todos os elementos do projeto em um quadro hierárquico e estabelece suas relações com os itens finais do projeto. Pense no projeto como um grande pacote de trabalho que é sucessivamente decomposto em pacotes de trabalho menores; o projeto total é a soma de todos os pacotes de

FIGURA 4.3
Composição hierárquica da EAP



trabalho menores. Essa estrutura hierárquica facilita a avaliação de custo, tempo e desempenho técnico em todos os níveis da empresa ao longo da vida do projeto. A EAP também dá à gerência informações adequadas para cada nível. Por exemplo, a alta gerência lida primordialmente com as principais entregas, enquanto os supervisores lidam com entregas e pacotes de trabalho menores.

Cada item da EAP precisa de uma estimativa de tempo e custo, informações com as quais é possível planejar, programar e orçar o projeto. Ela também serve de modelo para acompanhar custos e o desempenho do trabalho.

À medida que a EAP é elaborada, unidades organizacionais e indivíduos recebem responsabilidade pela execução de pacotes de trabalho. Isso integra o trabalho e a empresa. Na prática, esse processo ocasionalmente é chamado de estrutura analítica da organização (do inglês, OBS – *organization breakdown structure*), que será discutida mais adiante no capítulo.

O uso da EAP dá a oportunidade de “fechar” o orçamento e custos efetivos dos pacotes de trabalho menores em elementos de trabalho maiores, para que se possa medir o desempenho por unidade organizacional e realização dos trabalhos.

A EAP também pode ser usada para definir canais de comunicação, ajudando na compreensão e coordenação de muitas partes do projeto. A estrutura mostra o trabalho e as unidades organizacionais responsáveis, sugerindo para onde deve ser direcionada a comunicação escrita. Os problemas podem ser rapidamente atacados e coordenados, pois a estrutura integra trabalho e responsabilidade.

Elaboração de uma EAP simples

A Figura 4.4 mostra uma EAP simplificada para desenvolver o protótipo de um novo *tablet*. No alto da tabela (nível 1), está o item final do projeto – o Protótipo E-Slim Tablet x-13. As subentregas (2-5) abaixo do nível 1 representam uma decomposição do trabalho. Os níveis da estrutura também podem representar informações de níveis diferentes de gerência. Por exemplo, informações de nível 1 representam o objetivo total do projeto, sendo úteis para a alta gerência; os níveis 2, 3 e 4 são próprios para a gerência média; e o nível 5 é para gerentes de primeira linha.

Na Figura 4.4, o nível 2 indica que há duas grandes entregas – *hardware* e CPU, ou unidade de processamento central (provavelmente, há outras grandes entregas, como *software*, mas, para fins ilustrativos, limitamos nossa atenção a apenas duas.) No nível 3, a CPU está conectada a três entregas – fonte de energia, flash ROM e controlados I/O. O controlador I/O tem três subentregas no nível 4 – slots USB, Internet e *touch screen*. As muitas subentregas de slots USB e Internet não foram decompostas. O *touch screen* (hachurado) foi decomposto até o nível 5 e o nível de pacote de trabalho.

Observe que o nível 2, *hardware*, pula os níveis 3 e 4, pois as subentregas finais podem ser empurradas até o menor nível gerenciável, o 5; pular os níveis 3 e 4 sugere que é necessária pouca coordenação e que membros capacitados da equipe já estão familiarizados com o trabalho necessário para concluir as subentregas do nível 5. Por exemplo, hardware necessita de quatro subentregas no nível 5 – gabinete, câmeras, alto-falantes e antena. Cada subentrega inclui pacotes de trabalho que serão concluídos por uma unidade organizacional designada. Observe que a subentrega câmeras inclui quatro pacotes de trabalho – WB-C1, 2, 3 e 4. O *back light*, um subresultado prático do *touch screen*, inclui três pacotes de trabalho – WB-L 1, 2, e 3.

O menor nível da EAP é chamado de **pacote de trabalho**. Pacotes de trabalho são tarefas de baixa duração que têm pontos definidos de início e parada, consomem recursos e representam custos. Cada pacote de trabalho é um ponto de controle. O gerente do pacote de trabalho é responsável por verificar se o pacote é concluído no prazo, dentro do orçamento e de acordo com as especificações técnicas. A prática sugere que um pacote de trabalho não deve ultrapassar 10 dias de trabalho ou um período de relatório. Se esse tempo for superado, devem ser estabelecidos pontos de checagem ou monitoramento no intervalo de, digamos, 3 ou 5 dias, para que o andamento e os problemas possam ser identificados antes que passe tempo demais. Cada pacote de trabalho da EAP deve ser o mais independente possível dos demais pacotes do projeto. Nenhum deles é descrito em mais de uma subentrega da EAP.

Existe uma diferença importante entre início e fim da última subentrega da composição do trabalho e do pacote de trabalho. Em geral, uma subentrega inclui os resultados de mais de um

pacote de trabalho, de talvez dois ou três departamentos. Portanto, a entrega não tem uma duração própria e não consome recursos ou dinheiro diretamente (em certo sentido, é claro, a duração de um elemento específico da composição de trabalho pode ser derivada identificando-se qual pacote de trabalho deve começar primeiro [o mais cedo] e qual pacote será o último a terminar; a diferença entre início e fim torna-se a duração da subentrega). Os elementos superiores são usados para identificar entregas em diferentes fases do projeto e para desenvolver relatórios de *status* durante o estágio de execução do ciclo de vida do projeto. Portanto, o pacote de trabalho é a unidade básica usada para planejar, programar e controlar o projeto.

Repassando, cada pacote de trabalho da EAP:

1. Define o trabalho (o que).
2. Identifica o tempo para concluir um pacote de trabalho (quanto tempo).
3. Identifica um orçamento em fases cronológicas para concluir um pacote de trabalho (custo).
4. Identifica os recursos necessários para concluir um pacote de trabalho (quanto).
5. Identifica uma pessoa responsável pelas unidades de trabalho (quem).
6. Identifica pontos de monitoramento para medir o andamento (quão bom).

Criar uma EAP do nada pode ser desencorajador. Os gerentes de projetos devem aproveitar os exemplos relevantes de projetos anteriores para iniciar o processo.

Uma EAP é produto de esforços em grupo. Se o projeto for pequeno, a equipe toda pode estar envolvida na decomposição do projeto em seus componentes. Para projetos grandes e complexos, as pessoas responsáveis pelas principais entregas podem se reunir para estabelecer os dois primeiros níveis de entregas. Em seguida, os detalhes subsequentes devem ser delegados às pessoas responsáveis pelos trabalhos específicos. Coletivamente, essas informações devem ser reunidas e integradas em uma EAP formal por uma pessoa do suporte ao projeto. A versão final deve ser revisada por todos os membros internos da equipe de projeto. As partes interessadas relevantes (sobretudo os clientes) seriam consultados para confirmar a integração e revisar, se for o caso.

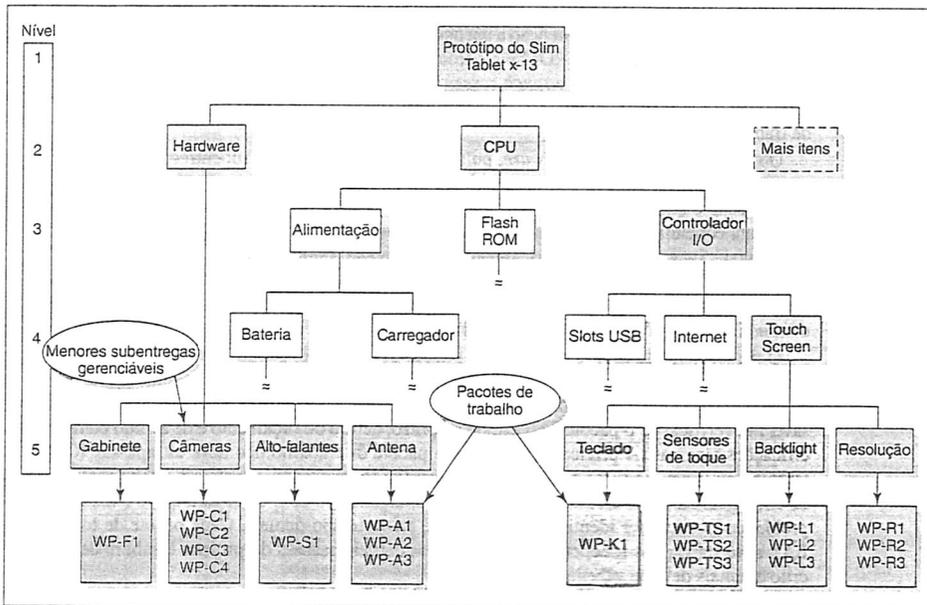


FIGURA 4.4 Estrutura analítica do projeto

CASO PRÁTICO Elaboração de uma EAP

A Figura 4.4 representa a EAP clássica em que o projeto é decomposto até a menor entrega gerenciável e os pacotes de trabalho subsequentes. Muitas situações não exigem esse nível de detalhe. Isso inevitavelmente traz a questão de até onde se deve decompor o trabalho.

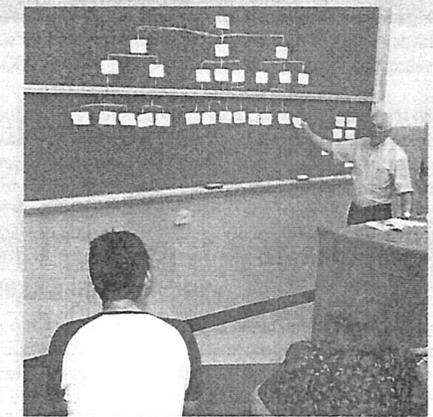
Não existe uma resposta pronta para essa pergunta. No entanto, eis algumas dicas dos gerentes de projetos:

Decomponha o trabalho até você conseguir obter uma estimativa que seja precisa o suficiente para as suas finalidades. Se você está fazendo uma estimativa genérica para ver se o projeto é digno de consideração séria, provavelmente não precisa decompor-lo além das principais entregas. Mas se está precisando de um projeto para participar de uma concorrência, é possível que você desça até o nível de pacote de trabalho.

A EAP deve se adequar à programação o trabalho. Por exemplo, se as atribuições forem feitas em termos de dias, as tarefas devem ser limitadas a 1 dia ou mais para conclusão, na medida do possível. Se horas forem a menor unidade de programação, o trabalho pode ser decomposto em incrementos de uma hora.

As atividades finais devem ter eventos de início/fim claramente definidos. Evite tarefas abertas, como "pesquisa" ou "análise de mercado". Leve-as até o próximo nível, em que as entregas/saídas são mais bem definidas. Em vez de terminar com análise de mercado, inclua itens como identificar participação de mercado, listar requisitos do usuário ou redigir uma declaração de problema.

Se prestação de contas e o controle forem importantes, fragmente o trabalho para que fique clara para cada indivíduo



a responsabilidade dele sobre aquela tarefa. Por exemplo, em vez de parar em design de produto, vá até o próximo nível e identifique componentes específicos do design (diagrama elétrico, fonte de energia etc.) cuja criação seja de responsabilidade de indivíduos diferentes.

O essencial é que a EAP deve dar o nível de detalhe necessário para administrar com sucesso o projeto em questão.

As equipes de projeto que desenvolvem sua primeira EAP frequentemente esquecem que a estrutura deve ser voltada ao item final, à saída. As primeiras tentativas costumam resultar em uma EAP que segue a estrutura da empresa – *design, marketing, produção, financeiro*. Se isso acontecer, o foco recairá sobre a função e os processos da empresa, em vez de sobre a saída ou entregas do projeto. Além disso, uma EAP com foco no processo torna-se uma ferramenta contábil que registra custos por função, em vez de uma ferramenta de gerenciamento de "saída". Devem ser empregados todos os esforços para desenvolver uma EAP orientada à saída, a fim de se concentrar em entregas concretas. Consulte o "Caso Prático: Elaboração de uma EAP".

Etapa 4: Integração da EAP com a empresa

A EAP é utilizada para ligar as unidades organizacionais responsáveis por realizar o trabalho. Na prática, o resultado desse processo é a *estrutura analítica da organização (OBS)*. A OBS retrata como a organização se organizou para se desincumbir do trabalho com responsabilidade. As finalidades da OBS são fornecer um modelo para sumarizar o desempenho de trabalho da unidade organizacional, identificar unidades organizacionais responsáveis por pacotes de trabalho e atrelar a unidade organizacional a contas de controle de custo. Lembre-se: contas de custo agrupam pacotes de trabalho semelhantes (geralmente sob os cuidados de um departamento). A OBS define as subentregas da empresa em um padrão hierárquico, em unidades cada vez menores. Muitas vezes, a estrutura organizacional tradicional pode ser usada. Mesmo se o projeto for completamente concluído por uma equipe, é necessário decompor a estrutura da equipe para designar responsabilidade por orçamentos, tempo e desempenho técnico.

Como na EAP, a OBS designa à menor unidade organizacional a responsabilidade por pacotes de trabalho dentro de uma conta de custo. Eis uma grande força do uso de EAP e OBS: elas podem ser *integradas*, como mostrado na Figura 4.5. A interseção entre os pacotes de trabalho e a

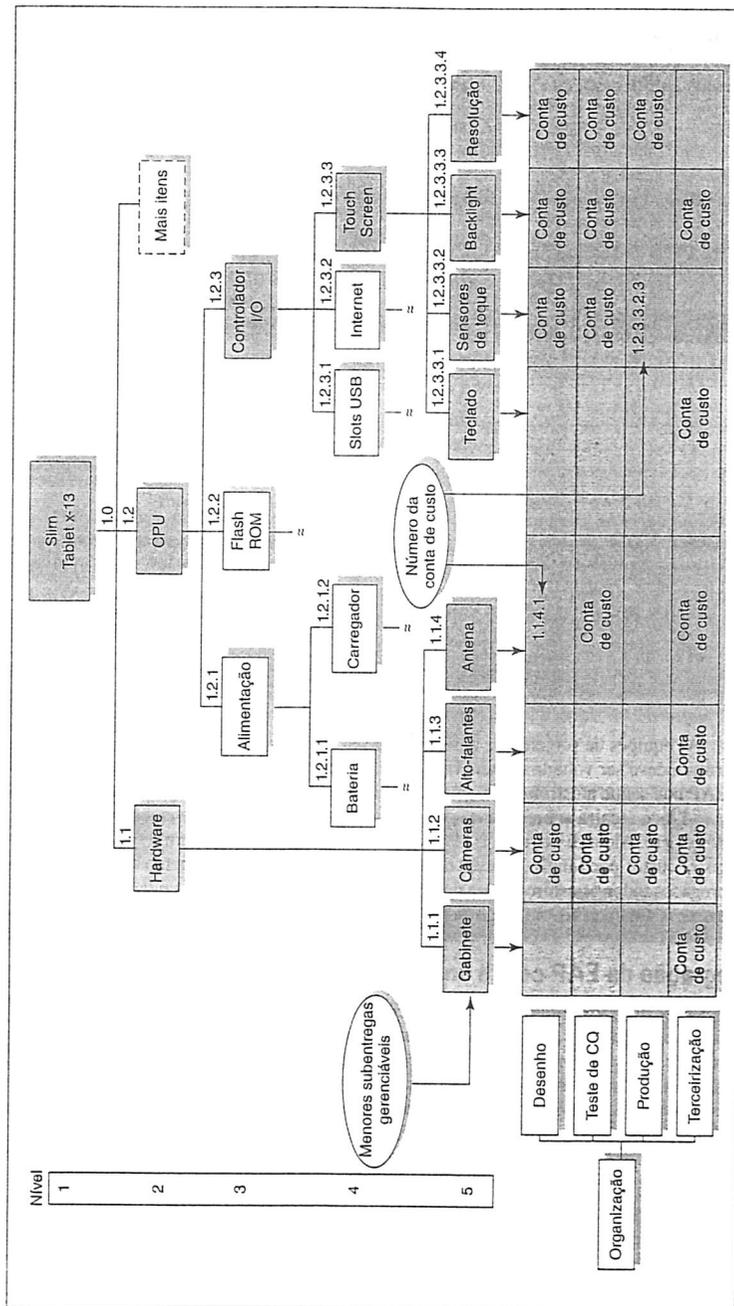


FIGURA 4.5 Integração entre EAP e OBS

unidade organizacional cria um ponto de controle de projeto (conta de custo) que integra trabalho e responsabilidade. Por exemplo, no nível 5, sensores de toque, há três pacotes de trabalho que foram designados aos departamentos de design, teste de controle de qualidade e produção. A intersecção entre a EAP e a OBS representa o conjunto de pacotes de trabalho necessários para concluir a subentrega localizada imediatamente acima e a unidade organizacional à esquerda responsável por realizar os pacotes na intersecção. Observe que o departamento de design é responsável por cinco pacotes de trabalho diferentes nas entregas de hardware e touch screen.

Mais tarde, usaremos a intersecção como uma conta de custo para o controle gerencial de projetos. Por exemplo, o elemento câmeras exige a conclusão de pacotes de trabalho cujas principais responsabilidades incluem os departamentos de design, teste de CQ, produção e terceirização. Os controles podem ser verificados a partir de duas direções – resultados e responsabilidade. Na fase de execução do projeto, a evolução pode ser acompanhada verticalmente pelas entregas (interesse do cliente) e horizontalmente pela responsabilidade organizacional (interesse do proprietário).

Etapa 5: Codificação da EAP para o sistema de informação

A obtenção da utilidade máxima de uma estrutura analítica depende de um sistema de codificação. Os códigos são usados para definir níveis e elementos da EAP, elementos da empresa, pacotes de trabalho e informações de orçamento e custo. Os códigos possibilitam que sejam consolidados relatórios em qualquer nível da estrutura. O esquema mais usado na prática é por níveis hierárquicos numéricos. Uma parte do projeto do Protótipo E-Slim Tablet x-13 é apresentada na Tabela 4.1.

TABELA 4.1 Codificação da EAP TELA DE EXCEL

	Modo de tarefa	Nome da tarefa
1		1 Protótipo E-Slim Tablet x-13
2		1.1 Hardware
3		1.1.1 Câmeras
4		1.1.2 Alto-falantes
5		1.1.3 Antena
6		1.2 CPU
7		1.2.1 Alimentação
8		1.2.1.1 Bateria (mais itens)
9		1.2.1.2 Carregador (mais itens)
10		1.2.2 Flash ROM (mais itens)
11		1.2.2.1 Controlador I/O
12		1.2.2.2 Slots USB (mais itens)
13		1.2.2.3 Internet (mais itens)
14		1.2.3 Touch screen
15		1.2.3.1 Teclado
16		1.2.3.1.1 Pacote de trabalho
17		1.2.3.2 Sensores de toque
18		1.2.3.2.1 Pacote de trabalho
19		1.2.3.2.2 Pacote de trabalho
20		1.2.3.2.3 Pacote de trabalho
21		1.2.3.3 Backlight (mais itens)
22		1.2.3.4 Resolução (mais itens)

Observe que a identificação do projeto é 1.0. Cada nível sucessivo representa um elemento ou pacote de trabalho menor. No fim, o esquema numérico desce até o nível do pacote de trabalho, e todas as tarefas e elementos da estrutura têm um código de identificação. A “conta de custo” é o ponto focal, em que todos os orçamentos, atribuições de trabalho, tempo, custo e desempenho técnico se reúnem.

Esse sistema de codificação pode ser estendido para abarcar projetos grandes. Esquemas adicionais podem ser acrescentados para relatórios especiais. Por exemplo, colocar “23” após o código pode indicar a localidade de uma obra, uma elevação ou uma conta especial, como mão de obra. Algumas letras podem ser usadas como identificadores especiais, como “M” para materiais ou “E” para engenheiros. Você não está limitado a apenas 10 subdivisões (0-9); você pode estender cada subdivisão em números grandes, por exemplo: 0,1 – 0,99 ou 0,1 – 0,9999. Se o projeto for pequeno, é possível usar números inteiros. O exemplo a seguir é de um projeto grande e complexo:

3R – 237A – P2 – 33,6

onde 3R identifica a instalação; 237A representa elevação e a área; P2, um cano de duas polegadas de espessura; e 33,6, o número do pacote de trabalho. Na prática, a maioria das empresas é criativa ao combinar letras e número para minimizar o comprimento dos códigos de EAP.

Em projetos maiores, a EAP é apoiada por um **dicionário EAP** que dá informações detalhadas sobre cada elemento da EAP. O dicionário normalmente inclui o nível do pacote de trabalho (código), nome e descrição funcional. Em alguns casos, a descrição é apoiada por especificações. A disponibilidade de descrições detalhadas tem o benefício adicional de inibir a fluência de escopo.

Estrutura analítica do processo

A EAP é mais bem adequada para projetos de design e construção que apresentam resultados tangíveis, como uma instalação de mineração offshore ou um novo protótipo de carro. O projeto pode ser decomposto ou fragmentado em principais entregas, subentregas, mais subentregas e, por fim, em pacotes de trabalho. É mais difícil aplicar EAP em projetos menos tangíveis, *orientados a processo*, em que o resultado final é o produto de uma série de etapas ou fases. Aí, a grande diferença é que o projeto evolui no tempo, com cada fase afetando a seguinte. Projetos de sistemas de informação normalmente se encaixam nessa categoria – por exemplo, a criação de um site de extranet ou um sistema interno de base de dados de software. Projetos de processo são guiados por requisitos de desempenho, e não por plantas ou croquis. Alguns praticantes preferem utilizar o que chamamos de **estrutura analítica do processo (PBS)** em vez da EAP clássica.

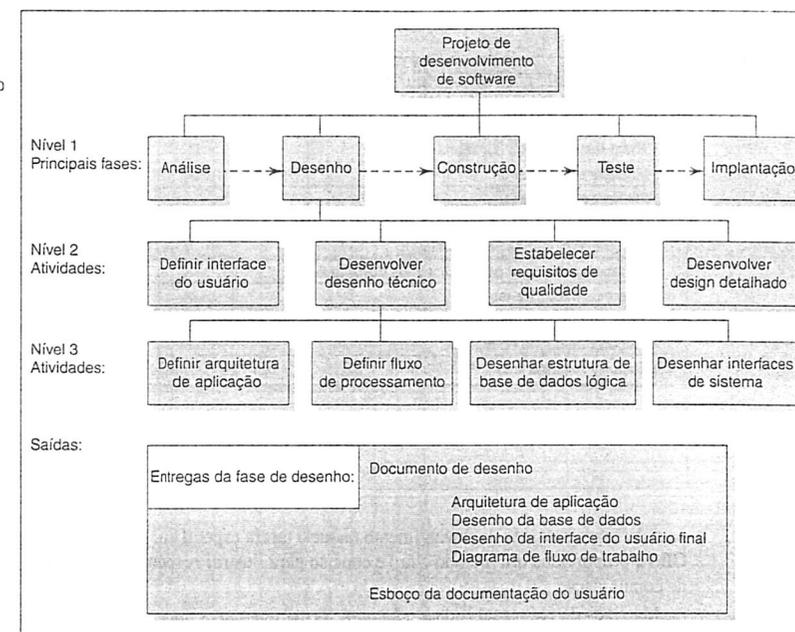
A Figura 4.6 dá um exemplo de PBS para um projeto de desenvolvimento de *software*. Em vez de ser organizado em torno de entregas, o projeto é organizado em torno de fases. Cada uma das cinco principais fases pode ser decomposta em atividades mais específicas, até que se atinja um nível de detalhes suficiente para comunicar o que deve ser feito para concluir a fase. Podem ser atribuídas atividades específicas às pessoas, e uma OBS complementar pode ser criada, do mesmo jeito que a EAP. Os resultados práticos não são ignorados, mas definidos como saídas que devem passar para a fase seguinte. A indústria do *software* seguidamente se refere à PBS como o “método da cascata”, uma vez que o progresso flui para baixo por meio de cada fase.¹

São elaboradas listas de verificação contendo os requisitos de saída da fase, para gerenciar o progresso do projeto. Essas listas de verificação proporcionam o acompanhamento e as revisões de fase. Elas variam, dependendo dos projetos e das atividades envolvidas, mas costumam incluir os seguintes detalhes:

- Entregas necessárias para sair de uma fase e iniciar uma nova.
- Pontos de verificação de qualidade para assegurar que as entregas estejam completas e precisas.

¹ As limitações do método de cascata para desenvolvimento de software levaram ao surgimento dos métodos ágeis de gerenciamento de projetos, tópicos do Capítulo 17.

FIGURA 4.6
PBS para
projeto de
desenvolvimento
de software



- Aprovações de todas as partes interessadas responsáveis para indicar que a fase foi concluída com êxito e que o projeto deve passar para a fase seguinte.

Contanto que requisitos de saída sejam firmemente estabelecidos e as entregas de cada fase sejam bem-definidas, a PBS é uma alternativa adequada à EAP padrão para projetos que envolvem trabalho extenso de desenvolvimento.

Matrizes de responsabilidade

Em muitos casos, o tamanho e o escopo do projeto não justificam uma EAP ou OBS elaborada. Uma ferramenta de amplo uso entre gerentes de projetos e líderes de força-tarefa em projetos pequenos é a **matriz de responsabilidade (RM)**, do inglês *responsibility matrix*. A RM (às vezes, denominada tabela de responsabilidade linear) sintetiza as tarefas a serem realizadas e quem é responsável pelo que no projeto. Na sua forma mais simples, a RM consiste em uma tabela listando todas as atividades do projeto e os participantes responsáveis por cada uma delas. Por exemplo, a Figura 4.7 ilustra a RM de um estudo de pesquisa de mercado. Nessa matriz, o R é usado para identificar o membro do comitê responsável por coordenar os esforços dos demais membros da equipe designados para a tarefa e assegurar que esta seja concluída. O S é usado para identificar os membros da equipe de cinco pessoas que darão suporte e/ou assistência aos indivíduos responsáveis. RM simples como essa são úteis não somente para organizar e atribuir responsabilidades em projetos pequenos, mas também em subprojetos de projetos grandes e mais complexos.

RM mais complexas não apenas identificam responsabilidades individuais, mas também esclarecem interfaces críticas entre as unidades e indivíduos que precisam de coordenação. Por exemplo, a Figura 4.8 é a RM de um projeto maior e mais complexo para desenvolver um novo equipamento automatizado. Observe que em cada célula é usado um esquema de codificação numérica

FIGURA 4.7
Matriz de responsabilidades para um projeto de pesquisa de mercado

Equipe do projeto					
Tarefa	Richard	Dan	Dave	Linda	Elizabeth
Identificar cliente-alvo	R	S		S	
Desenvolver rascunho do questionário	R	S	S		
Fazer teste-piloto do questionário		R		S	
Finalizar questionário	R	S	S	S	
Imprimir questionário					R
Preparar etiquetas de postagem					R
Enviar questionários pelo correio					R
Receber e monitorar os questionários devolvidos				R	S
Inserir os dados de resposta			R		
Analisar os resultados		R	S	S	
Elaborar rascunho do relatório	S	R	S	S	
Elaborar relatório final	R		S		

R = Responsável
S = Suporte/assistência

para definir a natureza do envolvimento naquela tarefa específica. Uma RM assim estende a EAP/OBS e proporciona um método claro e conciso para ilustrar responsabilidades, hierarquia e canais de comunicação.

Matrizes de responsabilidade são uma forma dos participantes do projeto visualizarem suas responsabilidades e concordarem com as tarefas que lhes são atribuídas. Também ajudam a esclarecer a extensão ou tipo de autoridade exercida por cada participante ao realizar uma atividade na qual duas ou mais partes têm envolvimento sobreposto. Utilizando-se uma RM e definindo-se hierarquia, responsabilidade e comunicação em seu molde, fica clara a relação entre diferentes unidades organizacionais e o conteúdo de trabalho do projeto.

Plano de comunicação do projeto

Após definidos claramente as entregas e o trabalho do projeto, é vital fazer o acompanhamento com um plano de comunicação interna. Há inúmeras histórias sobre má comunicação como um elemento decisivo do fracasso do projeto. Ter um plano de comunicação robusto pode ser um grande passo para mitigar problemas de projeto, garantindo que os clientes, membros da equipe e demais partes interessadas tenham a informação para cumprir os respectivos trabalhos.

O plano de comunicação normalmente é criado pelo gerente do projeto e/ou pela equipe no estágio inicial do planejamento do projeto.

A comunicação é um componente essencial da coordenação e acompanhamento dos cronogramas, questões e itens de ação do projeto. O plano mapeia o fluxo de informação todos os interessados, tornando-se uma parte integral do plano geral do projeto. Seu propósito é expressar o que, quem, como e quando as informações serão transmitidas aos envolvidos no projeto para que cronogramas, questões e itens de ação possam ser acompanhados.

O plano de comunicação do projeto aborda as seguintes perguntas centrais:

- Quais informações precisam ser coletadas e quando?
- Quem receberá as informações?
- Quais métodos serão usados para reunir e armazenar informações?
- Quais são os limites (se houver) para quem tem acesso a certos tipos de informação?
- Quando as informações serão comunicadas?
- Como as informações serão comunicadas?

Entregas	Organização									
	Desenho	Desenvolvimento	Documentação	Montagem	Teste	Compras	Garantia da qualidade	Produção		
Desenhos arquitetônicos	1	2			2		3	3		
Especificações de hardware	2	1				2	3			
Especificações de kernel	1	3						3		
Especificações de utilitários	2	1			3					
Desenho de hardware	1			3		3		3		
Drivers de disco	3	1	2							
Gerenciamento de memória	1	3			3					
Documentação do sistema operacional	2	2	1					3		
Protótipos	5		4	1	3	3	3	4		
Teste integrado de aceitação	5	2	2		1		5	5		

1 Responsável
2 Suporte
3 Consulta
4 Notificação
5 Aprovação

FIGURA 4.8 Matriz de responsabilidades para o projeto de esteira transportadora

Desenvolver um plano de comunicação que responda a essas perguntas normalmente envolve as seguintes etapas básicas:

1. **Análise das partes interessadas.** Identifica os grupos-alvo. Grupos típicos seriam o cliente, patrocinador, equipe do projeto, escritório do projeto ou qualquer um que precisa de informações do projeto para tomar decisões e/ou contribuir para seu progresso. Uma ferramenta comum encontrada na prática para identificar e analisar inicialmente as necessidades dos principais interessados no projeto é apresentada na Figura 4.9.² Como e o que é comunicado são influenciados pelo interesse e poder das partes interessadas. Algumas delas talvez tenham poder para bloquear ou otimizar o projeto. Ao identificar as partes interessadas e priorizá-las no mapa de "Poder/Interesse", pode-se planejar o tipo e a frequência das comunicações necessárias (será falado mais sobre partes interessadas no Capítulo 10).

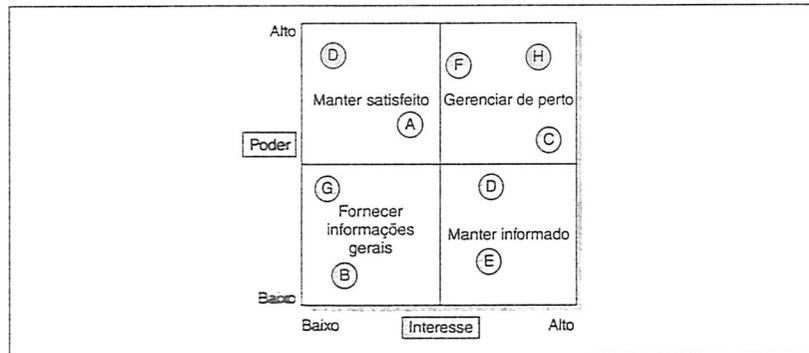
Por exemplo, em um projeto clássico, o certo é gerenciar de perto os profissionais que fazem o trabalho, ao mesmo tempo em que se satisfaz a gerência sênior e o patrocinador do projeto com atualizações periódicas. Você pode manter informados os gerentes operacionais interessados em capacitação e enviaria informações gerais para os departamentos jurídico, de relações públicas e outros.

2. **Necessidades de informação.** Quais informações são pertinentes para quem contribui com o progresso do projeto? A resposta mais simples pode ser obtida perguntando-se a diferentes pessoas de quais informações precisam e quando. Por exemplo, a alta gerência precisa saber como o projeto está progredindo, onde ele está encontrando problemas críticos e quanto das metas do projeto está sendo concretizado. Essas informações são necessárias para a alta gerência possa tomar decisões estratégicas e administrar o portfólio de projetos. Os membros da equipe do projeto precisam ver cronogramas, listas de tarefas, especificações e outros para saber o que precisa ser feito. Grupos externos precisam ficar sabendo de mudanças no cronograma e nos requisitos de desempenho dos componentes que estão fornecendo. As informações requeridas frequentemente em planos de comunicação são:

- Relatórios de status do projeto
- Mudanças no escopo
- Decisões de revisão
- Itens de ação
- Questões de entregas
- Reuniões de status da equipe
- Solicitações aceitas de mudança
- Relatórios de marcos

3. **Fontes de informação.** Quando as necessidades de informação são identificadas, a etapa seguinte é determinar as fontes para satisfazê-las. Em outras palavras, onde está localizada a informação?

FIGURA 4.9 Comunicações com partes interessadas



² Para um esquema mais elaborado para avaliar partes interessadas, ver: Lynda Bourne, *Stakeholder Relationship Management* (Farnham, U.K.: Gower Publishing Ltd., 2009).

Como ela será coletada? Por exemplo, informações relativas ao relatório de marcos, reuniões da equipe e reuniões de status do projeto seriam encontradas nas atas e relatórios de diversos grupos.

4. **Modos de disseminação.** No mundo atual, as reuniões tradicionais de relatório de status estão sendo substituídas pelo uso de e-mail, teleconferência, SharePoint e uma variedade de programas que compartilham bases de dados para circular informação. Em especial, muitas empresas estão usando a Internet para criar um "escritório de projeto virtual" para armazenar informações do projeto. Um software de gerenciamento de projetos alimenta informações diretamente para o site, para que diferentes pessoas tenham acesso imediato às informações relevantes do projeto. Em alguns casos, as informações apropriadas são automaticamente encaminhadas a partes interessadas importantes. Cópias físicas em papel como backup para algumas delas ainda são importantes para muitas mudanças de projeto e itens de ação.

5. **Responsabilidade e cronologia.** Determinar quem enviará a informação. Por exemplo, uma prática comum é mandar secretárias de reuniões encaminharem as atas ou informações específicas para determinados partes interessadas. Em alguns casos, a responsabilidade é do gerente do projeto ou escritório do projeto. Deve-se estabelecer a cronologia e frequência adequadas de distribuição da informação.

A vantagem de estabelecer um plano de comunicação é que, em vez de responder às solicitações de informação, controla-se o fluxo de informação. Isso reduz confusões e interrupções desnecessárias, além de dar mais autonomia aos gerentes de projetos. Por quê? Relatando regularmente como as coisas estão indo e o que está acontecendo, permite-se que a gerência sênior sinta-se mais confortável quanto a deixar a equipe concluir o projeto sem interferência. Consulte a Figura 4.10 para o exemplo de plano de comunicação de projeto de pesquisa de óleo de xisto.

Nunca é demais destacar a importância de contar desde o início com um plano para comunicar informações importantes do projeto. Muitos dos problemas de um projeto podem ter origem no pouco tempo dedicado ao estabelecimento de um plano de comunicação interna bem-fundamentado.

FIGURA 4.10 Plano de comunicação de projeto de pesquisa de óleo de xisto

Quais informações	Público-alvo	Quando?	Método de comunicação	Fornecedor
Relatório de marcos	Gerência sênior e gerente do projeto	Bimensal	E-mail e cópia física	Escritório de projeto
Relatórios e pautas de status do projeto	Equipe e cliente	Semanal	E-mail e cópia física	Gerente do projeto
Relatórios de status da equipe	Gerente do projeto e escritório de projeto	Semanal	E-mail	Registrador da equipe
Relatório de questões	Equipe e cliente	Semanal	E-mail	Registrador da equipe
Relatórios de escalonamento	Equipe e cliente	Quando necessário	Reunião e cópia física	Gerente do projeto
Desempenho de terceirização	Equipe e cliente	Bimensal	Reunião	Gerente do projeto
Solicitações de mudança aceitas	Escritório do projeto, gerência sênior, cliente, estafé e gerente do projeto	A qualquer momento	E-mail e cópia física	Departamento de design
Decisões de barreira de supervisão	Gerência sênior e gerente do projeto	Conforme for preciso	Relatório de reunião por e-mail	Grupo de supervisão ou escritório de projeto

Resumo

Definição do escopo do projeto, prioridades e estrutura analítica do projeto são as chaves para praticamente todos os aspectos do gerenciamento de um projeto. A definição do escopo direciona nossa atenção para os itens finais do projeto. Estabelecer prioridades deste possibilita aos gerentes tomarem as decisões apropriadas em termos de *trade-off*. A estrutura ajuda a garantir que todas as tarefas do projeto sejam identificadas, propiciando as duas perspectivas do projeto, a das entregas e a da responsabilidade organizacional. A EAP evita que o projeto seja guiado por função organizacional ou por um sistema financeiro. A estrutura direciona a atenção a requisitos realistas de pessoal, hardware e orçamentos. O uso da estrutura proporciona um modelo poderoso de controle de projeto que identifica desvios do plano, identifica responsabilidades e mostra áreas organizacionais para melhorar o desempenho. Nenhum plano de projeto ou sistema de controle bem-desenvolvido é possível sem uma abordagem disciplinada e estruturada. A EAP, OBS e os códigos de conta de custo formam essa disciplina. A EAP serve como base de dados para desenvolver a rede do projeto que estabelece a cronologia do trabalho, pessoas, equipamento e custos.

A PBS costuma ser usada para projetos baseados em processos com entregas mal definidas. Em projetos pequenos, podem ser usadas matrizes de responsabilidade para esclarecer responsabilidades individuais.

Definir claramente o seu projeto é a primeira e mais importante etapa do planejamento. A ausência de um plano claramente definido quase sempre consta como a principal razão do fracasso de projetos. Utilizar uma EAP, PBS ou matriz de responsabilidade depende primordialmente do tamanho e da natureza do seu projeto. Qualquer que seja o método usado, a definição do projeto deve ser adequada para possibilitar um bom controle quando o projeto for implementado. Um acompanhamento com um plano de comunicação claro para coordenar e monitorar o progresso do projeto mantém informadas importantes partes interessadas e evita alguns problemas potenciais.

Termos-chave

Conta de custo, 95	Fluência de escopo, 86
Declaração de escopo, 88	Marcos, 85
Dicionário EAP, 96	Matriz de prioridades, 88
Estrutura analítica da organização (OBS), 93	Matriz de responsabilidade, 97
Estrutura analítica do processo (PBS), 96	Pacote de trabalho, 91
Estrutura analítica do projeto (EAP), 90	Termo de abertura do projeto, 86

Questões de revisão

1. Quais são os seis elementos de uma declaração de escopo típica?
2. A quais perguntas um objetivo de projeto deve responder? Qual seria um exemplo de um bom objetivo de projeto?
3. O que significa quando as prioridades do projeto incluem restrição de tempo, aceitação de escopo e otimização de custo?
4. Quais tipos de informações constam em um pacote de trabalho?
5. Quando seria apropriado criar uma matriz de responsabilidades, em vez de uma EAP completa?
6. Como o plano de comunicação beneficia o gerenciamento de projetos?

Exercícios

1. Você foi encarregado de organizar um show em um jantar dançante para uma instituição de caridade local. Você reservou um salão para 30 casais sentados e contratou um conjunto de jazz.
 - a. Desenvolva uma declaração de escopo para esse projeto que contenha exemplos de todos os elementos. Considere que o evento ocorrerá em quatro semanas e dê sua melhor estimativa aproximada das datas dos marcos.

- b. Quais seriam as prioridades prováveis deste projeto?
2. Em grupos pequenos, identifique na vida real exemplos de um projeto que se encaixe em cada um dos seguintes cenários de prioridades:
 - a. Restrição de tempo, otimização de escopo e aceitação de custo.
 - b. Aceitação de tempo, restrição de escopo e aceitação de custo.
 - c. Restrição de tempo, aceitação de escopo e otimização de custo.
 3. Desenvolva uma EAP para um projeto em que você construirá uma bicicleta. Tente identificar todos os principais componentes e dê três níveis de detalhe.
 4. Você é pai ou mãe de uma família de quatro (filhos com idade de 13 e 15 anos) planejando uma viagem de acampamento no fim de semana. Desenvolva uma matriz de responsabilidades para o trabalho que deve ser feito antes de começar a sua viagem.
 5. Desenvolva uma EAP para uma peça de teatro. Não se esqueça de identificar as entregas e as unidades organizacionais (pessoas) responsáveis. Como você codificaria o seu sistema? Dê um exemplo dos pacotes de trabalho em uma das suas contas de custo. Desenvolva uma OBS correspondente que identifique quem é responsável pelo que.
 6. Use um exemplo de um projeto que você conheça ou no qual esteja interessado. Identifique as entregas e as unidades organizacionais (pessoas) responsáveis. Como você codificaria o seu sistema? Dê um exemplo dos pacotes de trabalho em uma das suas contas de custo.
 7. Desenvolva um plano de comunicação para um projeto de segurança em aeroporto. O projeto envolve instalar o sistema de hardware e software que (1) escaneia os olhos do passageiro, (2) tira as impressões digitais dos passageiros e (3) transmite as informações a uma localidade central para serem avaliadas.
 8. Entre em um site de busca da Internet (por exemplo, Google) e digite *plano de comunicação de projeto*. Verifique duas ou três páginas que tenham “.gov” como fonte. Quão parecidas ou diferentes elas são? Qual seria a sua conclusão a respeito da importância de um plano de comunicação interna?
 9. A sua colega de quarto está prestes a submeter uma declaração de escopo para um show de primavera patrocinado pelo conselho de entretenimento da Western Evergreen State University (WESU). A WESU é uma universidade com dormitório, com mais de 22.000 alunos. Faz 6 anos que a WESU patrocinou um show de primavera. O conselho de entretenimento orçou US\$ 40 mil para o projeto. O evento ocorrerá em 5 de junho. Como a sua colega de quarto sabe que você está fazendo uma disciplina de gerenciamento de projetos, ela pediu que você examinasse a declaração de escopo que elaborou e fizesse sugestões de melhoria. Ela considera o show uma experiência de currículo e quer ser o mais profissional possível. A seguir, há um rascunho da declaração. Quais sugestões você faria? Por quê?

Show de primavera da WESU (Western Evergreen State University)

Objetivo do projeto

Organizar e entregar um show de seis horas de música

Entregas

- Segurança no show
- Contatar jornais e estações de rádio da cidade
- Pátio separado com cerveja
- Seis horas de entretenimento musical
- Fazer uma camiseta comemorativa do show
- Patrocinadores locais
- Barracas de comida
- Seguro do evento
- Ambiente seguro

Marcos

1. Obter todas as autorizações e alvarás
2. Contratar um artista de renome

3. Contatar artistas secundários
4. Obter contratos com fornecedores
5. Campanha de publicidade
6. Planejar a instalação
7. Show
8. Limpeza

Requisitos técnicos

1. Palco e sistema de som profissionais
2. Ao menos cinco atrações
3. Banheiros
4. Estacionamento
5. Conformidade com os requisitos/leis municipais e da WESU

Limites e exclusões

- Capacidade para 8 mil estudantes sentados
- Os artistas são responsáveis pelo deslocamento de idade e volta da WESU
- Os artistas devem providenciar seu próprio seguro de responsabilidade civil
- Os artistas e pessoal de segurança receberão almoço e jantar no dia do show
- Os comerciantes contribuirão com 25% das vendas para o fundo do show
- O show deve acabar à 0h15

Revisão do cliente: WESU

Referências

- Ashley, D. B., et al., "Determinants of Construction Project Success," *Project Management Journal*, 18 (2) June 1987, p. 72.
- Chilmeran, A. H., "Keeping Costs on Track," *PM Network*, 19 (2) 2004, pp. 45-51.
- Gary, L., "Will Project Scope Cost You – Or Create Value?" *Harvard Management Update*, January 2005.
- Gobeli, D. H., and E. W. Larson, "Project Management Problems," *Engineering Management Journal*, 2, 1990, pp. 31-36.
- Ingebretsen, M., "Taming the Beast," *PM Network*, July 2003, pp. 30-35.
- Katz, D. M., "Case Study: Beware 'Scope Creep' on ERP Projects," *CFO.com*, March 27, 2001.
- Kerzner, H., *Project Management: A Systems Approach to Planning*, 8th ed. (New York: Van Nostrand Reinhold, 2003).
- Lewis, J. P., *Project Planning, Scheduling and Controlling*, 3rd ed. (Burr Ridge, IL: McGraw-Hill, 2000).
- Luby, R. E., D. Peel, and W. Swahl, "Component-Based Work Breakdown Structure," *Project Management Journal*, 26 (2) December 1995, pp. 38-44.
- Murch, R., *Project Management: Best Practices for IT Professionals* (Upper Darby, NJ: Prentice Hall, 2001).
- Pinto, J. K., and D. P. Slevin, "Critical Success Factors Across the Project Life Cycle," *Project Management Journal*, 19 (3) June 1988, p. 72.
- Pitagorsky, G., "Realistic Project Planning Promotes Success," *Engineer's Digest*, 29 (1) 2001.
- PMI Standards Committee, *Guide to the Project Management Body of Knowledge* (Newton Square, PA: Project Management Institute, 2000).
- Posner, B. Z., "What It Takes to Be a Good Project Manager," *Project Management Journal*, 18 (1) March 1987, p. 52.
- Raz, T., and S. Globerson, "Effective Sizing and Content Definition of Work Packages," *Project Management Journal*, 29 (4) 1998, pp. 17-23.
- The Standish Group, *CHAOS Summary 2009*, pp. 1-4.
- Tate, K., and K. Hendrix, "Chartering IT Projects," *Proceedings, 30th Annual, Project Management Institute* (Philadelphia, PA, 1999), CD.

uma autoproclamada *soccer mom* (mãe que leva os filhos à aula de futebol), fora eleita diretora do torneio e era responsável pela organização do primeiro torneio de verão do clube.

O Manchester United Soccer Club (MUSC), localizado em Manchester, New Hampshire, foi fundado em 1992 para levar jogadores amadores a um nível mais alto de competição, preparando-os para o Programa Estadual de Desenvolvimento Olímpico e/ou para times universitários. Atualmente, o clube tem 24 meninos e meninas (com idade variando de sub-9 a 16) em times afiliados à Associação de Futebol de Hampshire e à Liga Estadual de Futebol de Meninas de Granite. No outono, o conselho de administração do clube decidiu patrocinar um torneio de futebol de verão para convidados para gerar receita. Dado o *boom* do futebol juvenil, organizar torneio de verão tornou-se um método popular para angariar fundos. As equipes do MUSC competem regularmente em três a quatro torneios todos os verões, em diferentes regiões da Nova Inglaterra. A informação é de que esses torneios rendem entre US\$ 50 mil e US\$ 70 mil para o clube hospedeiro.

O MUSC precisa de mais receita para reformar e expandir o número de campos no complexo futebolístico de Rock Rimmon. Os fundos também seriam usados para aumentar o programa de bolsas do clube, que dá auxílio financeiro a jogadores que não podem pagar a anuidade de US\$ 450 do clube.

Naquela noite, Nicolette fez ao seu marido um relato, lance a lance, do que se dera na primeira reunião do comitê do torneio. Ela começou a reunião fazendo todos se apresentarem e falando de sua empolgação com o fato de o clube patrocinar o próprio torneio. Em seguida, sugeriu que o comitê fizesse um *brainstorming* do que precisava ser feito para levar a cabo o evento; ela registraria as ideias em um flipchart.

Surgiram várias ideias e sugestões. Um membro imediatamente enfatizou a importância de haver árbitros qualificados e passou vários minutos descrevendo em pormenores como o time do seu filho foi roubado em um jogo de um campeonato com um péssimo juiz. Seguiram-se outras histórias de injustiça nos jogos. Outro membro sugeriu que eles precisam contatar rapidamente os colegas locais para ver se seria possível usar seus campos. O comitê passou mais de 30 minutos conversando sobre como deveriam selecionar os times e quanto cobrar de taxa de inscrição. Surgiu uma discussão sobre se deveriam premiar os times vencedores de cada faixa etária com medalhas ou troféus. Muitos membros achavam que medalhas eram baratas demais, enquanto outros pensavam que troféus seriam caros demais. Alguns sugeriram que buscassem patrocínio de empresas da cidade para ajudar a financiar o torneio. A proposta de vender camisetas e moletons do torneio foi seguida de uma crítica geral das diferentes camisetas que os pais adquiriram em diferentes torneios. Um membro defendia a ideia de recrutarem um artista que ele conhecia para fazer um design exclusivo em *silk-screen* para o torneio. A reunião terminou com 30 minutos de atraso e com apenas metade dos membros. Nicolette voltou para casa com sete folhas com anotações de ideias e uma dor de cabeça.

Enquanto servia um copo d'água para as duas aspirinas que Nicolette ia tomar, Kevin tentava acalmá-la, dizendo que organizar esse torneio seria um projeto grande, parecido com aqueles em que ele trabalhava na sua empresa de engenharia e design. Ele se ofereceu para sentar-se com ela na noite seguinte e ajudá-la a planejar o projeto. Kevin sugeriu que a primeira coisa de que precisavam era desenvolver uma EAP para o projeto.

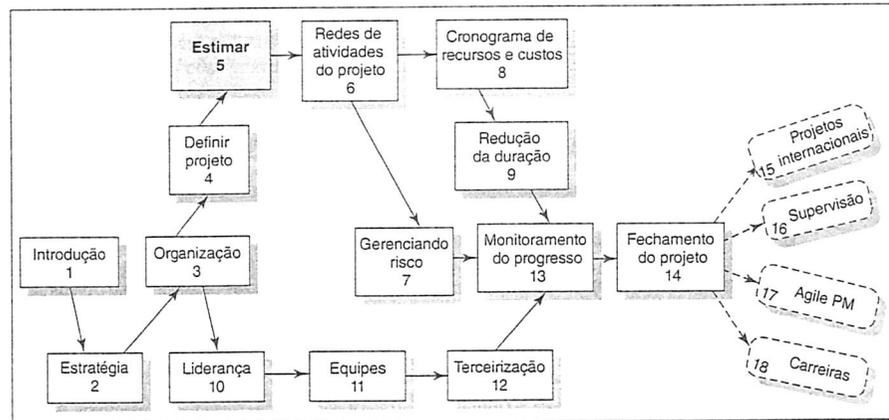
1. Faça uma lista das principais entregas para o projeto e use-as para desenvolver um esboço da estrutura analítica do projeto para o torneio que contenha ao menos três níveis de detalhe. Quais são as principais entregas associadas a organizar um evento como um torneio de futebol?
2. Como o desenvolvimento de uma EAP aliviaria alguns dos problemas surgidos na primeira reunião e ajudaria Nicolette a organizar e planejar o projeto?
3. Onde Nicolette pode encontrar mais informações para ajudá-la a desenvolver uma EAP para o torneio?
4. Como Nicolette e sua força-tarefa poderiam usar a EAP para gerar estimativas de custo para o torneio? Por que essa informação seria útil?

Caso Clube de futebol Manchester United

Nicolette Larson estava carregando a máquina de lavar-louça com seu marido, Kevin, e contando-lhe sobre a primeira reunião do Comitê Organizador do Torneio do Manchester United. Nicolette,

CAPÍTULO CINCO

Estimativa de tempo e de custos do projeto



Estimativa de tempo e de custos do projeto
 Fatores que influenciam a qualidade das estimativas
 Diretrizes de estimativa de tempo, custo e recursos
 Estimativa de cima para baixo *versus* de baixo para cima
 Métodos de estimativa de tempo e de custos do projeto
 Nível de detalhe
 Tipos de custos
 Refinamento de estimativas
 Criação de uma base de dados de estimativa
 Resumo
 Apêndice 5.1: Curvas de aprendizado

A estimativa do projeto é de fato uma medida de referência para o controle de custo do projeto. E se a medida de referência for defeituosa, você começa “com o pé trocado”... nós o incitamos a não subestimar a estimativa.*

Dada a urgência de começar o trabalho no projeto, os gerentes, às vezes, minimizam ou evitam o esforço de partir para a estimativa do tempo e custo do projeto. Isso pode custar caro. Existem razões importantes para fazer o esforço e arcar com o custo de estimar seu projeto. O Anexo 5.1 sintetiza algumas das principais.

Estimativa é o processo de prever ou aproximar o tempo e o custo para concluir as entregas do projeto. Os processos de estimativa costumam ser classificados em dois tipos: de cima para baixo e de baixo para cima. Estimativa de cima para baixo geralmente são feitas pela gerência sênior. A gerência frequentemente faz estimativas por analogia, consenso do grupo ou relações matemáticas. Estimativas de baixo para cima normalmente são realizadas pelas pessoas que estão fazendo o trabalho e baseiam-se nos elementos constantes na estrutura analítica do projeto.

Todas as partes interessadas do projeto preferem estimativas precisas de custo e tempo, mas elas também compreendem a incerteza inerente a todos os projetos. Estimativas imprecisas levam a expectativas erradas e insatisfação do cliente. A precisão é melhorada mediante mais esforço, mas valem o tempo e o custo – estimar custa dinheiro! A estimativa do projeto torna-se um *trade-off*, balanceando os benefícios de maior precisão contra os custos de garantir maior precisão.

Estimativas de custo, tempo e orçamento são elementos da linha mestra do controle de projetos que serve de padrão para comparar o real com o planejado durante toda a vida do projeto. Os relatórios de status do projeto dependem de estimativas confiáveis para medir variações e tomar medidas corretivas. Idealmente, o gerente do projeto e, na maioria dos casos, o cliente prefeririam ter uma base de dados de estimativas detalhadas de cronograma e custo para cada pacote de trabalho do projeto. Infelizmente, uma coleta de dados tão detalhada assim nem sempre é possível ou prática, e são usados outros métodos para desenvolver estimativas de projeto.

Fatores que influenciam a qualidade das estimativas

Uma afirmação típica na prática é o desejo de “ter 95% de probabilidade de cumprir as estimativas de tempo e custo”. *Experiência passada* é um bom ponto de partida para desenvolver estimativas de tempo e custo. Porém, as estimativas de experiências passadas quase sempre precisam ser refinadas por outras considerações para que se chegue ao nível de probabilidade de 95%. Fatores relacionados à exclusividade do projeto têm uma influência forte sobre a precisão das estimativas. Devem ser considerados projeto, pessoas e fatores externos para melhorar a qualidade das estimativas de tempo e de custos do projeto.

TABELA 5.1
 Por que estimar tempo e custo é importante

- Estimativas são necessárias para dar suporte a boas decisões
- Estimativas são necessárias para programar o trabalho
- Estimativas são necessárias para determinar quanto o projeto deve demorar e o seu custo
- Estimativas são necessárias para determinar se vale a pena fazer o projeto
- Estimativas são necessárias para desenvolver as necessidades de fluxo de caixa
- Estimativas são necessárias para determinar se o projeto está progredindo bem
- Estimativas são necessárias para desenvolver orçamentos em fases cronológicas e estabelecer a linha de base do projeto

* O. P. Kharbanda and J. K. Pinto, What Made Gertie Gallop: Learning from Project Failures (New York: Von Nostrand Reinhold, 1996), p. 73.

Horizonte de planejamento

A qualidade da estimativa depende do *horizonte de planejamento*: estimativas de eventos atuais são próximas de 100%, mas se reduzem para aqueles mais distantes. Por exemplo, as estimativas de custo de uma festa que você está organizando para este fim de semana serão muito mais precisas do que as de um casamento que ocorrerá em três meses. A precisão das estimativas de tempo e custo melhoram à medida que se passa da fase conceitual para o ponto onde pacotes de trabalho individuais são definidos. Projetos de longa duração aumentam a incerteza das estimativas.

Duração do projeto

O tempo de implementação de uma *tecnologia* nova costuma se expandir de modo crescente, e não linear. Às vezes, especificações de escopo mal escritas para novas tecnologias produzem erros na estimativa de tempo e de custos.

Pessoas

O fator *pessoas* pode influenciar a qualidade das estimativas de tempo e custo. Por exemplo, a precisão das estimativas depende das habilidades das pessoas que as fazem. Quão familiarizadas elas estão com a tarefa que estão estimando?

Estrutura do projeto e estrutura organizacional

A *estrutura analítica de projeto* escolhida para ser base da gestão do projeto influencia as estimativas de tempo e custo. Uma das maiores vantagens da equipe dedicada de projeto discutida anteriormente é a velocidade obtida com foco concentrado e decisões de projeto localizadas. Essa velocidade vem ao custo adicional de vincular pessoas em tempo integral. Inversamente, projetos que operam em um ambiente de matriz podem reduzir os custos por meio de um compartilhamento mais eficiente de mão de obra entre os projetos, mas podem demorar mais para serem concluídos, uma vez que a atenção é dividida e as demandas de coordenação são maiores.

Prolongamento de estimativas

Em alguns casos, as pessoas inclinam-se a *prolongar estimativas*. Por exemplo, se lhe perguntam quanto demora para chegar até o aeroporto, você poderia dar um tempo médio de 30 minutos, assumindo uma chance de 50% de chegar lá em 30 minutos. Se lhe perguntam o mais rápido que você poderia chegar lá, você poderia diminuir o tempo de viagem para 20 minutos. Por fim, se lhe perguntassem quanto levaria a viagem se você tivesse que chegar lá a qualquer custo, para se encontrar com o presidente, você provavelmente aumentaria a estimativa para, digamos, 50 minutos, para garantir que não se atrasaria. Em situações de trabalho em que se pedem estimativas de tempo e custo, a maioria de nós tende a prolongar um pouco para aumentar a probabilidade e reduzir o risco de se atrasar. Se todo mundo, em todos os níveis do projeto, prolongar um pouco para reduzir o risco, a duração e o risco do projeto ficam seriamente exagerados. Esse fenômeno faz alguns gerentes ou clientes exigirem um corte de 10 a 15% no tempo e/ou custo do projeto. É claro, na próxima rodada do jogo, a pessoa que estiver estimando custo e/ou tempo prolongará a estimativa em 20% ou mais. Obviamente, esses jogos arruinam as chances de estimativas realistas, necessárias para ser competitivo.

Cultura organizacional

A *cultura organizacional* pode influenciar consideravelmente as estimativas do projeto. Em algumas empresas, o prolongamento de estimativas é tolerado e até secretamente encorajado. Já em outras, valoriza-se a precisão e os jogos de estimativas são fortemente desestimulados. A importância das estimativas varia entre as empresas. A crença prevalente em algumas delas é que estimativas detalhadas tomam tempo demais, não valendo a pena o esforço, ou que é impossível prever o futuro. Outras se *afiliam* à crença de que estimativas precisas são a base do gerenciamento de projetos eficaz. A cultura organizacional molda todas as dimensões do gerenciamento de projetos: a estimativa não é imune a essa influência.

Outros fatores

Por fim, *fatores não relacionados a projetos* podem afetar as estimativas de tempo e custo. Por exemplo, o tempo de paralisação de equipamentos pode alterar as estimativas de tempo. Feriados nacionais, férias e limites legais podem influenciar as estimativas do projeto. A prioridade do projeto pode interferir na atribuição de recursos, tendo impacto sobre tempo e custo.

A estimativa de projeto é um processo complexo. Quando essas variáveis são consideradas na elaboração das estimativas, a qualidade destas pode ser melhorada. Juntas, as estimativas de tempo e custo permitem que o gerente desenvolva um orçamento em fases cronológicas, o que é imperativo para o controle do projeto. Antes de discutir métodos macro e micro de estimativa de tempo e de custo, uma revisão das diretrizes de estimativa nos lembrará algumas importantes “regras do jogo” que podem aperfeiçoar a estimativa.

Diretrizes de estimativa de tempo, custo e recursos

Os gerentes reconhecem que estimativas de tempo, custo e recursos devem ser precisas para que o planejamento, programação e controle do projeto sejam eficazes. Entretanto, há considerável evidência sugerindo que más estimativas contribuem muito para o fracasso de projetos. Portanto, devem-se empreender todos os esforços para que as estimativas iniciais sejam as mais precisas possíveis, uma vez que escolher não fazer estimativas é dar muito espaço para a sorte, o que é inaceitável para gerentes de projetos sérios. Mesmo que o projeto nunca tenha sido feito antes, o gerente pode seguir sete diretrizes para desenvolver estimativas úteis de pacote de trabalho.

1. **Responsabilidade.** No nível do pacote de trabalho, as estimativas devem ser feitas pela pessoa mais familiarizada com a tarefa. Explore a *expertise* deles! Salvo tarefas muito técnicas, os responsáveis por fazer o serviço dentro do cronograma e do orçamento geralmente são supervisores de primeira linha ou técnicos, experientes e familiarizados com o tipo de trabalho envolvido. Eles não possuem uma ideia pré-concebida e imposta de um prazo para uma dada entrega, e sim elaboram uma estimativa com base em experiência e sensatez. Outro benefício é a esperança de que “comprem a ideia” de fazer a estimativa se concretizar na implementação do pacote de trabalho. Se os envolvidos não forem consultados, será difícil responsabilizá-los pela eventual falha em atingir o tempo estimado. Por fim, explorar a *expertise* dos membros da equipe que serão responsáveis ajuda a criar canais de comunicação desde cedo.

2. **Diversas pessoas para fazer estimativas.** É sabido que uma estimativa de custo ou de tempo normalmente tem mais chances de ser razoável e realista quando feita por profissionais com experiência relevante e/ou conhecimento da tarefa. É verdade, as pessoas trazem diferentes vieses, com base nas respectivas experiências. Contudo, também é verdade que a discussão das diferenças individuais nas estimativas leva a consenso e tende a eliminar erros extremos de estimativa.

3. **Condições normais.** Quando estimativas de tempo, custo e recursos da tarefa são determinadas, elas são baseadas em certos pressupostos. *As estimativas devem ser baseadas em condições normais, métodos eficientes e nível normal de recursos.* Condições normais, às vezes, são difíceis de discernir, mas é necessário um consenso na empresa quanto ao que significa “condições normais” no projeto. Se o dia de trabalho normal é de oito horas, a estimativa de tempo deve basear-se em um dia de oito horas. Da mesma forma, se o dia de trabalho normal é de dois turnos, a estimativa de tempo deve basear-se em um dia de dois turnos. Toda estimativa de tempo deve refletir métodos eficientes para os recursos normalmente disponíveis. A estimativa de tempo deve representar o nível normal de recursos – pessoas ou equipamentos. Exemplificando, se houver três programadores disponíveis para codificar ou duas motoniveladoras para construir uma estrada, as estimativas de tempo e custo devem ser baseadas nesses níveis normais de recursos, salvo se for previsto que o projeto mudará o que é atualmente visto como “normal”. Além disso, possíveis conflitos de demanda por recursos em atividades paralelas ou concorrentes não devem ser considerados nesse estágio. A necessidade de acrescentar recursos será examinada quando se discutir programação de recursos, em um capítulo posterior.

4. **Unidades de tempo.** As unidades específicas de tempo a serem usadas devem ser escolhidas no início da fase de desenvolvimento da rede do projeto. *As estimativas de tempo de todas as tare-*

fas necessitam de unidades de tempo uniformes. As estimativas de tempo precisam considerar se o tempo normal é representado por dias corridos, dias úteis, semanas de trabalho, dias-homem, turnos, horas, minutos etc. Na prática, o uso de dias úteis é a escolha dominante para expressar a duração de tarefas. No entanto, em projetos como uma operação de transplante de coração, minutos provavelmente seriam mais apropriados como unidade de tempo. Um projeto que usou minutos como unidade de tempo foi a mudança de pacientes de um hospital antigo para um novo e elegante, do outro lado da cidade. Como algumas vidas corriam risco com as mudanças, foram usados minutos para garantir a segurança dos pacientes, de modo que houvesse sistemas de manutenção de funções vitais disponíveis, se necessário. O ponto em questão é que a análise de rede demanda uma unidade de tempo padronizada. Quando programas de computador possibilitam mais de uma unidade, deve-se observar qualquer variação da unidade de tempo padrão. Se a unidade de tempo padrão for uma semana de trabalho de cinco dias e a duração estimada da atividade estiver em dias corridos, ela deve ser convertida para a semana de trabalho normal.

5. **Independência.** Os estimadores devem tratar cada tarefa como independente das demais tarefas que possam ser integradas pela EAP. O uso de gerentes de primeira linha geralmente tem como resultado a consideração independente das tarefas – isso é bom. Altos gerentes têm a tendência de agregar tarefas demais em uma estimativa de tempo e, por dedução, fazer as estimativas de tempo das tarefas individuais totalizarem o total. Se as tarefas estiverem em cadeia e forem realizadas pelo mesmo grupo ou departamento, é melhor não pedir todas as estimativas de tempo em sequência de uma vez só, a fim de evitar a tendência que o planejador ou supervisor tem de olhar o caminho todo e tentar ajustar o tempo das tarefas avulsas na sequência para cumprir um cronograma arbitrário imposto ou alguma estimativa “chutada” do tempo total de todo o caminho ou segmento do projeto. Essa tendência não reflete as incertezas das atividades individuais, geralmente resultando em estimativas otimistas de tempo de tarefa. Em suma, a estimativa de tempo de cada tarefa deve ser considerada independentemente das demais atividades.

6. **Contingências.** As estimativas dos pacotes de trabalho não devem incluir tolerâncias para contingências. A estimativa deve pressupor as condições normais ou médias, embora nem todo pacote de trabalho se materialize como planejado. Por esse motivo, a alta gerência deve criar um fundo extra para contingências, a ser usado para cobrir eventos imprevistos.

7. **Acréscimo de avaliação de risco à estimativa ajuda a evitar surpresas para as partes interessadas.** É óbvio que algumas tarefas possuem mais risco de tempo e custo do que outras. Por exemplo, uma tecnologia nova normalmente traz mais riscos de tempo e custo do que um processo comprovado. Simplesmente identificar o grau de risco faz as partes interessadas considerarem métodos alternativos e alterarem decisões de processo. Uma simples avaliação de tempo de tarefa em otimista, provável ou pessimista pode dar informações valiosas a respeito de tempo e custo. Veja o Capítulo 7 para ver mais a respeito de risco do projeto.

Onde aplicáveis, essas diretrizes ajudarão enormemente a evitar muitas das ciladas comuns na prática. Consulte o “Caso Prático: Redução de erros de estimativa” para um conjunto parecido de diretrizes.

Estimativa de cima para baixo versus de baixo para cima

Uma vez que estimar esforços custa dinheiro, quanto empregar de tempo e detalhamento na estimativa é uma decisão importante. Ainda assim, quando estimativas são o assunto, você, como gerente de projetos, talvez ouça afirmações como estas:

Uma ordem de magnitude aproximada é o suficiente. Ocupar o tempo em estimativas detalhadas desperdiça dinheiro.

Tempo é tudo: nossa sobrevivência depende de chegar primeiro! Previsão de tempo e custos não tem importância.

O projeto é interno. Não precisamos nos preocupar com custo.

O projeto é tão pequeno, não precisamos nos incomodar com estimativas. É só fazer.

CASO PRÁTICO Redução de erros de estimativa*

Complexidade é a principal fonte do erro de estimativa, segundo Kerry Wills, diretor de gerenciamento de projetos da prestadora de serviços de saúde Cigna, de Hartford, Connecticut. “É impossível que os gerentes de projetos sejam *experts* em todas as áreas, portanto precisam se fiar na *expertise* das partes interessadas ao estimar”, observa Willis. Para minimizar erros, ele recomenda tratar a estimativa como um processo vivo, e não como um evento avulso.

Ele segue a mesma abordagem em todos os seus projetos:

1. **Identificar todas as partes interessadas** com base no escopo do projeto e na história da empresa.
2. **Envolver as partes interessadas ao elaborar as estimativas.** “Não se pode cobrar das pessoas estimativas que elas não ajudaram a fazer”, diz Willys.

3. **Agregar as estimativas comparando vários modelos** (com base em recursos, paramétricas, etc.).

4. **Gerenciar o projeto em relação às estimativas.** Isso inclui ajustar, com base nas mudanças, o escopo do projeto.

5. **Acompanhar os projetos de perto**, usando ferramentas como valor agregado, para aferir o progresso em relação às estimativas.

6. **Monitorar os custos e o tempo efetivos em um nível granular** a fim de recalibrar o modelo para projetos futuros.

“A estimativa inicial pode ser perfeita, mas se não for administrada, o resultado final será ruim e as pessoas culparão o processo de estimativa”, pondera Wills.

* S. Swanson, “Estimating Errors,” *PMNetwork*, October 2011, pp. 62-66.

Existem bons motivos para usar estimativas de cima para baixo ou de baixo para cima. A Tabela 5.2 apresenta condições que sugerem quando uma abordagem é preferida à outra.

Estimativas de cima para baixo normalmente são obtidas por alguém que usa a experiência e/ou informações para determinar a duração ou custo total do projeto. Todavia, essas estimativas às vezes são feitas por altos gerentes com muito pouco conhecimento das atividades componentes utilizadas para concluir o projeto. Por exemplo, o prefeito de uma grande cidade observou em um discurso que um novo edifício do judiciário seria construído ao custo de US\$ 23 milhões, estando pronto para ser ocupado em dois anos e seis meses. Embora o prefeito provavelmente tenha pedido para alguém fazer a estimativa, ela poderia ter vindo de uma reunião de almoço com um empreiteiro local, que anotou a estimativa (ou chute) em um guardanapo. Esse é um exemplo extremo, mas, em certo sentido relativo, é frequentemente reproduzido na prática. Consulte o “Caso Prático: Câmara enfurecida com a história do bondinho” para outro exemplo disso. A questão na verdade é: *essas estimativas representam métodos eficientes e de baixo custo?* Raramente. O fato de virem do escalão mais alto pode influenciar as pessoas responsáveis a “fazer o que for preciso para cumpri-las”.

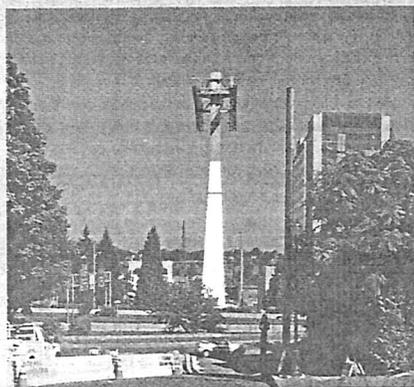
Se possível e praticável, o melhor é reduzir o processo de estimativa até o nível de pacote de trabalho para obter estimativas de baixo para cima que estabeleçam métodos eficientes e de baixo custo. Isso pode ocorrer após o projeto ser definido em detalhes. O bom senso sugere que as estimativas do projeto devem vir das pessoas com mais conhecimento sobre a estimativa necessária. O uso de diversas pessoas com experiência relevante com a tarefa pode melhorar a estimativa de tempo e de custo. A abordagem de **baixo para cima** no nível do pacote de trabalho pode servir como checagem dos elementos de custo da EAP, reunindo os pacotes de trabalho e as contas de custo associados em principais entregas. Os requisitos de recursos podem ser verificados de forma semelhante. Mais tarde, as estimativas de tempo, recursos e custos dos pacotes de trabalho podem ser consolidadas em redes em fases cronológicas, programas de recursos e orçamentos usados para controle.

TABELA 5.2
Condições para preferir estimativas de cima para baixo ou de baixo para cima

Condição	Estimativas de cima para baixo	Estimativas de baixo para cima
Tomada de decisão estratégica	X	
Custo e tempo importantes		X
Alta incerteza	X	
Projeto interno e pequeno	X	
Contrato de preço fixo		X
Cliente quer detalhes		X
Escopo instável	X	

CASO PRÁTICO Câmara enfurecida com a história do bondinho*

O empreendimento em frente ao rio Willamette, em Portland, Oregon, explodiu com sete torres de condomínio e um centro de ciências da saúde em construção. O centro será ligado à Universidade de Ciências Médicas de Oregon (OHSU), localizada no alto de um morro próximo, por meio de um teleférico que deverá promover a expansão da universidade, aumentar a pesquisa sobre biotecnologia e tornar-se o ícone de Portland, como a Space Needle em Seattle. Tudo isso ruiu quando as notícias de uma audiência sugeriram que o orçamento real da construção do bondinho, originalmente estimado em US\$ 15 milhões, seria de US\$ 55 a 60 milhões, quase quatro vezes a estimativa original, e poderia subir ainda mais. Os vereadores queriam descobrir por que os funcionários municipais se fiaram conscientemente em estimativas erradas. Mike Lindberg, presidente da sociedade sem fins lucrativos Aerial Transportation Inc., reconheceu que “a cifra de US\$ 15 milhões não era precisa. Era apenas um chute”. O vereador Erik Sten disse: “Esses números foram apresentados como muito mais sólidos do que eram, ao que parece... Parece que o desenho em si não teve o custo calculado. Isso é uma fraude”.



* *The Oregonian*, January 13, 2006, by Frank Ryan, pages A1 and A14, and April 2, 2006, page A1.

A abordagem de baixo para cima também dá ao cliente a oportunidade de comparar a abordagem do método eficiente e de custo menor com as restrições impostas. Por exemplo, se a duração do projeto for imposta em dois anos e a análise disser que o projeto demorará dois anos e seis meses, o cliente pode então considerar o *trade-off* do método do baixo custo *versus* comprimir o projeto para dois anos (ou, em casos raros, cancelar o projeto). *Trade-offs* similares podem ser comparados para níveis diferentes de recursos ou incrementos no desempenho técnico. O pressuposto é que qualquer movimento para longe do método eficiente e de baixo custo aumenta os custos (por exemplo, horas extras). A sequência preferível na ao definir o projeto é fazer estimativas aproximadas de cima para baixo, desenvolver a EAP/OBS, efetuar estimativas de baixo para cima, elaborar cronogramas e orçamentos e conciliar as diferenças entre as estimativas de cima para baixo e as de baixo para cima. Espera-se que essas etapas sejam realizadas *antes* da negociação final com o cliente interno ou externo. Concluindo, a abordagem ideal é que o gerente do projeto dê tempo suficiente para que as estimativas de cima para baixo e de baixo para cima sejam elaboradas para que um plano completo baseado em estimativas confiáveis possa ser oferecido ao cliente. Desse modo, minimizam-se as falsas expectativas para todas as partes interessadas e reduz-se a negociação.

Métodos de estimativa de tempo e de custos do projeto

Abordagens de cima para baixo de estimativa de tempo e de custos do projeto

No nível estratégico, são empregados métodos de estimativa de cima para baixo para avaliar a proposta de projeto. Às vezes, muitas das informações necessárias para derivar estimativas precisas de tempo e custo não estão disponíveis na fase inicial do projeto – por exemplo, o design não foi finalizado. Nessas situações, empregam-se estimativas de cima para baixo até que as tarefas decorrentes da EAP estejam definidas claramente.

Método de consenso

Utiliza a experiência acumulada dos gerentes seniores e/ou médios para estimar a duração e custo totais do projeto. Isso normalmente requer uma reunião em que os especialistas conversam, discutem e acabam chegando a uma decisão a respeito da melhor estimativa intuitiva. Empresas buscando maior rigor utilizam o Método Delphi para fazer essas estimativas macro. Consulte o “Caso Prático: O método Delphi”.

CASO PRÁTICO O Método Delphi

Desenvolvido originalmente pela RAND Corporation, em 1969, para previsões tecnológicas, o **Método Delphi** é um processo de decisão em grupo sobre a probabilidade de que determinados eventos ocorram. Ele faz uso de um painel de especialistas que conhecem o tipo de projeto em questão. A ideia é que indivíduos bem-informados, recorrendo aos seus *insights* e experiências, estão mais bem capacitados para estimar custos/tempo de projeto do que abordagens teóricas ou métodos estatísticos. As respostas de um questionário de estimativa são anônimas e eles recebem um resumo de opiniões.

Em seguida, os especialistas são incentivados a reconsiderar e, se for o caso, modificar sua estimativa anterior à luz das respostas dos demais especialistas. Após duas ou três rodadas, acredita-se que o grupo convergirá para a “melhor” resposta por meio desse processo consensual. O ponto médio

das respostas é categorizado estatisticamente pela pontuação mediana. Em cada rodada sucessiva de questionários, presume-se que o espectro de respostas dos integrantes do painel diminuirá e a mediana se deslocará para o que é considerada a estimativa “correta”.

Uma vantagem diferencial do Método Delphi é que os especialistas não precisam de reuniões presenciais. O processo também não exige concordância completa entre todos os integrantes do painel, uma vez que a opinião da maioria é representada pela mediana. Como as respostas são anônimas, evitam-se as ciladas de ego, personalidades dominantes e o “efeito de halo ou de Maria vai com as outras” nas respostas. Contudo, nem sempre os desenvolvimentos futuros são previstos corretamente por consenso iterativo ou por especialistas, mas por pensamento criativo, “vindo do nada”.

É importante reconhecer que essas primeiras estimativas de cima para baixo são apenas uma versão aproximada, normalmente ocorrendo no estágio “conceitual” do projeto, úteis no desenvolvimento inicial de um plano completo. Entretanto, essas estimativas às vezes estão consideravelmente fora da realidade, pois poucas informações detalhadas foram reunidas. Nesse nível, os itens de trabalho individuais não estão identificados. Ou então, em alguns casos, as estimativas de cima para baixo não são realistas porque a alta gerência “quer o projeto”. Ainda assim, as estimativas iniciais de cima para baixo servem para determinar se o projeto justifica mais planejamento formal, o que incluiria estimativas mais detalhadas. Tenha cuidado para que estimativas marco feitas por gerentes sênior não sejam ditadas aos gerentes de nível menor, que podem se sentir compelidos a aceitá-las mesmo se acreditarem que os recursos são inadequados.

Embora prefiramos evitar a abordagem de cima para baixo, se possível, já testemunhamos, em casos isolados, uma precisão surpreendente na estimativa da duração e do custo do projeto. Alguns exemplos são construção de uma fábrica, construção de um armazém de distribuição, desenvolvimento de controle de ar para arranha-céus e construção de estradas. No entanto, também vimos alguns erros monstruosos de cálculo, geralmente em áreas onde a tecnologia é nova e não comprovada. Os métodos de cima para baixo podem ser úteis se a experiência e o julgamento forem acurados.

Métodos de quociente

Os métodos de cima para baixo (ocasionalmente chamados de paramétricos) normalmente usam o quociente, ou substitutos, para estimar tempos e custos de projeto. Abordagens de cima para baixo, muitas vezes, são adotadas na fase de conceito ou “necessidade” do projeto, a fim de obter uma estimativa inicial de duração de custo do projeto. Por exemplo, empreiteiros frequentemente se valem da quantidade de m^2 para estimar o custo e o tempo para construir uma casa; ou seja, uma casa de $250 m^2$ pode custar US\$ 1.600/ m^2 ($250 m^2 \times US\$ 1.600/m^2$ é igual a US\$ 400 mil). Da mesma forma, conhecendo a metragem e o preço/ m^2 , a experiência sugere que a obra levará aproximadamente 100 dias para ser concluída. Dois outros exemplos comuns de estimativas de cima para baixo são o custo de uma fábrica nova estimado pela capacidade dela, ou o de um software estimado pelos respectivos atributos e complexidade.

Método de rateio

Trata-se de uma extensão do método do quociente. O rateio é aplicado quando os projetos seguem de perto os projetos anteriores em termos de atributos e custos. Tendo-se bons dados históricos, estimativas podem ser feitas rapidamente, com pouco esforço e razoável precisão. Este método é bastante comum em projetos relativamente padronizados, mas com alguma pequena variação ou customização.

Qualquer um que já tenha recorrido a um empréstimo bancário para construir uma casa já foi exposto a esse processo. Dado um custo total estimado para a obra, os bancos e a FHA (Federal Housing Authority*) autorizam que se pague o empreiteiro pela conclusão de segmentos específicos da casa. Por exemplo, as fundações podem representar 3% do total do empréstimo; estruturas, 25%; elétrica, hidráulica e calefação, 15%; etc. Os pagamentos são feitos à medida que esses itens são concluídos. Um processo análogo é seguido por algumas empresas que rateiam os custos pelas entregas da EAP recorrendo às porcentagens de custo médias de projetos anteriores. A Figura 5.1 apresenta um exemplo semelhante a um encontrado na prática. Assumindo que seja estimado um custo total do projeto de US\$ 500 mil (utilizando-se uma estimativa de cima para baixo), os custos são rateados como uma porcentagem do custo total. Por exemplo, os custos rateados para a entrega "Documento" são 5% do total, ou US\$ 25 mil. As subentregas "Doc-1 e Doc-2" recebem 2% e 3% do total – US\$ 10 mil e 15 mil, respectivamente.

Método de pontos de função para projeto de software e sistema

Na indústria do software, projetos de desenvolvimento de software, muitas vezes, são estimados por meio de variáveis macro ponderadas chamadas de "pontos de função", ou grandes parâmetros, como número de insumos, de saídas, de consultas, de arquivos de dados e de interfaces. Essas variáveis ponderadas são ajustas por um fator de complexidade e somadas. A contagem ajustada total dá a base para estimar o esforço de mão de obra e o custo de um projeto (normalmente usando-se uma fórmula de regressão derivada de dados de projetos anteriores). Este último método pressupõe dados históricos adequados por tipo de projeto de software para a indústria – por exemplo, sistemas SIG. Na indústria de software dos Estados Unidos, uma pessoa/mês representa, em média, cinco pontos de função. Uma pessoa trabalhando por um mês consegue gerar, em média (em todos os tipos de projetos de software), cerca de cinco pontos de função. É claro, cada empresa tem de desenvolver sua própria média para seu tipo específico de trabalho. Esses dados históricos dão a base para se estimar a duração do projeto. Variações dessa abordagem de cima para baixo são escolhidas por empresas como IBM, Bank of America, Sears Roebuck, HP, AT&T, Ford Motors, GE, DuPont e muitas outras. Veja a Tabela 5.3 e a Tabela 5.4 para um exemplo simplificado de metodologia de contagem de pontos de função.

TABELA 5.3
Processo simplificado de contagem básica de ponto de função para um projeto prospectivo ou entrega

Elemento	Ponderação da complexidade			Total
	Baixa	Média	Alta	
Número de <i>entradas</i>	___ × 2+	___ × 3+	___ × 4	= ___
Número de <i>saídas</i>	___ × 3+	___ × 6+	___ × 9	= ___
Número de <i>consultas</i>	___ × 2+	___ × 4+	___ × 6	= ___
Número de <i>arquivos</i>	___ × 5+	___ × 8+	___ × 12	= ___
Número de <i>interfaces</i>	___ × 5+	___ × 10+	___ × 15	= ___

A partir de dados históricos, a empresa desenvolve o esquema de ponderação por complexidade constante na Tabela 5.3. Pontos de função são derivados da multiplicação do número de tipos de elementos pela complexidade ponderada.

A Tabela 5.4 apresenta os dados coletados para uma tarefa ou entrega específica: internação de pacientes e faturamento – o número de insumos, saídas, consultas, arquivos e interfaces, com a classificação de complexidade esperada. Por fim, a aplicação da contagem de elementos é aplicada, resultando em uma contagem total de pontos de função de 660. Dada essa contagem e o fato de que, historicamente, uma pessoa/mês é igual a cinco pontos de função, o serviço exigirá 132 pessoas/mês (660/5 = 132). Assumindo que há 10 programadores que podem trabalhar nessa tarefa, a duração seria de aproximadamente 13 meses. O custo é facilmente derivado multiplicando-se a taxa de mão de obra por mês vezes 132 pessoas/mês. Por exemplo, se o salário mensal por programador é de US\$ 4 mil, o custo estimado seria de US\$ 528 mil (132 × 4.000). Embora as métricas de ponto de função sejam úteis, sua precisão depende de dados históricos adequados, atualização dos dados e relevância do projeto/entrega em relação às médias anteriores.

Curvas de aprendizado

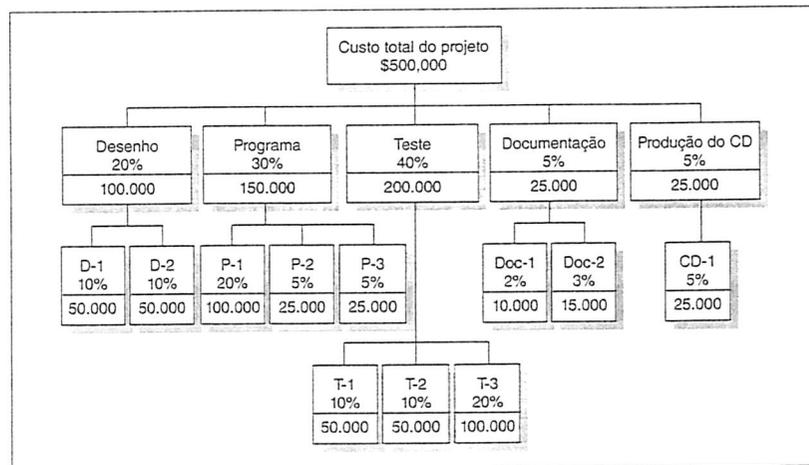
Alguns projetos exigem que a mesma tarefa, grupo de tarefas ou produto seja repetido várias vezes. Os gerentes sabem intuitivamente que o tempo para realizar uma tarefa melhora com a repetição. Esse fenômeno se aplica especialmente às tarefas intensivas em mão de obra. Nessas circunstâncias, o padrão do fenômeno de melhoria pode ser aceito para prever a redução no tempo de realização da tarefa. Partindo de evidências empíricas de *todas* as indústrias, o padrão dessa melhoria foi quantificado na curva de aprendizado (também chamada de curva de melhoria, curva de experiência e curva de progresso industrial), descrita pela seguinte relação:

Sempre que a quantidade de saída duplica, as horas de mão de obra unitária são reduzidas a uma taxa constante.

TABELA 5.4
Exemplo: Método de contagem de pontos de função

Projeto de software 13: Internação de pacientes e faturamento					
15	Insumos	Complexidade classificada como baixa		(2)	
5	Saídas	Complexidade classificada como média		(6)	
10	Consultas	Complexidade classificada como média		(4)	
30	Arquivos	Complexidade classificada como alta		(12)	
20	Interfaces	Complexidade classificada como média		(10)	
Aplicação do fator de complexidade					
Elemento	Contagem	Baixa	Média	Alta	Total
Entradas	15	× 2			= 30
Saídas	5		× 6		= 30
Consultas	10		× 4		= 40
Arquivos	30			× 12	= 360
Interfaces	20		× 10		= 200
				Total	660

FIGURA 5.1
Método de rateio para alocação de custos do projeto usando a estrutura analítica de projeto



* N. de R.T.: Equivalente ao Sistema Nacional de Habitação brasileiro.

Na prática, a razão de melhoria pode variar de 60%, representando uma melhoria muito grande, até 100%, representando nenhuma melhoria. Em geral, à medida que a dificuldade do trabalho diminui, a melhoria esperada também diminui, aumentando a razão de melhoria utilizada. Um fator significativo a considerar é a proporção de mão de obra na tarefa em relação ao trabalho com ritmo ditado por máquinas. Obviamente, uma porcentagem menor de melhoria só ocorre em operações com alto teor de mão de obra. O Apêndice 5.1 no fim do capítulo dá um exemplo detalhado de como o fenômeno da melhoria pode ser utilizado para estimar tempo e custo de tarefas repetitivas.

A principal desvantagem das abordagens de cima para baixo de estimativa é simplesmente que o tempo e o custo das tarefas específicas não são considerados. O agrupamento de muitas tarefas em um lote comum provoca erros de omissão e o uso de tempo e de custos impostos.

Métodos de estimativa micro costumam ser mais exatos do que os métodos macro.

Abordagens de baixo para cima de estimativa de tempo e de custos do projeto

Métodos de modelo

Se o projeto for similar a projetos anteriores, os custos destes podem ser usados como seu ponto de partida e as diferenças podem ser registradas, ajustando-se o tempo e os custos anteriores para refletir as variações. Por exemplo, uma empresa de reparo de navios em diques tem um conjunto de projetos padrão de reparo (como modelos de revisão, elétrica, mecânica) adotados como ponto de partida para estimar o custo e duração de qualquer projeto novo. As diferenças em relação ao projeto padronizado apropriado são registradas (em tempos, custos e recursos) e feitas as mudanças. Esta abordagem permite que a empresa desenvolva um cronograma potencial, estime custos e desenvolva um orçamento em um espaço de tempo muito curto. O desenvolvimento desses modelos em uma base de dados pode reduzir rapidamente erros de estimativa.

Procedimentos paramétricos aplicados a tarefas específicas

Assim como técnicas paramétricas (como custo/m²) podem ser a fonte de estimativas de cima para baixo, elas também podem ser aplicadas a tarefas específicas. Por exemplo, como parte de um projeto de conversão do MS Office, diferentes 36 estações de trabalho computadorizadas precisam ser convertidas. Com base nos projetos anteriores de conversão, o gerente do projeto determinou que, em média, uma pessoa poderia converter três estações de trabalho por dia. Portanto, a tarefa de converter as 36 estações de trabalho ocuparia três técnicos por 4 dias [(36/3)/3]. De forma semelhante, para estimar a quota de papel de parede de uma reforma residencial, o empreiteiro calculou um custo de US\$ 5/m² de papel de parede e US\$ 2/m² para aplicá-lo, dando um custo total de US\$ 7/m². Medindo a largura e altura de todas as paredes, ele pôde calcular a área total em m² e multiplicá-la por US\$ 7.

Estimativa por faixa

Estimativa por faixa funciona melhor quando os pacotes de trabalho abrigam uma incerteza considerável associada ao tempo ou ao custo de conclusão. Se o pacote de trabalho for rotineiro e houver pouca incerteza, trabalhar com uma pessoa muito familiarizada com o pacote de trabalho costuma ser a melhor abordagem. Ela conhece por experiência (ou sabe onde encontrar) a informação para estimar as durações e custos dos pacotes de trabalho. Entretanto, quando os pacotes de trabalho trazem uma incerteza considerável associada ao tempo ou custo de conclusão, uma política prudente é exigir três estimativas de tempo – baixa, média e alta (tomadas emprestadas da metodologia PERT, que usa distribuições de probabilidade). A baixa e a alta dão uma faixa dentro da qual a estimativa média se encaixará. A determinação das estimativas baixa e alta para a atividade é influenciada por fatores como complexidade, tecnologia, novidade e familiaridade.

Como obter as estimativas? Uma vez que a estimativa por faixa funciona melhor para pacotes de trabalho com uma incerteza considerável, ter um grupo determinando o custo ou duração baixos, médios e altos dá os melhores resultados. A estimativa por grupo tende a refinar extremos ao trazer julgamentos mais ponderados para a estimativa e os riscos potenciais. O julgamento dos outros do grupo ajuda a moderar riscos percebidos extremos associados à estimativa de tempo ou de custo. Envolver outros na elaboração da estimativa da atividade atrai adesão e credibilidade para a estimativa.

FIGURA 5.2
Modelo de
estimativa
por faixa

		C		E		F		G		H	
		Baixa		Média		Alta		Intervalo		Nível	
		de Dias		de Dias		de Dias		de Dias		de Risco	
1	Numero do Projeto: 13	Gerente de Projeto: Dawn O'Connor									
2	Descrição do Projeto: Lançamento do Novo Vinho Orgânico	Data: 2/7/2xxx									
3		Projeto de Lançamento do Vinho Orgânico									
4		Range Estimativas									
5											
6	ID da	Descrição		Estimativa	Estimativa	Estimativa	Intervalo				Nível
7	EAP			de Dias	de Dias	de Dias	de Dias				de
8											Risco
9											
10	102	Aprovação		1	1	3				2	baixo
11	103	Design de Embalagem		4	7	12				3	medio
12	104	ID potential costumers		14	21	35				21	alto
13	105	Design da marca da garrafa		5	7	10				5	baixo
14	106	Contratação do espaço do ponto de venda		8	10	15				7	medio
15	107	Construção do ponto de venda		4	4	8				4	medio
16	108	Design do folheto para o evento		6	7	12				6	alto
17	109	Propaganda no jornal de comércio		10	12	15				5	medio
18	110	Teste de produção		10	14	20				10	alto
19	111	Produção para o estoque		5	5	10				5	alto
20	112	Serviço de escaner para cartões de visita		1	2	3				2	baixo
21	113	Serviço de sistema de video		2	2	4				2	medio
22	114	Ensaio para o evento		2	2	5				3	alto

A Figura 5.2 apresenta um modelo resumido de estimativa que usa três estimativas de tempo para pacotes de trabalho desenvolvidos por um grupo multidisciplinar de partes interessadas do projeto. As estimativas de grupo mostram a estimativa baixa, média e alta para cada pacote. A coluna de Nível de Risco é a avaliação independente do grupo sobre o grau de confiança de que o tempo efetivo ficará muito próximo à estimativa. Em certo sentido, esse número representa a avaliação do grupo relativa a muitos fatores (como complexidade ou tecnologia) que podem afetar a estimativa de tempo médio. No nosso exemplo, o grupo pensa que os pacotes de trabalho 104, 108, 110, 111 e 114 têm alta chance de que o tempo médio varie em relação ao esperado. Também, a confiança do grupo sente que o risco de os pacotes de trabalho 102, 105 e 112 não se concretizarem como o esperado é baixo.

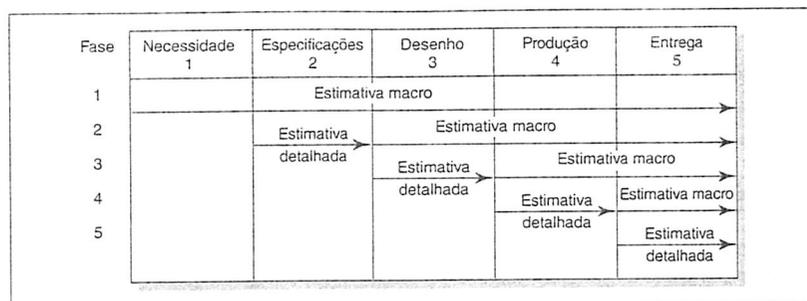
Como usar as estimativas? A estimativa por faixa de grupo dá ao gerente e ao cliente do projeto a oportunidade de avaliar a confiança associada ao tempo (e/ou custos) do projeto. Por exemplo, um empreiteiro responsável por construir um prédio de apartamentos de vários andares pode dizer ao proprietário que o projeto custará entre US\$ 3,5 e 4,1 milhões e levará de 6 a 9 meses para ser concluído. A abordagem ajuda a reduzir as surpresas à medida que o projeto progride. O método da estimativa por faixa também dá uma base para avaliar risco, gerenciar recursos e determinar o fundo de contingência do projeto (consulte o Capítulo 7 para uma discussão sobre fundos de contingência.) A estimativa por faixa é popular em projetos de software e novos produtos, em que os requisitos iniciais são confusos e não muito bem conhecidos. A estimativa por faixa de grupo é frequentemente usada com estimativa por fases, exposta a seguir.

Um híbrido: estimativa por fases

Esta abordagem se inicia com uma estimativa de cima para baixo e depois refina as estimativas pelas fases do projeto à medida que ele é implementado. Alguns projetos, por sua natureza, não podem ser definidos rigorosamente por causa da incerteza do design ou do produto final. Embora raros, eles realmente existem e costumam ser encontrados nas áreas aeroespacial, de TI, de novas tecnologias e de construção quando o design está incompleto. Neles, a estimativa por fase ou ciclo de vida é de uso mais frequente.

A **estimativa por fases** é aplicada quando um grau incomum de incerteza cerca um projeto, inviabilizando estimar tempo e custos para todo o seu conjunto. Estimativa por fases utiliza um sistema de duas estimativas ao longo da vida do projeto. Desenvolve-se uma estimativa detalhada para a fase imediata e elabora-se uma estimativa macro para as fases restantes. A Figura 5.3 ilustra as fases e a progressão das estimativas ao longo da vida do projeto.

FIGURA 5.3 Estimativa por fases ao longo do ciclo de vida do projeto



Por exemplo, quando a necessidade do projeto é determinada, faz-se uma estimativa macro do custo e da duração do projeto para possibilitar análises e decisões. Simultaneamente, é feita uma estimativa detalhada para derivar especificações do projeto e uma estimativa macro para o restante dele. À medida que o projeto progride e as especificações se solidificam, elabora-se uma estimativa detalhada de design e calcula-se uma estimativa macro para o restante do projeto. Claramente, à medida que o projeto progride por seu ciclo de vida e mais informações ficam disponíveis, a confiabilidade das estimativas deve melhorar. Consulte o “Caso Prático: Precisão da estimativa”.

Prefere-se estimativa por fases naqueles projetos em que o produto final não é conhecido e a incerteza é muito grande – como integração de celulares e computadores. O comprometimento com custo e cronograma é necessário apenas pela fase seguinte do projeto, evitando-se o comprometimento com cronogramas e custos futuros não realistas baseados em informações ruins. Esse método macro/micro progressivo dá uma base mais segura para empregar estimativas de cronograma e custo a fim de administrar o progresso durante a fase seguinte.

Infelizmente, o cliente (interno ou externo) quer uma estimativa precisa de cronograma e de custo no momento em que é tomada a decisão de implementar o projeto. Além disso, o cliente que está pagando pelo projeto normalmente considera a estimativa por fases um cheque em branco, pois os custos e cronogramas não são consistentes durante a maior parte do ciclo de vida do projeto. Muito embora os motivos da estimativa por fases sejam sólidos e legítimos, a maioria dos clientes tem de ser convencida sobre a sua legitimidade. Uma grande vantagem para o cliente é a oportunidade de modificar atributos, reavaliar ou mesmo cancelar o projeto a cada nova fase. Concluindo, a estimativa por fases é muito útil em projetos que possuem enormes incertezas a respeito da natureza final (forma, tamanho, atributos) do projeto.

Consulte a Figura 5.4 para um resumo das diferenças entre estimativas de cima para baixo e de baixo para cima.

Obter estimativas precisas é um desafio. Empresas comprometidas aceitam o desafio de arranjar estimativas significativas e investir pesadamente em desenvolver sua capacidade de fazê-lo. Estimativas precisas reduzem a incerteza e dão suporte à disciplina para administrar projetos com eficácia.

Nível de detalhe

O nível de detalhe é diverso para diferentes níveis de gerência. Em qualquer nível, o detalhe não deve ser maior do que o necessário. Os interesses da alta gerência normalmente se concentram no projeto total e nos principais eventos de marco que pontuam as grandes realizações – por exemplo, “Construir plataforma petrolífera no Mar do Norte” ou “Concluir protótipo”. A gerência média pode se concentrar em um segmento do projeto ou em um marco. Os interesses dos gerentes de primeira linha podem se limitar a uma tarefa ou pacote de trabalho. Uma das partes boas da EAP é a capacidade de agregar informações em rede, de modo que cada nível da gerência possa ter a informação necessária para tomar decisões.

CASO PRÁTICO Precisão da estimativa

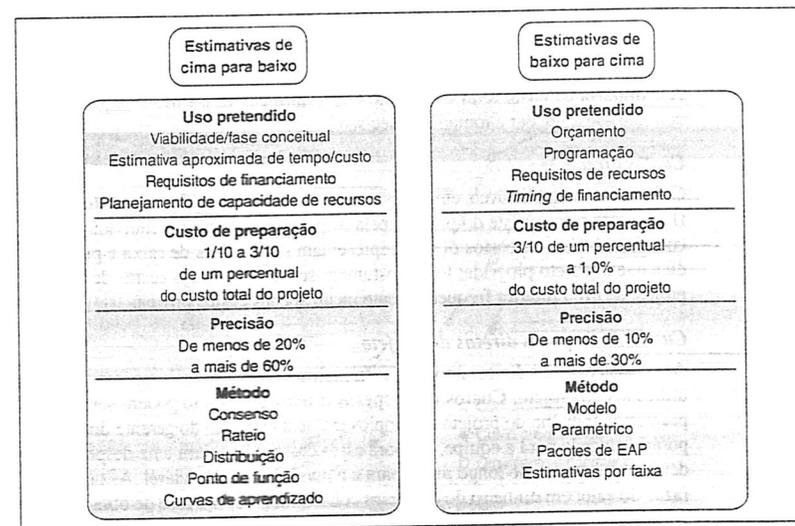
Quanto menor o elemento do pacote de trabalho, mais precisa a estimativa geral deverá ser. O grau da precisão varia com o tipo do projeto, fato refletido na tabela a seguir, desenvolvida para tanto. Por exemplo, projetos de tecnologia da informação que determinam suas estimativas de tempo e custo no estágio conceitual podem esperar que seus dados efetivos se equivoquem em até 200% acima das estimativas de custo e duração, e talvez até 30% abaixo delas. Inversamente, estimativas de construção, estradas, etc. feitas após a definição clara dos pacotes de trabalho têm um erro menor, ficando os custos e tempo efetivos 15% acima da estimativa e 5% abaixo dela. Embora essas estimativas variem por projeto, podem ser referência para as partes interessadas escolherem como serão derivadas as estimativas de tempo e custo do projeto.

Precisão da estimativa de tempo e de custo por tempo de projeto

	Obras	Tecnologia da informação
Estágio conceitual	+60% a -30%	+200% a -30%
Resultados práticos definidos	+30% a -15%	+100% a -15%
Pacotes de trabalho definidos	+15% a -5%	+50% a -5%

Fazer o nível de detalhe da EAP corresponder às necessidades da gerência para implementação eficaz é crucial, mas é difícil encontrar esse equilíbrio delicado. Consulte o “Caso Prático: Nível de detalhe – regra prática”. O nível de detalhe da EAP varia com a complexidade do projeto; a necessidade de controle; o tamanho, custo e duração do projeto; e outros fatores. Se a estrutura refletir detalhe excessivo, há a tendência de fragmentar o esforço de trabalho em incumbências departamentais, o que pode se configurar em uma barreira ao sucesso, uma vez que a ênfase será em resultados departamentais em vez de naqueles passíveis de entrega. Detalhe excessivo também significa mais papelada improdutiva. Observe que se o nível da EAP for aumentado em 1, o número de contas de custo pode aumentar geometricamente. Contudo, se o nível de detalhe não for adequado, uma unidade organizacional pode achar que a estrutura não dá conta de satisfazer suas necessidades. Felizmente, a EAP tem flexibilidade embutida. As unidades organizacionais participantes podem expandir sua porção da estrutura para satisfazer suas necessidades especiais. Por exemplo, o departamento de engenharia pode desejar esmiuçar mais seu trabalho em uma entrega, separando pacotes menores em elétrica, civil e mecânica. De forma similar, o departamento de marketing talvez deseje fragmentar sua promoção do produto novo em TV, rádio, periódicos e jornais.

FIGURA 5.4 Estimativa de cima para baixo e de baixo para cima



CASO PRÁTICO Nível de detalhe – regra prática

Gestores de projetos praticantes defendem que se mantenha o nível de detalhe em um mínimo. Mas há limites para essa sugestão. Um dos erros mais frequentes dos gerentes de projetos iniciantes é esquecer que a estimativa do tempo da tarefa será usada para controlar o desempenho de custo e cronograma. Uma regra prática frequente seguida por gerentes de projetos diz que a duração da tarefa não deve exceder 5 dias úteis ou ter, no máximo, 10, se essa for a unidade de tempo utilizada para o projeto. Tal regra provavelmente ensinará uma rede mais detalhada, mas o detalhe adicional compensa na hora de controlar o cronograma e o custo à medida que o projeto progride.

Suponha que a tarefa seja “criar protótipo de esteira transportadora controlada por computador”; a estimativa de tempo, 40 dias úteis; e o orçamento, US\$ 300 mil. Talvez seja melhor dividir a tarefa em sete ou oito tarefas menores para fins de controle. Se uma delas atrasar por um problema ou má estimativa de tempo, será possível aplicar uma medida corretiva rapidamente e evitar o atraso sucessivo de tarefas do projeto. Se for usada a tarefa única de 40 dias úteis, talvez as medidas cor-

retivas se inviabilizem até o dia 40, já que muitas pessoas tendem a “esperar para ver” ou não querem admitir que estão atrasadas nem transmitir notícias ruins; o resultado pode significar muito mais do que 5 dias de atraso no cronograma.

A regra prática dos cinco a 10 dias se aplica a metas de custo e de desempenho. Se seu uso resultar em muitas tarefas em rede, existe a alternativa de o tempo da atividade ser entendido além da regra dos cinco a 10 dias somente SE puderem ser estabelecidos pontos de verificação de monitoramento de controle para segmentos da tarefa, a fim de serem identificadas medidas de progresso claras em um percentual específico de conclusão.

Essas informações são preciosas para o processo de controle pela mensuração do desempenho de cronograma e custo – por exemplo, pagamentos de trabalho de empreitada são efetuados em termos de “porcentagem concluída”. Definir uma tarefa com pontos de início e fim e pontos intermediários claros e definíveis aumenta a chance de se detectar problemas precocemente, de medidas corretivas e de conclusão do projeto no prazo.

Tipos de custos

Assumindo-se que os pacotes de trabalho estão definidos, podem ser feitas estimativas detalhadas de custo. Eis tipos comuns de custos encontrados em um projeto:

1. Custos diretos
 - a. Mão de obra
 - b. Materiais
 - c. Equipamentos
 - d. Outros
2. Custos das despesas diretas do projeto
3. Custos das despesas gerais e administrativas (G&A)

A estimativa de custo total do projeto é discriminada dessa maneira para aguçar o processo de controle e aperfeiçoar a tomada de decisão.

Custos diretos

Claramente contabilizáveis em um pacote de trabalho específico, os custos diretos podem ser influenciados pelo gerente do projeto, pela respectiva equipe e por indivíduos implementando o pacote de trabalho. Os custos diretos representam saídas reais de caixa e precisam ser pagos à medida que o projeto progride; logo, costumam ser separados dos custos de despesas. O sumário de projeto de nível inferior frequentemente inclui apenas custos diretos.

Custos de despesas diretas do projeto

As taxas acessórias diretas apontam com mais pormenores quais recursos da empresa estão sendo utilizados no projeto. Custos de despesas diretos do projeto podem ser atrelados a entregas ou pacotes de trabalho do projeto. Exemplos incluem o salário do gerente do projeto e o espaço temporário alugado para a equipe. Embora esses custos não sejam uma despesa imediata, são reais e devem ser cobertos no longo prazo para a empresa se manter viável. As taxas geralmente são uma razão do valor em dinheiro dos recursos consumidos – como mão de obra direta, materiais e equipamentos. Por exemplo, uma taxa de encargos trabalhistas diretos de 20% acrescentaria um lança-

FIGURA 5.5
Custos resumidos
de proposta de
empreitada

Custos diretos	US\$ 80.000
Custos de despesas diretos	US\$ 20.000
Custos diretos totais	US\$ 100.000
Custos de despesas G&A (20%)	US\$ 20.000
Custos totais	US\$ 120.000
Lucro (20%)	US\$ 24.000
Total da proposta	US\$ 144.000

mento de custos de despesas diretas de 20% sobre a estimativa do custo direto de mão de obra. Uma taxa direta de 50% pelos materiais traria uma cobrança de 50% extras à estimativa de custo de material. Lançamentos seletivos de custos de despesas diretas proporcionam um custo mais acurado para o projeto (serviço ou pacote de trabalho), no lugar de um lançamento de custo acessório generalizado para todo o projeto.

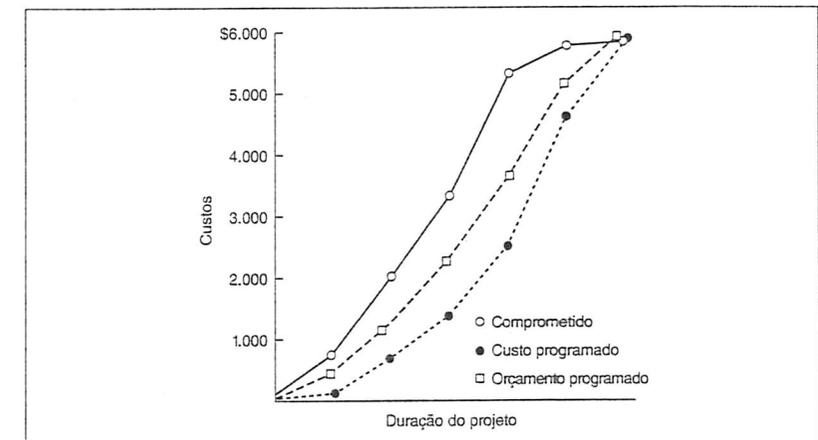
Custos de despesas gerais e administrativas (G&A)

Representam custos da empresa não ligados diretamente a um projeto específico. Incidem por toda a duração do projeto. Exemplos incluem custos organizacionais para todos os produtos e projetos, como publicidade, contabilidade e gerência sênior acima do nível do projeto. A alocação dos custos G&A varia entre as empresas. No entanto, eles costumam ser alocados como uma porcentagem do custo direto total, ou como uma porcentagem do total de um custo direto específico, como mão de obra, materiais ou equipamentos.

Dados os totais de custos diretos e de despesas para pacotes de trabalho específicos, é possível acumular os custos de qualquer entrega ou para o projeto inteiro. Se você é um contratado, pode-se acrescentar uma porcentagem do seu lucro. Um discriminativo de custos para uma oferta proposta é apresentado na Figura 5.5.

As percepções de custos e orçamentos variam, dependendo do usuário. O gerente do projeto precisa estar muito atento a essas diferenças ao montar o orçamento do projeto e comunicá-las para os outros. A Figura 5.6 ilustra essas diferentes percepções. O gerente do projeto pode comprometer custos meses antes de o recurso ser aproveitado. Essa informação é útil para o responsável pelo financeiro da empresa ao prever saídas de caixa futuras. O gerente do projeto está interessado em

FIGURA 5.6
Três visões
de custo



quando o custo orçado deverá ocorrer e quando o custo orçado é de fato lançado (gerado); as cronologias respectivas dessas duas cifras de custo são usadas para medir o cronograma do projeto e variações de custo.

Refinamento de estimativas

Como descrito no Capítulo 4, estimativas detalhadas de pacotes de trabalho são agregadas ou “acumuladas” por entrega para estimar o custo direto total do projeto. De forma semelhante, as durações estimadas são inseridas na rede de atividades do projeto para possibilitar a construção do cronograma e determinar a duração geral do projeto. A experiência nos diz que, para muitos projetos, as estimativas totais não se concretizam e que os custos e cronograma efetivos de alguns projetos excedem consideravelmente as estimativas baseadas nos pacotes de trabalho originais. Para compensar o problema dos custos e cronogramas efetivos que excedem as estimativas, alguns gerentes de projetos ajustam os custos totais com algum multiplicador (por exemplo, custos estimados totais $\times 1,20$).

A prática de ajustar as estimativas originais em 20% ou até 100% torna inevitável perguntar como, depois de se investirem tanto tempo e energia em estimativas detalhadas, os números podem estar tão distantes? Existem diversas razões para isso e a maioria remonta ao processo de estimativa e à incerteza inerente à previsão do futuro. Algumas dessas razões são discutidas a seguir.

- **Custos de interação estão ocultos nas estimativas.** De acordo com as diretrizes, a estimativa de cada tarefa deveria ser feita de forma independente. Porém, as tarefas quase nunca são concluídas no vácuo, independentemente. O trabalho em uma tarefa depende de tarefas anteriores, e as transições entre tarefas exigem tempo e atenção. Por exemplo, pessoas trabalhando em desenvolvimento de protótipos precisam interagir com engenheiros projetistas após concluído design, seja para simplesmente algum esclarecimento ou para ajustes no design original. De modo parecido, o tempo necessário para coordenar atividades não costuma ser refletido em estimativas independentes. Há coordenação, refletida em reuniões e briefings, assim como o tempo necessário para resolver desconexões entre tarefas. O tempo (e, portanto, custo) dedicado a administrar interações aumenta exponencialmente à medida que a quantidade de pessoas e de disciplinas diferentes envolvidas aumenta no projeto.
- **Condições normais não se aplicam.** Estimativas deveriam se basear em condições normais. Embora esse seja um bom ponto de partida, ele raramente se aplica na vida real. Isso é especialmente verdadeiro quando se trata da disponibilidade de recursos. A escassez de recursos, sejam humanos, de equipamentos ou de materiais, pode expandir as estimativas originais. Como no caso de, sob condições normais, em um projeto serem operadas quatro escavadeiras para limpar determinado terreno em cinco dias, mas a disponibilidade de apenas três escavadeiras estenderia a tarefa para 8 dias. Da mesma forma, a decisão de terceirizar certas tarefas pode aumentar os custos, assim como prolongar a duração das tarefas, uma vez que leva tempo até que as pessoas de fora se aclimatem às especificidades do projeto e à cultura organizacional da empresa.
- **Coisas dão errado em projetos.** Falhas de design são reveladas após o fato, condições meteorológicas severas ocorrem, acidentes acontecem, e assim por diante. Embora não se deva planejar que esses riscos aconteçam ao se estimar uma tarefa específica, a probabilidade e o impacto desses eventos devem ser considerados.
- **Mudanças no escopo e planos do projeto.** Enquanto o projeto avança, o gerente alcança melhor compreensão do que precisa ser feito para realizá-lo. Isso pode levar a grandes mudanças nos planos e custos do projeto. Da mesma forma, se for um projeto comercial, muitas vezes devem ser feitas mudanças no meio do caminho para responder a novas demandas do cliente e/ou concorrência. Escopos de projeto instáveis são uma grande fonte de excessos de custos. Ainda que devam ser compreendidos todos os esforços para fixar o escopo do projeto desde o início, está ficando cada vez mais difícil fazê-lo neste mundo de rápidas mudanças.
- **Otimismo excessivo.** Existem pesquisas significativas indicando que há uma tendência de as pessoas superestimarem a rapidez com que conseguem fazer as coisas e subestimarem quanto demorarão para concluir tarefas. Isso se aplica especialmente em cultura organizacionais em que o planejamento não é a norma. Consulte o “Destaque da pesquisa: Megaprojetos: um caso especial”.

DESTAQUE DE PESQUISA Megaprojetos: um caso especial

Os megaprojetos não têm ficha limpa quanto a estimativas de custo. Exemplos conhecidos de grandes excessos de custo incluem a Ópera de Sydney, o Túnel do Canal entre Inglaterra e França e o túnel-artéria de Boston, “Grande Escavação”. Em um estudo de projetos de infraestrutura aprovados pelo governo americano, Bent Flyvbjerg concluiu que os custos de pontes, túneis, estradas e ferrovias são subestimados em 33,8, 20,4 e 44,7%, respectivamente, em relação às estimativas iniciais de linha de base.¹

Flyvbjerg sugere: “[...] as autoridades não devem confiar nas estimativas de custo apresentadas por promotores de projeto cuja principal ambição é o projeto de seu favorecimento particular ou político. Essas estimativas tendem a ser excessivamente otimistas. Os defensores de um projeto sabem que custos altos reduzem as chances de financiamento”. O problema, então, é como atenuar essas influências nas nossas estimativas.

Uma possibilidade é utilizar uma “visão externa” baseada em resultados efetivos de projetos semelhantes concluídos no passado. Ela é chamada de **Previsão por Classe de Referência (RCF)** e usa a abordagem da pesquisa de Flyvbjerg.

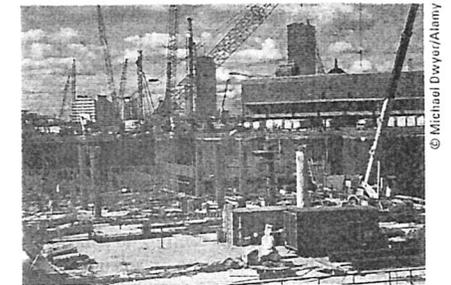
METODOLOGIA DE PREVISÃO POR CLASSE DE REFERÊNCIA

Em essência, seu método é simples e direto, envolvendo três grandes etapas:

1. **Selecione uma classe de referência de projetos semelhantes ao projeto potencial, por exemplo, navios de carga ou pontes.**
2. **Reúna e arranje os dados de resultados como uma distribuição.** Crie uma distribuição dos excessos de custo como porcentagem da estimativa original do projeto (para cima ou para baixo).
3. **Use os dados de distribuição para chegar a uma previsão realista.** Compare a estimativa de custo original do projeto com os projetos da classe de referência (por exemplo, pergunte ao defensor do projeto que evidências ele tem de que o projeto não seguirá aqueles da classe de referência.)

APLICAÇÃO

Os estudos seminais de Flyvbjerg serviram como impulso para o uso da Previsão por Classe de Referência. Por exemplo, o Ministério do Transporte e o Tesouro Real do Reino Unido empregam o método como parte da avaliação de grandes projetos de transporte sob sua jurisdição. A Associação Americana de Planejamento (APA) recomenda o método RCF e sugere com veemência que os planejadores nunca dependam exclusivamente de técnicas de previsão convencionais ao fazer previsões. A AACE Internacional (Associação para o Desenvolvimento



mento da Engenharia de Custos) recomenda o uso da RCF como validação de estimativas de custo. Previsão por classe de referência pode ser facilmente aplicada a projetos como eventos desportivos, pesquisa e desenvolvimento, sistemas de tecnologia da informação, usinas e represas, construção, arenas desportivas, cinema, exploração de energia, exploração espacial e muitas outras classes.²

BENEFÍCIOS

Os benefícios da previsão por classe de referência são instigantes:

- Dados empíricos externos atenuam o viés subjetivo.
- Forças políticas, estratégicas e promocionais têm dificuldades em ignorar as informações externas de previsão por classe de referência.
- Serve como uma checagem de realidade no financiamento de projetos grandes.
- Ajuda os executivos a evitarem otimismo infundado.
- Melhora a prestação de contas.
- Dá a base para fundos de contingência de projeto.

APLICAÇÃO FUTURA ALÉM DA INFRAESTRUTURA

Visto que os custos estouram em nove entre dez megaprojetos, as imprecisões têm de ser reduzidas para melhorar as chances de financiamento. O uso da Previsão por Classe de Referência está aumentando à medida que governos e organizações exigem que o método seja utilizado para harmonizar as estimativas dos defensores dos projetos e reduzir imprecisões.

¹Ver, por exemplo: Lovallo, D., and D. Kahneman, “Delusions of Success: How Optimism Undermines Executives’ Decisions,” *Harvard Business Review*, July 2003, pp. 56–63; Buehler, R., D. Griffen, and M. Ross, “Exploring the ‘Planning Fallacy’: Why People Underestimate Their Task Completion Times,” *Journal of Personality and Social Psychology*, 67 (3), pp. 366–381.

²Flyvbjerg, Bent, “From Nobel Prize to Project Management: Getting Risks Right,” *Project Management Journal*, August 2006, pp. 5–15.

- **Apresentação tendenciosa.** Há evidências crescentes no sentido de que os promotores de projetos subestimam os custos dos projetos e superestimam seus benefícios para obter aprovação. Parece ser particularmente o caso de projetos de obras públicas de grande porte, que têm o hábito notório de sair muito do orçamento (lembre-se da “Câmara Enfurecida”).

A realidade é que, para muitos projetos, nem todas as informações necessárias para fazer estimativas precisas estão disponíveis, sendo impossível prever o futuro. O desafio ainda é aumentado pela natureza humana e pelas dinâmicas políticas associadas à aprovação do projeto. O dilema é que, sem estimativas sólidas, a credibilidade do plano do projeto se desgasta, prazos perdem o sentido, orçamentos se flexibilizam e a prestação de contas torna-se problemática.

Desafios similares influenciam as estimativas definitivas de tempo e custo. Mesmo com os melhores esforços de estimativa, pode ser necessário revisar as estimativas com base em informações relevantes *antes* de estabelecer um cronograma e orçamento de linha de base.

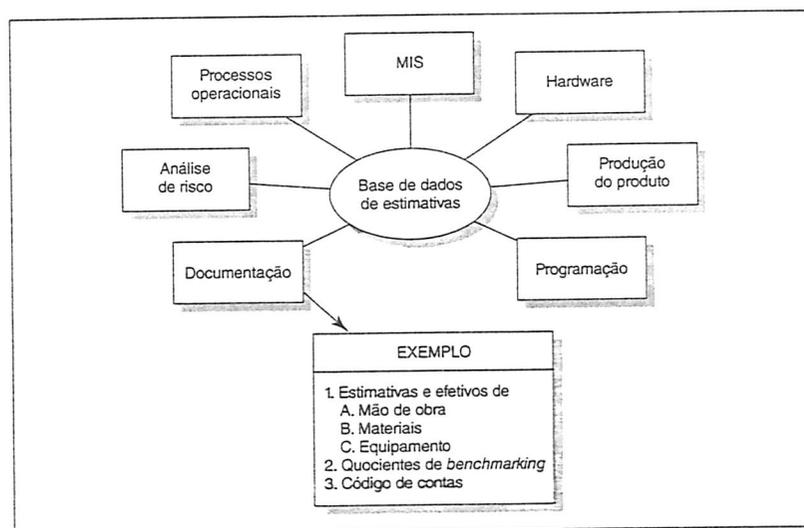
As empresas eficientes ajustam as estimativas de tarefas específicas depois que os riscos, recursos e especificidades da situação foram definidos mais claramente. Elas reconhecem que as estimativas acumuladas geradas a partir de uma estimativa detalhada baseada na EAP são apenas o ponto de partida. À medida que se impregnam mais do processo de planejamento do projeto, fazem as revisões cabíveis no tempo e no custo de atividades específicas. Elas fatoram a atribuição final de recursos no orçamento e cronograma do projeto. No caso de perceberem que há apenas três, e não quatro, escavadeiras à disposição para limpar um terreno, ajustam tanto o tempo quanto o custo da atividade. Corrigem as estimativas para contabilizar ações específicas a fim de atenuar riscos potenciais do projeto. Exemplificando, para reduzir as chances de erros de código de design, essas empresas acrescentariam ao cronograma e orçamento o custo de testadores independentes. Por fim, ajustam as estimativas para levar em conta condições anormais. Por exemplo, se amostras de solo revelam água subterrânea em excesso, revisam os custos e o tempo de fundação.

Sempre haverá alguns erros, omissões e ajustes que demandarão mudanças adicionais nas estimativas. Felizmente, todo projeto deve ter um sistema de gerenciamento de mudança em atividade para acomodar essas situações e os impactos na linha de base do projeto. Gerenciamento da mudança e fundos de contingência serão discutido mais adiante, no Capítulo 7.

Criação de uma base de dados de estimativa

O melhor jeito de aprimorar estimativas é coletar e arquivar dados estimados e efetivos de projetos anteriores. Guardar dados históricos (estimados e efetivos) proporciona uma base de conhecimento para melhorar a estimativa de tempo e de custo do projeto. A criação de uma base de dados é uma “boa prática” entre as empresas líderes em gerenciamento de projetos.

FIGURA 5.7
Modelos de base de dados de estimativa



Resumo

Algumas delas têm grandes departamentos de estimativa, com profissionais dedicados (por exemplo, Boeing, IBM), desenvolvendo grandes **bases de dados de tempo e custo**. Outras coletam esses dados pelo escritório de projeto. Essa abordagem de base de dados possibilita que o responsável pelas estimativas escolha na base de dados um item específico de pacote de trabalho para incluir. Então, ele faz os ajustes necessários no que tange a materiais, mão de obra e equipamentos. É claro, qualquer item que não conste na base de dados pode ser adicionado ao projeto – e, em última instância, à base de dados, se desejado. Novamente, a qualidade das estimativas da base de dados depende da experiência dos envolvidos, mas a qualidade dos dados deve melhorar com o tempo. Essas bases de dados estruturadas servem como *feedback* para os estimadores e como *benchmarks* de custo e tempo para cada projeto. Além disso, a comparação dos dados estimados e efetivos de diferentes projetos pode sugerir o grau de risco inerente às estimativas. Veja na Figura 5.7 a estrutura de uma base de dados semelhante às encontradas na prática.

Estimativas de tempo e de custo feitas com qualidade são o fundamento do controle do projeto. A experiência passada é o melhor ponto de partida para elas. A qualidade das estimativas é influenciada por outros fatores como pessoas, tecnologia e inatividades. O segredo para obter estimativas que representem tempos e custos médios realistas é contar com uma cultura organizacional que admita erros nas estimativas, sem acusações. Se os tempos representam tempo médio, deve-se esperar que 50% ficarão abaixo da estimativa e 50% a ultrapassarão. Trabalhar com equipes altamente motivadas pode ajudar a manter o tempo e os custos das tarefas próximos da média. Por esse motivo, é crucial fazer a equipe apoiar as estimativas de tempo e custo.

Aplicar estimativas de cima para baixo é bom para tomar decisões iniciais e estratégicas ou em situações em que os custos associados ao desenvolvimento de estimativas melhores têm pouco benefício. Entretanto, na maioria dos casos, a abordagem de baixo para cima é preferível e mais confiável porque avalia cada pacote de trabalho, em vez de todo o projeto, seção ou entrega. Estimar tempo e custos de cada pacote de trabalho facilita o desenvolvimento do cronograma do projeto e um orçamento em fases cronológicas, necessários para controlar o projeto na implementação. A aplicação das diretrizes de estimativa ajuda a eliminar muitos erros comuns cometidos por quem não está familiarizado com estimativa de tempo e de custo para controle de projetos. O estabelecimento de uma base de dados de estimativa de tempo e de custo se encaixa bem na filosofia da organização que aprende.

O nível de detalhe de tempo e de custo deve seguir o preceito: “não mais que o necessário e suficiente”. Os gerentes precisam se lembrar de diferenciar dispêndios comprometidos, custos efetivos e custos programados. É sabido que se empenhar desde cedo para definir claramente os objetivos, escopo e especificações do projeto melhora amplamente a precisão da estimativa de tempo e custo.

Por fim, como as estimativas são coletadas e como elas são utilizadas pode afetar sua utilidade no planejamento e controle. O clima da equipe e a cultura e a estrutura organizacionais podem influenciar fortemente a importância associada às estimativas de tempo e de custo e como elas são empregadas no gerenciamento de projetos.

Termos-chave

Bases de dados de tempo e custo, 125
Curva de aprendizado, 115
Custos de despesas, 120
Custos diretos, 120
Estimativa por faixa, 116
Estimativa por fases, 117
Estimativas de baixo para cima, 111
Estimativas de cima para baixo, 111

Método Delphi, 113
Métodos de quociente, 113
Métodos de modelo, 116
Pontos de função, 114
Previsão por Classe de Referência, 123
Prolongamento de estimativas, 108
Rateio, 113

Questões de revisão

1. Por que estimativas precisas são críticas para um gerenciamento de projetos eficaz?
2. Como a cultura organizacional de uma empresa influencia a qualidade das estimativas?
3. Quais as diferenças entre as abordagens de estimativa de baixo para cima e de cima para baixo? Em que condições você preferiria uma e não a outra?
4. Quais os principais tipos de custos? Quais custos são controláveis pelo gerente do projeto?

Exercícios

1. Calcule o custo direto da mão de obra de um membro da equipe do projeto usando os seguintes dados:
Taxa: US\$ 40/h
Horas necessárias: 80
Taxa de custos de despesas: 40%
2. A Sra. Tolstoy e o marido, Serge, estão planejando a casa dos sonhos. O terreno está no topo de um monte, com uma linda vista das Montanhas Apalaches. As plantas indicam que a casa terá 270 m² de área. O preço médio de um terreno e uma casa semelhantes é de R\$ 120/m². Felizmente, Serge é um encanador aposentado e acha que consegue poupar dinheiro instalando ele mesmo o encanamento. A Sra. Tolstoy acha que consegue dar conta da decoração de interiores.

As informações de custo médio a seguir foram dadas por um banco local que faz empréstimos a empreiteiros da região para os quais desembolsa pagamentos progressivos quando tarefas específicas são comprovadamente concluídas.

24%	Escavação e estrutura concluídas
8%	Telhado e lareia concluídos
3%	Fiação interna
6%	Encanamento interno
5%	Revestimento aplicado
17%	Janelas, isolamento, passarelas, gesso e garagem concluídos
9%	Aquecedor instalado
4%	Instalação hidráulica
10%	Pintura externa, instalação elétrica, acabamento de ferragens instalados
6%	Carpete e guarnições instalados
4%	Decoração interior
4%	Piso colocado

- a. Qual é o custo estimado da casa dos Tolstoy se utilizarem empreiteiros para concluir toda a obra?
 - b. Estime qual seria o custo da casa se os Tolstoy usassem os próprios talentos para fazer eles mesmos um pouco da casa.
3. A seguir, a EAP de um trabalho com o custo rateado por percentuais. Se o custo total do projeto é estimado em R\$ 600 mil, quais os custos estimados para as seguintes entregas?
 - a. Design?
 - b. Programação?
 - c. Teste *in-house*?

Quais fraquezas são aparentes nessa abordagem de estimativa?
 4. Projeto de Firewall XT. Usando o esquema de “ponderação por complexidade” do Exercício 5.3 e a tabela de ponto de função ponderado por complexidade, exibida a seguir, estime a contagem total de ponto de função. Assuma que os dados históricos sugerem que cinco pontos de função são iguais a uma pessoa por 1 mês e que seis pessoas podem trabalhar no projeto.

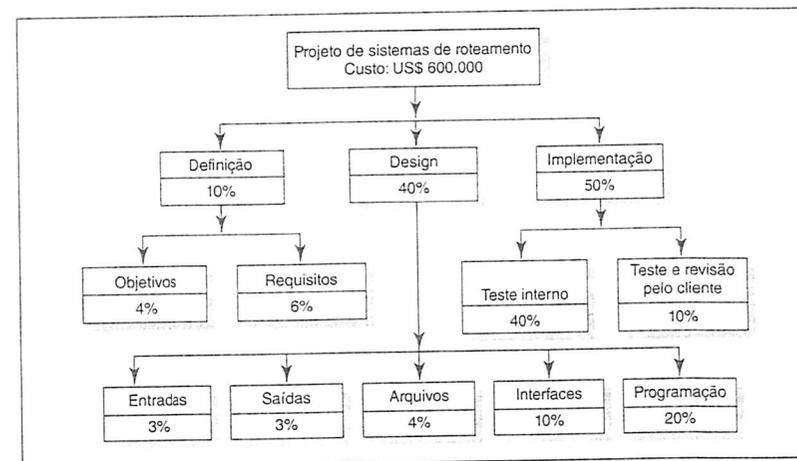
Tabela de ponderação por complexidade

Número de insumos	10	Complexidade classificada como baixa
Número de saídas	20	Complexidade classificada como média
Número de consultas	10	Complexidade classificada como média
Número de arquivos	30	Complexidade classificada como alta
Número de interfaces	50	Complexidade classificada como alta

- a. Qual a duração estimada do projeto?
- b. Se houver 20 pessoas disponíveis para o projeto, qual é a duração estimada dele?
- c. Se o projeto tiver que ser concluído em 6 meses, quantas pessoas serão necessárias?

EXERCÍCIO 5.3

Cifra da EAP



Referências

- Buehler, R., D. Griffen, and M. Ross. "Exploring the 'Planning Fallacy': Why People Underestimate Their Task Completion Times." *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 67 (3), pp. 366-381.
- Dalkey, N. C., D. L. Rourke, R. Lewis, and D. Snyder. *Studies in the Quality of Life: Delphi and Decision Making* (Lexington, MA: Lexington Books, 1972).
- Flyvbjerg, Bent. "From Nobel Prize to Project Management: Getting Risks Right." *Project Management Journal*, August 2006, pp. 5-15; Flyvbjerg, Bent, "Curbing Optimism Bias and Strategic Misrepresentation in Planning: Reference Class Forecasting in Practice." *European Planning Studies*, vol. 16, No. 1 (January 2008), pp. 3-21; and Flyvbjerg, Bent, N. Bruzelius, and W. Rothengatter, *Mega Projects and Risk: An Anatomy of Ambition* (Cambridge Press, 2003).
- Gray, N. S., "Secrets to Creating the Elusive 'Accurate Estimate.'" *PM Network*, 15 (8) August 2001, p. 56.
- Jeffery, R., G. C. Low, and M. Barnes, "A Comparison of Function Point Counting Techniques." *IEEE Transactions on Software Engineering*, 19 (5) 1993, pp. 529-32.
- Jones, C., *Applied Software Measurement* (New York: McGraw-Hill, 1991).
- Jones, C., *Estimating Software Costs* (New York: McGraw-Hill, 1998).
- Kharbanda, O. P., and J. K. Pinto, *What Made Gertie Gallop: Learning from Project Failures* (New York: Von Nostrand Reinhold, 1996).
- Lovall, D., and D. Kahneman, "Delusions of Success: How Optimism Undermines Executives' Decisions." *Harvard Business Review*, July 2003, pp. 56-63.
- Magne, E., K. Embjellenm, and P. Osmundsen, "Cost Estimation Overruns in the North Sea." *Project Management Journal* 34 (1) 2003, pp. 23-29.
- McLeod, G., and D. Smith, *Managing Information Technology Projects* (Cambridge, MA: Course Technology, 1996).

Mitosevic, D. Z., *Project Management ToolBox* (Upper Saddle River, NJ: John Wiley, 2003), p. 229.
 Pressman, R. S., *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 4th ed. (New York: McGraw-Hill, 1997).
 Symons, C. R., "Function Point Analysis: Difficulties and Improvements," *IEEE Transactions on Software Engineering*, 14 (1) 1988, pp. 2-11.

Caso Sharp Printing, AG

Três anos atrás, o grupo de planejamento estratégico da Sharp Printing (SP) estabeleceu como meta o lançamento de uma impressora colorida a laser por menos de US\$ 200, voltada para pequenas empresas e consumidores individuais. Alguns meses depois, a gerência sênior se reuniu fora da empresa para discutir o novo produto. Os resultados dessa reunião foram um conjunto de especificações técnicas gerais acompanhado de principais entregas, data de lançamento do produto e uma estimativa de custo com base na experiência prévia.

Pouco depois, realizou-se uma reunião de gerência média para explicar as metas do projeto, as principais responsabilidades, a data de início do projeto e a importância de se cumprir a data de lançamento do produto dentro da estimativa de custo. Membros de todos os departamentos envolvidos compareceram. A empolgação era grande. Embora todos considerassem altos os riscos, não conseguiam deixar de pensar nas recompensas prometidas para a empresa e para o pessoal. Alguns participantes questionaram a legitimidade das estimativas de duração e de custo do projeto. Outros estavam preocupados com a tecnologia necessária para produzir um produto de alta qualidade por menos de US\$ 200. Contudo, em vista da empolgação do momento, todos concordaram que o projeto valia a pena e era exequível. A impressora colorida a laser deveria ter a mais alta prioridade de projeto da empresa.

Com 15 anos de experiência em design e fabricação de impressoras, incluindo o gerenciamento bem-sucedido de diversos projetos relacionados a impressoras para mercados comerciais, Lauren foi selecionada como a gerente do projeto. Sendo uma das pessoas desconfortáveis com as estimativas de custo e tempo do projeto, Lauren achava que conseguir boas estimativas de baixo para cima sobre tempo e custo para as entregas era seu primeiro assunto. Rapidamente, fez uma reunião com as partes interessadas significativas para criar uma EAP identificando os pacotes de trabalho e a unidade organizacional responsável pela implementação deles. Lauren enfatizou que queria estimativas de tempo e de custo elaboradas por quem faria o trabalho ou por quem mais dominasse o assunto, se possível, e foi encorajado que houvesse mais de uma fonte. As estimativas deveriam ser entregues em duas semanas.

As estimativas compiladas foram colocadas na EAP/OBS. A de custo parecia estar errada, com US\$ 1,250 milhão acima daquela da gerência sênior; ou seja 20% acima! A estimativa de tempo vinda da rede desenvolvida pelo projeto estava apenas quatro meses acima daquela da alta gerência. Foi marcada outra reunião com as partes interessadas relevantes para verificar as estimativas e fazer brainstorming sobre as soluções alternativas; as estimativas de custo e tempo pareciam ser razoáveis. Algumas das sugestões para a sessão de brainstorming são:

- Mudar o escopo.
- Terceirizar design de tecnologia.
- Utilizar a matriz de prioridades (Capítulo 4) para fazer a alta gerência esclarecer suas prioridades.
- Fazer parceria com outra empresa ou criar um consórcio de pesquisa para dividir custos e compartilhar a tecnologia e os novos métodos de produção desenvolvidos.
- Cancelar o projeto.
- Encomendar um estudo de ponto de equilíbrio (*break-even*) para a impressora a laser.

Foi identificado muito pouco em termos de economias concretas, embora houvesse consenso de que o tempo poderia ser comprimido até a data de lançamento no mercado, mas a custos adicionais.

Lauren se reuniu com os gerentes de marketing (Connor), produção (Kim) e design (Gage), que trouxeram algumas ideias para corte de custos, mas nada de impacto grande significativo. Gage observou: "Eu não gostaria de estar na pele de quem dirá à alta gerência que a estimativa de custos deles está errada em US\$ 1,250 milhão! Boa sorte, Lauren".

1. Nesse ponto, o que você faria se fosse a gerente do projeto?
2. A alta gerência agiu corretamente ao desenvolver uma estimativa?
3. Quais técnicas de estimativa deveriam ser usadas em um projeto crítico para a missão como esse?

Caso Aventura de pós-graduação

Josh e Mike foram colegas de quarto no segundo ano de faculdade no MacAlister College, em St. Paul, Minnesota. A despeito de um início complicado, eles se tornaram ótimos amigos e estão planejando fazer juntos uma viagem de duas semanas para comemorar a formatura em junho. Josh nunca esteve na Europa e quer visitar a França e a Espanha. Mike passou um semestre fora em Aarhus, Dinamarca, e já viajou bastante pelo Norte da Europa. Apesar de nunca ter ido à França ou à Espanha, Mike quer ir a algum lugar mais exótico, como África do Sul ou Vietnã. Na semana passada, conversaram bastante sobre onde devem ir. Josh argumenta que será muito caro pegar um avião para a África do Sul ou o Vietnã, enquanto Mike rebate que será muito mais barato viajar dentro do Vietnã ou da África do Sul depois que chegarem lá. Ambos concordaram que não podem gastar mais de US\$ 3.500 cada na viagem, nem ficar fora mais de duas semanas.

Uma noite, quando estavam discutindo e tomando cerveja com amigos, Sara disse: "Por que vocês não aproveitam o que aprenderam na cadeira de gerenciamento de projetos para decidir o que fazer?". Josh e Mike se olharam e concordaram que aquilo era mais que sensato.

1. Imagine que você é Mike ou Josh; como procederia para tomar uma decisão utilizando metodologia de gerenciamento de projetos?
2. Olhando apenas para custo, que decisão você tomaria?
3. Depois do custo, quais outros fatores deveriam ser considerados antes de tomar uma decisão?

Apêndice 5.1 Curvas de aprendizado de estimativa

Uma estimativa do tempo necessário para cumprir um pacote de trabalho ou tarefa é uma necessidade básica para programar o projeto. Em alguns casos, o gerente simplesmente usa seu julgamento e a experiência passada para estimar o tempo do pacote ou, então, usa registros históricos de tarefas similares.

A maioria dos gerentes e dos trabalhadores sabe intuitivamente que com a repetição se dá uma melhoria no tempo necessário para realizar uma tarefa ou grupo de tarefas. Um trabalhador consegue executar uma tarefa melhor/mais rápido na segunda vez e a cada vez que a executa (não havendo mudança tecnológica). É esse padrão de melhoria que é importante para o gerente ou programador do projeto.

Essa melhoria advinda da repetição geralmente resulta em uma redução das horas de mão de obra para a realização de tarefas e em custos menores para o projeto. Partindo de evidências empíricas de todas as indústrias, o padrão dessa melhoria foi quantificado na *curva de aprendizado* (também chamada de curva de melhoria, curva de experiência e curva de progresso industrial), descrita pela seguinte relação:

Sempre que a quantidade de saída duplica, as horas de mão de obra unitária são reduzidas a uma taxa constante.
 Por exemplo, imagine que um fabricante possui um novo contrato para 16 unidades de protótipo, tendo sido necessárias 800 horas de mão de obra para a primeira unidade. A experiência passada indicou que, em tipos semelhantes de unidades, a taxa de melhoria era de 80%. Essa relação de melhoria de horas de mão de obra é mostrada assim:

Unidade	Horas de mão de obra
1	800
2	$800 \times 0,80 =$ 640
4	$640 \times 0,80 =$ 512
8	$512 \times 0,80 =$ 410
16	$410 \times 0,80 =$ 328

Usando os valores unitários da Tabela A.5.1, podem-se determinar as horas de mão de obra por unidade similar. Cruzando o nível de 16 unidades com a coluna de 80%, obtém-se um quociente de 0,4096 que, multiplicando pelas horas de mão de obra da primeira unidade, resulta no valor unitário de:

$$0,4096 \times 800 \times 328 \text{ horas, ou } 327,68$$

Em outras palavras, a 16ª unidade deve exigir cerca de 328 horas de mão de obra, assumindo-se um quociente de melhoria de 80%.

TABELA A5.1
Valores unitários
de curvas de
aprendizado

Unidades	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
2	0,6000	0,6500	0,7000	0,7500	0,8000	0,8500	0,9000	0,9500
3	0,4450	0,5052	0,5682	0,6338	0,7021	0,7729	0,8462	0,9219
4	0,3600	0,4225	0,4900	0,5625	0,6400	0,7225	0,8100	0,9025
5	0,3054	0,3678	0,4368	0,5127	0,5956	0,6857	0,7830	0,8877
6	0,2670	0,3284	0,3977	0,4754	0,5617	0,6570	0,7616	0,8758
7	0,2383	0,2984	0,3674	0,4459	0,5345	0,6337	0,7439	0,8659
8	0,2160	0,2746	0,3430	0,4219	0,5120	0,6141	0,7290	0,8574
9	0,1980	0,2552	0,3228	0,4017	0,4930	0,5974	0,7161	0,8499
10	0,1832	0,2391	0,3058	0,3846	0,4765	0,5828	0,7047	0,8433
12	0,1602	0,2135	0,2784	0,3565	0,4493	0,5584	0,6854	0,8320
14	0,1430	0,1940	0,2572	0,3344	0,4276	0,5386	0,6696	0,8226
16	0,1296	0,1785	0,2401	0,3164	0,4096	0,5220	0,6561	0,8145
18	0,1188	0,1659	0,2260	0,3013	0,3944	0,5078	0,6445	0,8074
20	0,1099	0,1554	0,2141	0,2884	0,3812	0,4954	0,6342	0,8012
22	0,1025	0,1465	0,2038	0,2772	0,3697	0,4844	0,6251	0,7955
24	0,0961	0,1387	0,1949	0,2674	0,3595	0,4747	0,6169	0,7904
25	0,0933	0,1353	0,1908	0,2629	0,3548	0,4701	0,6131	0,7880
30	0,0815	0,1208	0,1737	0,2437	0,3346	0,4505	0,5963	0,7775
35	0,0728	0,1097	0,1605	0,2286	0,3184	0,4345	0,5825	0,7687
40	0,0660	0,1010	0,1498	0,2163	0,3050	0,4211	0,5708	0,7611
45	0,0605	0,0939	0,1410	0,2060	0,2936	0,4096	0,5607	0,7545
50	0,0560	0,0879	0,1336	0,1972	0,2838	0,3996	0,5518	0,7486
60	0,0489	0,0785	0,1216	0,1828	0,2676	0,3829	0,5367	0,7386
70	0,0437	0,0713	0,1123	0,1715	0,2547	0,3693	0,5243	0,7302
80	0,0396	0,0657	0,1049	0,1622	0,2440	0,3579	0,5137	0,7231
90	0,0363	0,0610	0,0987	0,1545	0,2349	0,3482	0,5046	0,7168
100	0,0336	0,0572	0,0935	0,1479	0,2271	0,3397	0,4966	0,7112
120	0,0294	0,0510	0,0851	0,1371	0,2141	0,3255	0,4830	0,7017
140	0,0262	0,0464	0,0786	0,1287	0,2038	0,3139	0,4718	0,6937
160	0,0237	0,0427	0,0734	0,1217	0,1952	0,3042	0,4623	0,6869
180	0,0218	0,0397	0,0691	0,1159	0,1879	0,2959	0,4541	0,6809
200	0,0201	0,0371	0,0655	0,1109	0,1816	0,2887	0,4469	0,6757
250	0,0171	0,0323	0,0584	0,1011	0,1691	0,2740	0,4320	0,6646
300	0,0149	0,0289	0,0531	0,0937	0,1594	0,2625	0,4202	0,6557
350	0,0133	0,0262	0,0491	0,0879	0,1517	0,2532	0,4105	0,6482
400	0,0121	0,0241	0,0458	0,0832	0,1453	0,2454	0,4022	0,6419
450	0,0111	0,0224	0,0431	0,0792	0,1399	0,2387	0,3951	0,6363
500	0,0103	0,0210	0,0408	0,0758	0,1352	0,2329	0,3888	0,6314
600	0,0090	0,0188	0,0372	0,0703	0,1275	0,2232	0,3782	0,6229
700	0,0080	0,0171	0,0344	0,0659	0,1214	0,2152	0,3694	0,6158
800	0,0073	0,0157	0,0321	0,0624	0,1163	0,2086	0,3620	0,6098
900	0,0067	0,0146	0,0302	0,0594	0,1119	0,2029	0,3556	0,6045
1.000	0,0062	0,0137	0,0286	0,0569	0,1082	0,1980	0,3499	0,5998
1.200	0,0054	0,0122	0,0260	0,0527	0,1020	0,1897	0,3404	0,5918
1.400	0,0048	0,0111	0,0240	0,0495	0,0971	0,1830	0,3325	0,5850
1.600	0,0044	0,0102	0,0225	0,0468	0,0930	0,1773	0,3258	0,5793
1.800	0,0040	0,0095	0,0211	0,0446	0,0895	0,1725	0,3200	0,5743
2.000	0,0037	0,0089	0,0200	0,0427	0,0866	0,1683	0,3149	0,5698
2.500	0,0031	0,0077	0,0178	0,0389	0,0806	0,1597	0,3044	0,5605
3.000	0,0027	0,0069	0,0162	0,0360	0,0760	0,1530	0,2961	0,5530

Obviamente, o gerente do projeto pode precisar de mais de um valor unitário para estimar o tempo de alguns pacotes de trabalho. Os valores cumulativos da Tabela A5.2 fornecem fatores para calcular as horas cumulativas de mão de obra total de todas as unidades. No exemplo anterior, para as 16 primeiras unidades, o total de horas de mão de obra seria:

$$800 \times 8,920 = 7.136 \text{ horas}$$

Dividindo o total acumulado de horas (7.136) pelas unidades, a média de horas de mão de obra por unidade pode ser obtida:

$$7.136 \text{ horas de mão de obra}/16 \text{ unidades} = 446 \text{ horas médias de mão de obra por unidade}$$

Note como as horas de mão de obra para a 16ª unidade (328) são diferentes da média para todas as 16 unidades (446). O gerente do projeto, conhecendo os custos médios de mão de obra e de processamento, poderia estimar os custos totais dos protótipos (a derivação matemática dos fatores constantes nas Tabelas A5.1 e A5.2 pode ser encontrada em Jelen, F. C., and J. H. Black, *Cost and Optimization Engineering*, 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1983).

EXEMPLO DE CONTRATO

Imagine que o gerente do projeto obtém um pedido adicional de 74 unidades, como ele deveria estimar as horas e o custo de mão de obra? Indo à Tabela A5.2 acumulada, encontramos na intersecção entre quociente de 80% e 90 unidades totais uma razão de 30,35.

$800 \times 30,35 =$	24.280 horas de mão de obra para 90 unidades
Menos as 16 unidades anteriores =	<u>7.136</u>
Total do pedido adicional =	17.144 horas de mão de obra
17.144/74 é igual a 232 horas médias de mão de obra por unidade	

As horas de mão de obra para a 90ª unidade podem ser obtidas na Tabela A5.1: $0,2349 \times 800 = 187,9$ horas de mão de obra (para razões entre os valores dados, simplesmente estime).

Exercício A5.1

**Empresa Norueguesa de Desenvolvimento de Satélites
(Norwegian Satellite Development Company-NSDC)
Estimativas de custo para o
Projeto de Central Telefônica Mundial por Satélite**

A NSDC tem um contrato para produzir oito satélites de apoio a um sistema telefônico mundial (para a Alaska Telecom, Inc.) que permite que as pessoas usem um único telefone celular em qualquer lugar da Terra, fazendo ou recebendo ligações. A NSDC desenvolverá e produzirá as oito unidades. Ela estimou que os custos de P&D serão de NOK 12 milhões (coroas norueguesas). Espera-se que os custos com material sejam de NOK 6 milhões. Eles estimaram que o design e a produção do primeiro satélite exigirão 100 mil horas de mão de obra, e espera-se uma curva de aprendizado de 80%. O custo da mão de obra qualificada é de NOK 300/h. O lucro desejado em todos os projetos é de 25% dos custos totais.

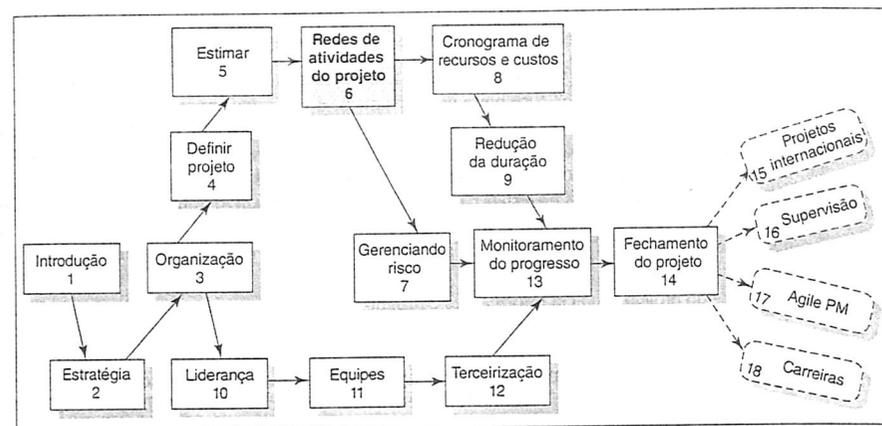
- Quantas horas de mão de obra o oitavo satélite demandará?
- Quantas horas de mão de obra são necessárias para todo o projeto de oito satélites?
- Que preço você pediria pelo projeto? Por quê?
- No meio do projeto, o pessoal de design e produção se dá conta de que uma curva de melhoria de 75% é mais correta. Que efeito isso tem no projeto?
- Perto do fim do projeto, a Deutsch Telefon AG solicitou uma estimativa de custo para quatro satélites idênticos àqueles que você já produziu. Que preço você orçará para eles? Justifique seu preço.

TABELA A5.2
Valores
cumulativos
de curvas de
aprendizado

Unidades	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	1,600	1,650	1,700	1,750	1,800	1,850	1,900	1,950
3	2,045	2,155	2,268	2,384	2,502	2,623	2,746	2,872
4	2,405	2,578	2,758	2,946	3,142	3,345	3,556	3,774
5	2,710	2,946	3,195	3,459	3,738	4,031	4,339	4,662
6	2,977	3,274	3,593	3,934	4,299	4,688	5,101	5,538
7	3,216	3,572	3,960	4,380	4,834	5,322	5,845	6,404
8	3,432	3,847	4,303	4,802	5,346	5,936	6,574	7,261
9	3,630	4,102	4,626	5,204	5,839	6,533	7,290	8,111
10	3,813	4,341	4,931	5,589	6,315	7,116	7,994	8,955
12	4,144	4,780	5,501	6,315	7,227	8,244	9,374	10,62
14	4,438	5,177	6,026	6,994	8,092	9,331	10,72	12,27
16	4,704	5,541	6,514	7,635	8,920	10,38	12,04	13,91
18	4,946	5,879	6,972	8,245	9,716	11,41	13,33	15,52
20	5,171	6,195	7,407	8,828	10,48	12,40	14,64	17,13
22	5,379	6,492	7,819	9,388	11,23	13,38	15,86	18,72
24	5,574	6,773	8,213	9,928	11,95	14,33	17,10	20,31
25	5,668	6,909	8,404	10,19	12,31	14,80	17,71	21,10
30	6,097	7,540	9,305	11,45	14,02	17,09	20,73	25,00
35	6,478	8,109	10,13	12,72	15,64	19,29	23,67	28,86
40	6,821	8,631	10,90	13,72	17,19	21,43	26,54	32,68
45	7,134	9,114	11,62	14,77	18,68	23,50	29,37	36,47
50	7,422	9,565	12,31	15,78	20,12	25,51	32,14	40,22
60	7,941	10,39	13,57	17,67	22,87	29,41	37,57	47,65
70	8,401	11,13	14,74	19,43	25,47	33,17	42,87	54,99
80	8,814	11,82	15,82	21,09	27,96	36,80	48,05	62,25
90	9,191	12,45	16,83	22,67	30,35	40,32	53,14	69,45
100	9,539	13,03	17,79	24,18	32,65	43,75	58,14	76,59
120	10,16	14,16	19,57	27,02	37,05	50,39	67,93	90,71
140	10,72	15,08	21,20	29,67	41,22	56,78	77,46	104,7
160	11,21	15,97	22,72	32,17	45,20	62,95	86,80	118,5
180	11,67	16,79	24,14	34,54	49,03	68,95	95,96	132,1
200	12,09	17,55	25,48	36,80	52,72	74,79	105,0	145,7
250	13,01	19,28	28,56	42,08	61,47	88,83	126,9	179,2
300	13,81	20,81	31,34	46,94	69,66	102,2	148,2	212,2
350	14,51	22,18	33,89	51,48	77,43	115,1	169,0	244,8
400	15,14	23,44	36,26	55,75	84,85	127,6	189,3	277,0
450	15,72	24,60	38,48	59,80	91,97	139,7	209,2	309,0
500	16,26	25,68	40,58	63,68	98,85	151,5	228,8	340,6
600	17,21	27,67	44,47	70,97	112,0	174,2	267,1	403,3
700	18,06	29,45	48,04	77,77	124,4	196,1	304,5	465,3
800	18,82	31,09	51,36	84,18	136,3	217,3	341,0	526,5
900	19,51	32,60	54,46	90,26	147,7	237,9	376,9	587,2
1.000	20,15	34,01	57,40	96,07	158,7	257,9	412,2	647,4
1.200	21,30	36,59	62,85	107,0	179,7	296,6	481,2	766,6
1.400	22,32	38,92	67,85	117,2	199,6	333,9	548,4	884,2
1.600	23,23	41,04	72,49	126,8	218,6	369,9	614,2	1001
1.800	24,06	43,00	76,85	135,9	236,8	404,9	678,8	1116
2.000	24,83	44,84	80,96	144,7	254,4	438,9	742,3	1230
2.500	26,53	48,97	90,39	165,0	296,1	520,8	897,0	1513
3.000	27,99	52,62	98,90	183,7	335,2	598,9	1047	1791

CAPÍTULO SEIS

Desenvolvimento do plano do projeto



Desenvolvimento do plano do projeto
 Desenvolvimento da rede de atividades do projeto
 Do pacote de trabalho para a rede
 Construção da rede do projeto
 Fundamentos de atividade em nó (AON)
 Processo de cálculo da rede
 Uso das informações de caminho de ida e volta
 Nível de detalhe das atividades
 Considerações práticas
 Ampliando as técnicas de rede para chegar mais perto da realidade
 Resumo

*Eu tenho em meus serviços seis homens honestos (que me ensinaram tudo o que sei);
seu nomes são O Que, Por Que, Quando, Como, Onde e Quem.*

Rudyard Kipling

Desenvolvimento da rede de atividades do projeto

A rede do projeto é a ferramenta utilizada para planejar, programar e monitorar o progresso do projeto. Desenvolvida a partir das informações coletadas para a EAP, tem a forma de um fluxograma gráfico no plano de serviço do projeto e retrata as atividades do projeto que precisam ser concluídas, as sequências lógicas, as interdependências das atividades a serem concluídas e, na maioria dos casos, os tempos de início e fim das atividades, juntamente com os caminhos mais longos da rede – o *caminho crítico*. A rede é o molde do sistema de informações do projeto que será usado pelos respectivos gerentes para tomar decisões a respeito de tempo, custo e desempenho do projeto.

O desenvolvimento de redes de projeto toma tempo, portanto, custa dinheiro! Será que as redes realmente valem o empenho? A resposta definitivamente é sim, salvo em casos em que o projeto é considerado banal ou de duração muito curta.¹ A rede é facilmente compreendida pelos outros porque apresenta uma exibição gráfica do fluxo e sequência de trabalho no projeto. Uma vez desenvolvida, é muito fácil modificá-la quando ocorrem eventos inesperados à medida que o projeto progride. Por exemplo, se os materiais para uma atividade se atrasam, o impacto pode ser avaliado com rapidez, revisando-se todo o projeto em apenas alguns minutos no computador. Essas revisões podem ser comunicadas de forma célere a todos os participantes do projeto (por exemplo, via e-mail ou site do projeto).

A rede do projeto propicia informações e insights valiosos. Ela proporciona a base para a programação da mão de obra e dos equipamentos. Otimiza a comunicação que une todos os gerentes e grupos para cumprir os objetivos de tempo, custo e desempenho do projeto. Fornece uma estimativa da duração do projeto, em vez de escolher uma data de conclusão do projeto a esmo ou a data preferida por alguém. A rede informa o tempo em que as atividades podem iniciar e terminar e em quanto podem ser atrasadas. Ela dá a base para orçar o fluxo de caixa do projeto. Identifica quais atividades são “críticas” e, portanto, não devem ser atrasadas para que o projeto seja concluído conforme o planejado. Sublinha quais atividades devem ser consideradas caso o projeto precise ser comprimido para cumprir um prazo.

Existem outras razões para que as redes de projeto valham peso de ouro. Basicamente, elas minimizam as surpresas, divulgando o plano desde cedo e possibilitando *feedback* colaborativo. Uma afirmação que se ouve muito é que a rede do projeto representa três quartos do processo de planejamento. Talvez isso seja um exagero, mas assinala a importância percebida da rede por parte dos gerentes de projetos no negócio.

Do pacote de trabalho para a rede

Desenvolvida a partir da EAP, a rede do projeto é um diagrama de fluxo visual da sequência, inter-relações e dependências de todas as atividades que devem ser realizadas para concluir o projeto. *Uma atividade é um elemento do projeto que consome tempo, por exemplo, trabalho ou espera.* Os pacotes de trabalho da EAP são usados para criar as atividades constantes na rede do projeto. Uma atividade pode incluir um ou mais pacotes de trabalho. As atividades são postas em uma

sequência que garante a conclusão correta do projeto. As redes são criadas usando-se nós (caixas) e setas (linhas).

A integração dos pacotes de trabalho e da rede representa um ponto em que o processo gerencial costuma falhar na prática. As principais explicações para esse fracasso são que (1) grupos (pessoas) diferentes se envolvem na definição dos pacotes de trabalho e das atividades e (2) a EAP é mal construída, não sendo orientada a entregas/saídas. A integração da EAP com a rede do projeto é crucial para um gerenciamento de projeto efetivo. O gerente do projeto precisa tomar cuidado para garantir continuidade, garantindo que algumas das pessoas que definiram a EAP e os pacotes de trabalho também desenvolvam as atividades da rede.

As redes fornecem o cronograma do projeto ao identificar dependências, sequenciamento e cronologia das atividades, o que não é incumbência da EAP. As principais entradas para desenvolver um plano de rede do projeto são pacotes de trabalho. Recorde que um pacote de trabalho é definido independentemente dos demais pacotes, tem pontos definidos de início e fim, demanda recursos específicos, inclui especificações técnicas e apresenta estimativas de custo para o pacote. No entanto, a dependência, o sequenciamento e a cronologia de cada um desses fatores não estão incluídos no pacote de trabalho. Uma atividade da rede pode incluir um ou mais pacotes de trabalho.

A Figura 6.1 apresenta um segmento do exemplo de EAP e como a informação é utilizada para desenvolver uma rede de projeto. A entrega de menor nível na Figura 6.1 é “placa de circuito”. As contas de custo (design, produção, teste, software) denotam o trabalho de projeto, a unidade organizacional responsável e os orçamentos em fases cronológicas para os pacotes de trabalho. Cada conta de custo representa um ou mais pacotes de trabalho. Por exemplo, a conta de custo de design tem dois pacotes de trabalho (D-1-1 e D-1-2) – especificações e documentação. As contas de software e produção também têm dois pacotes de trabalho. O desenvolvimento de uma rede exige que se sequenciem as tarefas de todos os pacotes de trabalho que reúnem trabalho mensurável.

A Figura 6.1 mostra como os pacotes de trabalho são usados para desenvolver uma rede de atividades. É possível utilizá-los pelo esquema de códigos. Por exemplo, a atividade A usa os pacotes de trabalho D-1-1 e D-1-2 (especificações e documentação), enquanto a atividade C usa o pacote de trabalho S-22-1. A metodologia de selecionar pacotes de trabalho para descrever atividades é usada para desenvolver a rede do projeto, que sequencia e faz a cronologia das atividades do projeto. Deve-se tomar cuidado para incluir todos os pacotes de trabalho. *O gerente deriva estimativas de tempo de atividade a partir do tempo de tarefas do pacote de trabalho.* Por exemplo, a atividade B (protótipo 1) exige 5 semanas para ser concluída; a atividade K (teste) exige 3. Após calcular os tempos (datas) mais cedo e mais tarde, o gerente pode programar recursos e orçamentos em fases cronológicas (com datas).

Construção da rede do projeto

Terminologia

Todo ramo de negócio tem seu jargão que permite que os colegas se comuniquem com segurança sobre as técnicas que usa. Os gerentes de projetos não são exceção. Eis alguns termos usados na criação de redes de projeto:

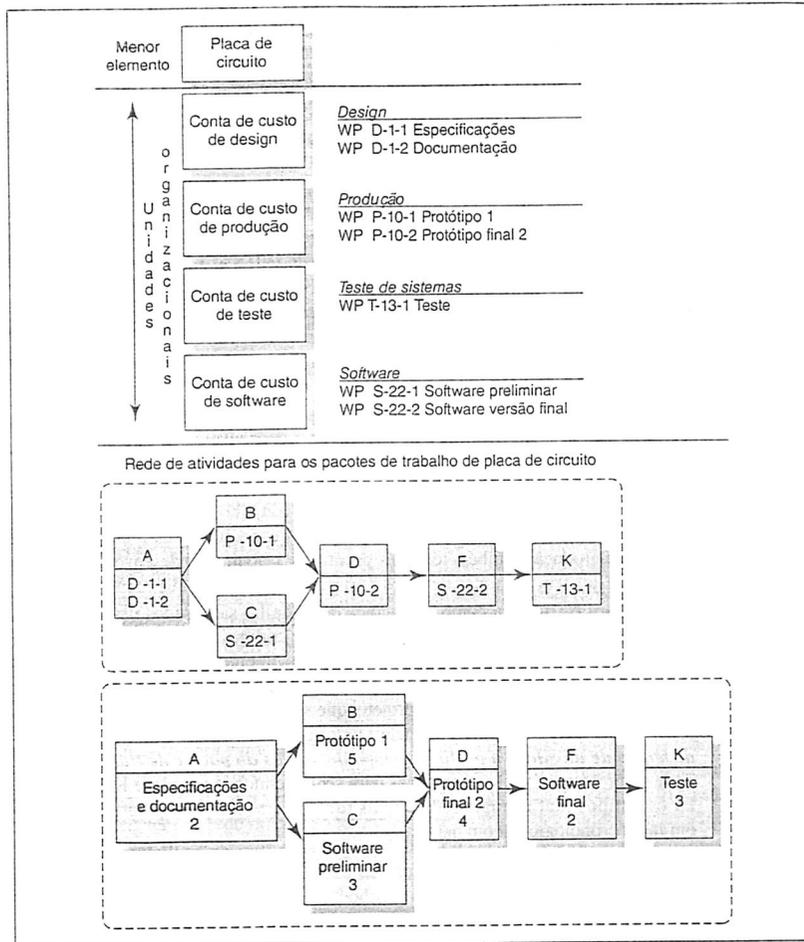
Atividade. Para gerentes de projetos, uma *atividade* é um elemento do projeto que exige tempo. Pode ou não exigir recursos. Em geral, uma atividade consome tempo – seja com as pessoas trabalhando ou com as pessoas esperando. Por exemplo, pessoas esperando para que contratos sejam assinados ou materiais cheguem, aprovação de medicamentos pelo governo, liberação de orçamento etc. As atividades costumam representar uma ou mais tarefas de um pacote de trabalho. As descrições das atividades devem usar um formato verbo/substantivo, como em “desenvolver especificações do produto”.

Atividade intercalada. Tem mais de uma atividade imediatamente precedente (mais de uma seta de dependência levando até ela).

Atividades paralelas. Podem ocorrer ao mesmo tempo, se o gerente desejar. Entretanto, ele pode escolher que as atividades paralelas *não* ocorram simultaneamente.

¹ Esse processo pode ser esclarecido e melhorado por meio de uma matriz de responsabilidade simples (ver Capítulo 3).

FIGURA 6.1
EAP/Pacotes
de trabalho
para a rede



Caminho. Uma seqüência de atividades conectadas e dependentes.

Caminho crítico. Aquela(s) caminho(s) com a duração mais longa em toda a rede; se uma atividade no caminho é atrasada, o projeto é atrasado na mesma quantidade de tempo.

Atividade de desdobramento. Tem mais de uma atividade imediatamente seguinte (mais de uma seta de dependência saindo dela).

Regras básicas ao desenvolver redes de projeto

As oito regras seguintes se aplicam, em geral, quando se desenvolve uma rede de projeto:

1. As redes geralmente fluem da esquerda para a direita.
2. Uma atividade não pode começar até que todas as atividades precedentes conectadas tenham sido concluídas.
3. Setas em redes indicam precedência e fluxo e podem se cruzar.
4. Cada atividade deve ter um número de identificação exclusivo.

5. O número de identificação da atividade precisa ser maior do que o das atividades que a precedem.
6. Não são permitidas voltas (em outras palavras, não pode ocorrer a reciclagem de um conjunto de atividades).
7. Não são permitidas afirmações condicionais (isto é, o seguinte tipo de afirmação não deve existir: "Se bem-sucedido, faça algo; senão, não faça nada").
8. A experiência sugere que quando há múltiplos incícios, pode ser usado um nó de início comum para indicar um começo claro para o projeto na rede. Da mesma forma, pode-se usar um único nó de fim de projeto para indicar um término claro.

Leia o "Caso Prático: A abordagem do adesivo amarelo" e veja como essas regras são usadas para criar redes de projeto.

CASO PRÁTICO A abordagem do adesivo amarelo (para criar uma rede de projeto)

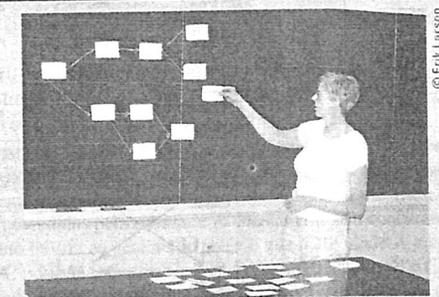
Na prática, é comum que se criem redes de projetos pequenos (de 25 a 100 atividades) por meio de adesivos amarelos Post-it®. Os requisitos e processo de reunião da equipe do projeto são descritos aqui.

Seguem os requisitos de determinado projeto:

1. Membros da equipe do projeto e um facilitador.
2. Um lembrete adesivo (7 × 10 cm ou maior) para cada atividade, com a descrição da atividade impressa.
3. Quadro branco apagável e pincel atômico (pode-se usar um pedaço de papel pardo, comprimido e com 1,20 m de largura, no lugar do quadro branco).

Todos os adesivos amarelos são colocados à vista da equipe toda que começa identificando aqueles das atividades que não possuem predecessores. Então, cada um desses adesivos é preso no quadro branco. Desenha-se um nó de início e conecta-se uma seta de dependência em cada atividade.

Dadas as atividades iniciais do começo da rede, cada uma é examinada quanto às sucessoras imediatas. Elas são postas no quadro branco, acompanhadas das setas de dependência. O processo segue até que todos os adesivos amarelos estejam presos no quadro branco, com setas de dependência (observação: o processo pode ser revertido, começando com as atividades que não têm sucessoras e conectando-as a um nó final do projeto; selecionam-se as atividades predecessoras



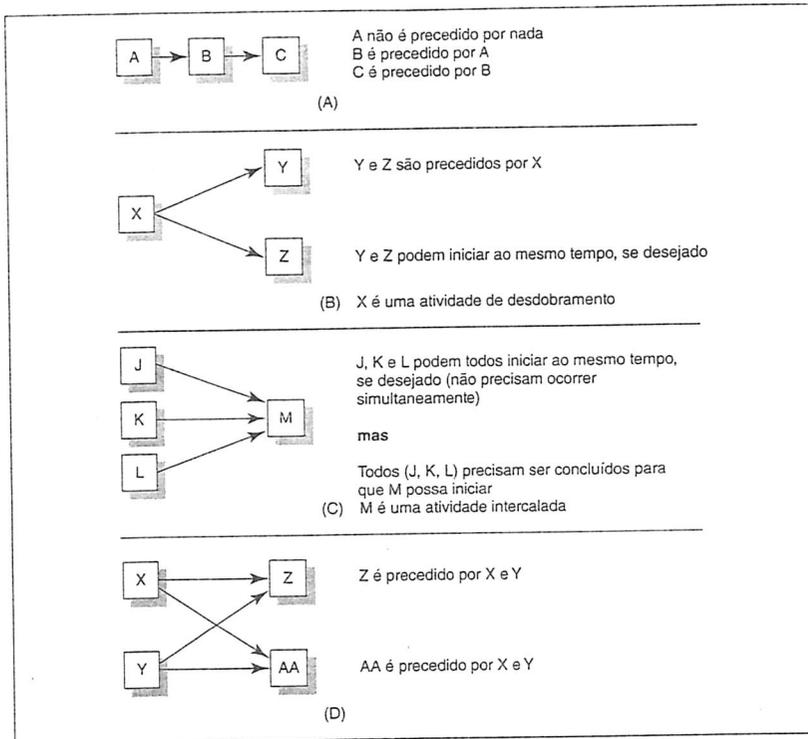
para cada atividade, prendendo-as ao quadro branco com as setas de dependência marcadas).

Ao final do processo, as dependências são registradas no software do projeto, que desenvolve uma rede desenhada em computador, juntamente com os caminhos críticos e os tempos cedo, tarde e de folga. Essa metodologia sensibiliza os membros da equipe desde logo para as interdependências entre as atividades do projeto. Porém, o mais importante é que ela autonomiza os membros da equipe, fazendo-os contribuir para as importantes decisões que deverão implementar mais tarde.

Fundamentos de atividade em nó (AON)

Historicamente, dois métodos são usados para desenvolver redes de projeto: atividade em nó (AON, do inglês *activity-on-node*) e atividade em seta (AOA, do inglês *activity-on-arrow*). Ao longo do tempo, a disponibilidade de gráficos computadorizados avançados aprimorou a clareza e a atratividade visual do método AON. Hoje, o método da atividade em nó acabou dominando quase todos os planos de rede de projeto. Por esse motivo, limitamos a nossa discussão a métodos AON. A Figura 6.2 apresenta alguns usos típicos de blocos construtivos para construir a rede AON. Uma atividade é representada por um nó (caixa). O nó pode assumir diversas formas, mas nos últimos anos a representação dele como um retângulo (caixa) vem prevalecendo. As dependências entre as atividades são retratadas por setas entre os retângulos (caixas) da rede AON. As setas indicam como as atividades se relacionam e a seqüência em que as coisas precisam ser realizadas. O comprimento e a inclinação da seta são arbitrários, sendo ajustados para facilitar o desenho da rede. As letras nas caixas servem

FIGURA 6.2
Fundamentos de redes com atividade em nó



para identificar as atividades enquanto se aprendem os fundamentos de construção e análise de rede. Na prática, as atividades possuem números de identificação e descrições.

Existem três relações básicas que precisam ser estabelecidas para as atividades incluídas em uma rede de projeto. As relações podem ser encontradas respondendo-se a estas perguntas para cada atividade:

1. Quais atividades devem ser concluídas imediatamente *antes* desta atividade? Estas são chamadas de atividades *predecessoras*.
2. Quais atividades devem vir imediatamente *em seguida* a esta atividade? Estas são chamadas de atividades *sucessoras*.
3. Quais atividades podem ocorrer *enquanto* esta atividade está se dando? Esta é conhecida como relação *concorrente* ou *paralela*.

Às vezes, o gerente pode usar apenas as perguntas de 1 a 3 para estabelecer as relações; são informações permitem que o analista da rede crie um fluxograma gráfico da sequência e das interdependências lógicas das atividades do projeto.

A Figura 6.2A é análoga a uma lista de coisas para fazer, em que primeiro se conclui a tarefa no topo da lista e, depois, passa-se para a segunda tarefa, etc. Essa figura diz ao gerente do projeto que a atividade A deve ser concluída antes de a atividade B poder começar, e que a atividade B deve ser concluída antes de a atividade C poder começar.

A Figura 6.2B nos diz que as atividades Y e Z não podem começar antes de a atividade X ser concluída. Essa figura também indica que as atividades Y e Z podem ocorrer *concorrente* ou *simultaneamente*, se o gerente do projeto assim desejar; no entanto, não é uma condição necessária.

Por exemplo, pavimentar um acesso para veículos com concreto (atividade Y) pode ocorrer durante a execução do paisagismo (atividade Z), mas a limpeza do terreno (atividade X) precisa ser concluída antes de Y e Z, consideradas atividades paralelas, poderem começar. Caminhos paralelos dão ensejo a esforço concorrente, o que pode encurtar o tempo para realizar uma série de atividades. A atividade X pode ser referida como uma atividade de *desdobramento*, pois mais de uma seta irrompe do nó. O número de setas indica quantas atividades se seguem imediatamente à atividade X.

A Figura 6.2C nos mostra que as atividades J, K e L podem ocorrer simultaneamente, se desejado, e que a atividade M não pode iniciar antes que as atividades J, K e L estejam todas concluídas. As atividades J, K e L são atividades paralelas. A atividade M é chamada de atividade *intercalada* porque mais de uma atividade precisa ser concluída antes de M poder iniciar. A atividade M também poderia ser chamada de marco – uma realização significativa.

Na Figura 6.2D, as atividades X e Y são paralelas, que podem acontecer ao mesmo tempo; as atividades Z e AA também. Contudo, as atividades Z e AA não podem iniciar até que as atividades X e Y estejam ambas concluídas. Dados esses fundamentos de AON, podemos treinar o desenvolvimento de uma rede simples. Lembre-se de que as setas podem se cruzar (por exemplo, Figura 6.2D), fazer curva e ter qualquer comprimento ou inclinação. Capricho não é um critério para uma rede válida e útil – apenas a inclusão precisa de todas as atividades do projeto, suas dependências e estimativas de tempo.

Informações sobre uma rede de projeto simplificada são dadas na Tabela 6.1. Este projeto representa um novo sistema de armazém automatizado para recolher pedidos de comida congelada e levá-los a uma área de espera para serem entregues às lojas.

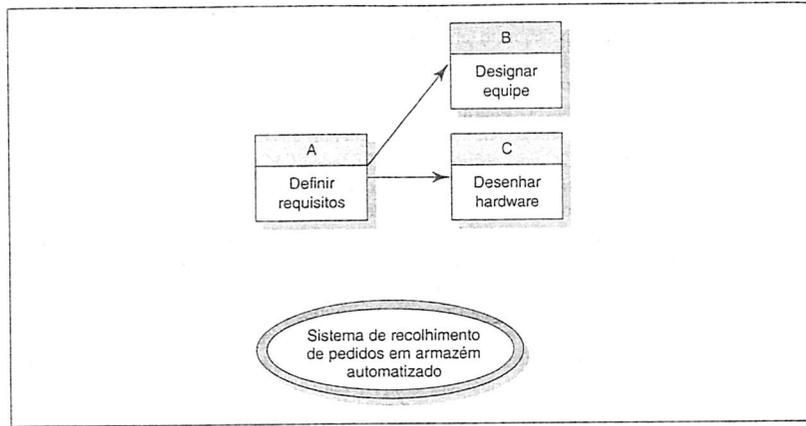
A Figura 6.3 mostra as primeiras etapas para construir a rede de projeto AON a partir das informações da Tabela 6.1. Vê-se que a atividade A (definir requisitos) não é precedida por nada; logo, é o primeiro nó a ser desenhado. Em seguida, percebe-se que as atividades B e C (designar equipe e desenhar hardware) são ambas precedidas pela atividade A. Desenham-se e conectam-se duas setas às atividades B e C. O segmento mostra ao gerente do projeto que a atividade A precisa ser concluída para que as atividades B e C possam começar. Depois de A ser concluída, B e C podem ocorrer concorrentemente, se desejado. A Figura 6.4 mostra a rede finalizada, com todas as sequências e dependências de atividades.

As informações da Figura 6.4 são tremendamente valiosas para quem gerencia o projeto. Contudo, estimar a duração de cada atividade aumenta ainda mais o valor da rede. Um plano e um cronograma de projeto realista exigem estimativas de tempo confiáveis para as atividades do projeto. O acréscimo do tempo à rede nos permite estimar quanto o projeto demorará. Quando as atividades podem ou precisam se iniciar, quando os recursos precisam estar disponíveis, quais atividades podem ser atrasadas e quando o projeto estará concluído, segundo o que se estima: tudo isso é determinado a partir dos tempos atribuídos. Para derivar uma estimativa de tempo de uma atividade, é necessária uma avaliação precoce das necessidades de recursos em termos de material, equipamento e pessoal. Em essência, a rede de projeto com estimativas de tempo de tarefa liga planejamento, programação e controle de projetos.

TABELA 6.1
Informações da rede

Armazém automatizado Sistema de recolhimento de pedidos		
Atividade	Descrição	Atividade precedente
A	Definir requisitos	Nenhuma
B	Designar equipe	A
C	Desenhar hardware	A
D	Codificar software	B
E	Criar e testar hardware	C
F	Desenvolver pedido de patente	C
G	Testar software	D
H	Integrar sistemas	E, F, G

FIGURA 6.3
Armazém automatizado – Rede parcial



Processo de cálculo da rede

O desenho da rede do projeto coloca as atividades na sequência correta para calcular os tempos de início e de fim das atividades. As estimativas de tempo das atividades são obtidas dos tempos das tarefas no pacote de trabalho sendo acrescentadas à rede (examine a Figura 6.1.). Com alguns cálculos simples, o gerente do projeto pode efetivar um processo conhecido como caminho de volta. A realização do *caminho de ida* e do *caminho de volta* responde às seguintes perguntas:

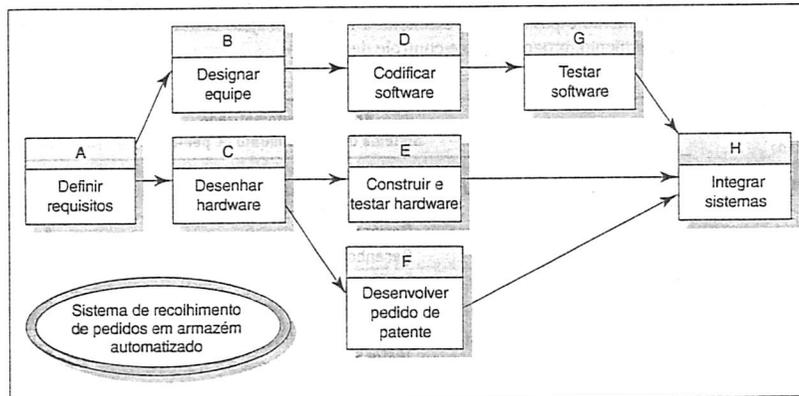
Caminho de ida – Datas mais cedo

1. Qual é a data mais cedo que a atividade pode iniciar? (início mais cedo – ES, do inglês *early start*)
2. Qual é a data mais cedo que a atividade pode terminar? (fim mais cedo – EF, do inglês *early finish*)
3. Qual é a data mais cedo que projeto pode ser concluído? (tempo esperado – ET, do inglês *expected time*)

Caminho de volta – Datas mais tarde

1. Qual é a data mais tarde que a atividade pode iniciar? (início tarde – LS, do inglês *late start*)
2. Qual é a data mais tarde que a atividade pode terminar? (fim tarde – LF, do inglês *late finish*)

FIGURA 6.4
Armazém automatizado – Rede completa



3. Quais atividades representam o caminho crítico (*critical path, CP*)? Esse é o caminho mais longo na rede que, se atrasado, atrasará o projeto.
4. Por quanto tempo a atividade pode ser atrasada? (folga ou flutuação – SL, do inglês *slack or float*)

Os termos entre parênteses representam as siglas usadas pela maioria dos textos e programas de computador e pelos gerentes de projetos. O processo de caminho de ida e caminho de volta é apresentado a seguir.

Caminho de ida – Datas mais cedo

O caminho de ida começa com as primeiras atividades do projeto e percorre cada caminho (corrente de atividades sequenciais) por toda a rede até as últimas atividades do projeto. À medida que se percorre o caminho, *adicionam-se* os tempos das atividades. O caminho mais longo denota o tempo de conclusão do projeto para o plano, sendo chamado de caminho crítico (CP). A Tabela 6.2 lista o tempo das atividades em dias úteis para o exemplo do projeto do Armazém Automatizado que usamos para desenhar uma rede.

A Figura 6.5 mostra a rede, com a estimativa de tempo de atividade situada no nó (verifique a legenda “DUR” para duração). Por exemplo, a atividade A (definir requisitos) tem uma duração de 10 dias úteis, e a atividade E (criar e testar hardware) de 50. O caminho de ida começa com o tempo de início do projeto, que costuma ser o tempo zero (observação: os tempos do projeto em dias-calendário podem ser calculados na fase de planejamento).

No nosso exemplo do Armazém Automatizado, o tempo de início cedo da primeira atividade (atividade A) é zero e está no canto superior esquerdo do nó da atividade A da Figura 6.6. O fim cedo da atividade A é 10 dias ($EF = ES + DUR$ ou $0 + 10 = 10$). Em seguida, vemos que a atividade A precede as atividades B (designar equipe) e C (desenhar hardware). Portanto, o mais cedo que as atividades B e C podem iniciar é o instante no tempo em que a atividade A é concluída; esse tempo é 10 dias. Agora, você pode ver na Figura 6.6 que as atividades B e C têm um início cedo (ES) de 10 dias. Usando a fórmula $EF = ES + DUR$, os tempos de fim cedo (EF) das atividades B e C são 15 e 35 dias. Seguindo-se o mesmo processo de percorrer cada caminho da rede, são exibidos aqui os tempos cedo de início e fim cedo de atividades selecionadas:

Atividade D: ES = 15	EF = 15 + 20 = 35	Atividade F: ES = 35	EF = 35 + 15 = 50
Atividade E: ES = 35	EF = 35 + 50 = 85	Atividade G: ES = 35	EF = 35 + 35 = 70

A atividade H (integrar sistema) é uma atividade intercalada, pois é precedida por mais de uma atividade. O início cedo (ES) de uma atividade intercalada depende do fim cedo (EF) de todas as atividades que se fundem nela. Nesse projeto, a atividade H é precedida pelas atividades E, F e G. Qual atividade controla o ES da atividade H? A resposta é a atividade E. Na Figura 6.6, os tempos

TABELA 6.2
Informações da rede

Armazém automatizado Sistema de recolhimento de pedidos			
Atividade	Descrição	Atividade precedente	Tempo da atividade
A	Definir requisitos	Nenhuma	10 dias úteis
B	Designar equipe	A	5
C	Design hardware	A	25
D	Codificar software	B	20
E	Criar e testar hardware	C	50
F	Desenvolver pedido de patente	C	15
G	Testar software	D	35
H	Integrar sistemas	E, F, G	15

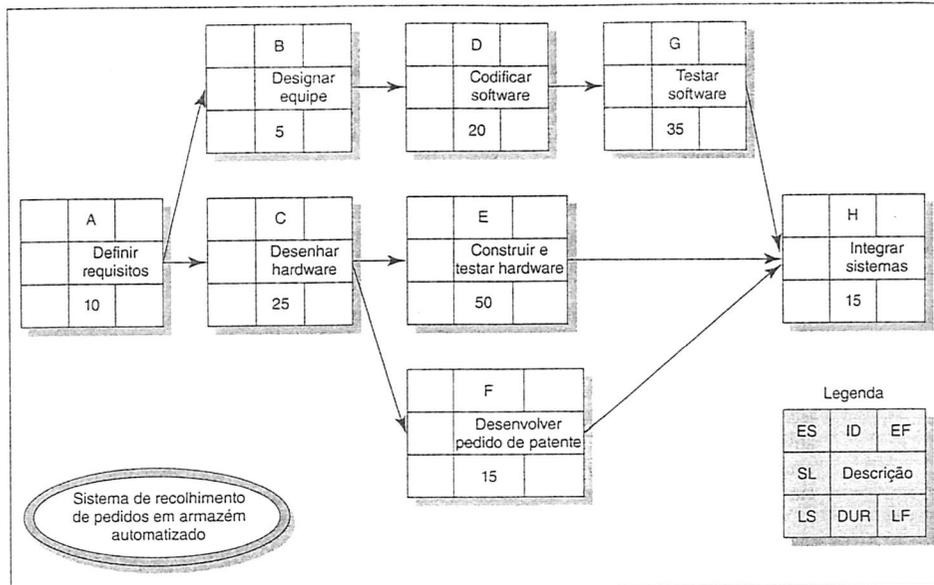


FIGURA 6.5 Rede de atividade em nó

de EF são 85, 50 e 70. Uma vez que 85 dias é o maior tempo de EF, a atividade E controla o ES da atividade H, que é 85. Se a atividade E for atrasada, a atividade H também será. O fim cedo da atividade H é 100 dias ($EF = ES + DUR$ ou $85 + 15 = 100$).

O caminho de ida exige que você se lembre de apenas três coisas ao calcular tempos cedo de atividades:

1. Você *adiciona* os tempos das atividades de cada caminho da rede ($ES + DUR = EF$).
2. Você *transfere* o fim cedo (EF) para a atividade anterior, em que ele se torna o seu início cedo (ES); *contudo*
3. Se a próxima atividade sucessora for uma atividade intercalada, você seleciona a *maior* data de fim cedo (EF) de *todas* as suas atividades predecessoras imediatas.

As três perguntas derivadas do caminho de ida foram respondidas, isto é: foram calculados os tempos de início cedo (ES), fim cedo (EF) e duração esperada do projeto (ET). O caminho de volta é o próximo processo a ser aprendido.

Caminho de volta – Data mais tarde

O caminho de volta se inicia com as últimas atividades de projeto da rede. Percorre-se cada caminho para trás *subtraindo-se* os tempos das atividades para obter os tempos de início tarde (LS) e fim tarde (LF) de cada atividade. Antes de poder calcular o caminho de volta, deve ser escolhido o fim tarde das últimas atividades do projeto. Nos estágios iniciais de planejamento, esse tempo costuma ser definido como igual ao fim cedo (EF) da última atividade do projeto (ou, no caso de múltiplas atividades terminando, da atividade com o maior EF). Em alguns casos, existe um prazo imposto de duração do projeto, sendo essa data, então, usada. Para fins de planejamento, vamos assumir que podemos aceitar a duração do projeto (ET) de EF como igual a 100 dias úteis. O LF da atividade H se torna 100 dias ($EF = LF$) (ver Figura 6.7).

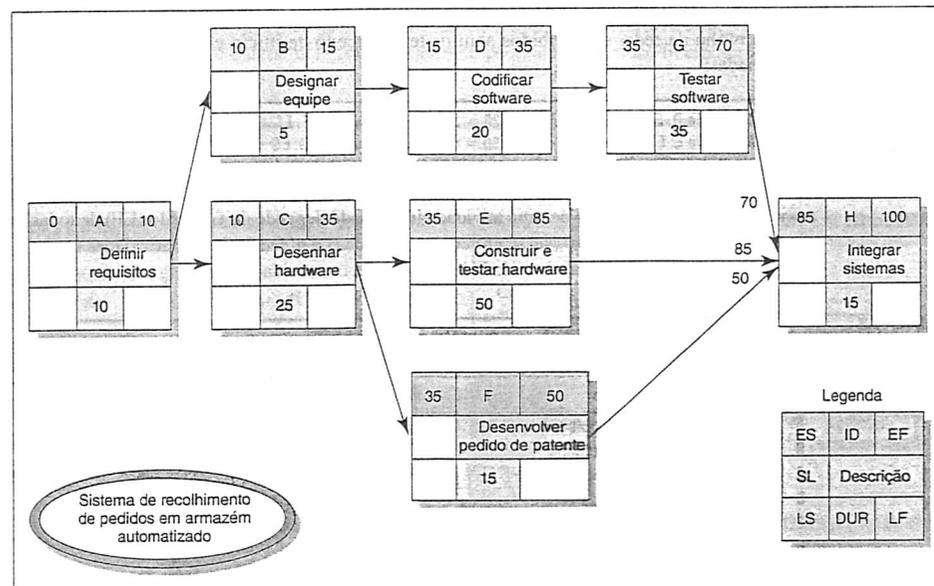


FIGURA 6.6 Caminho de ida em rede de atividade em nó

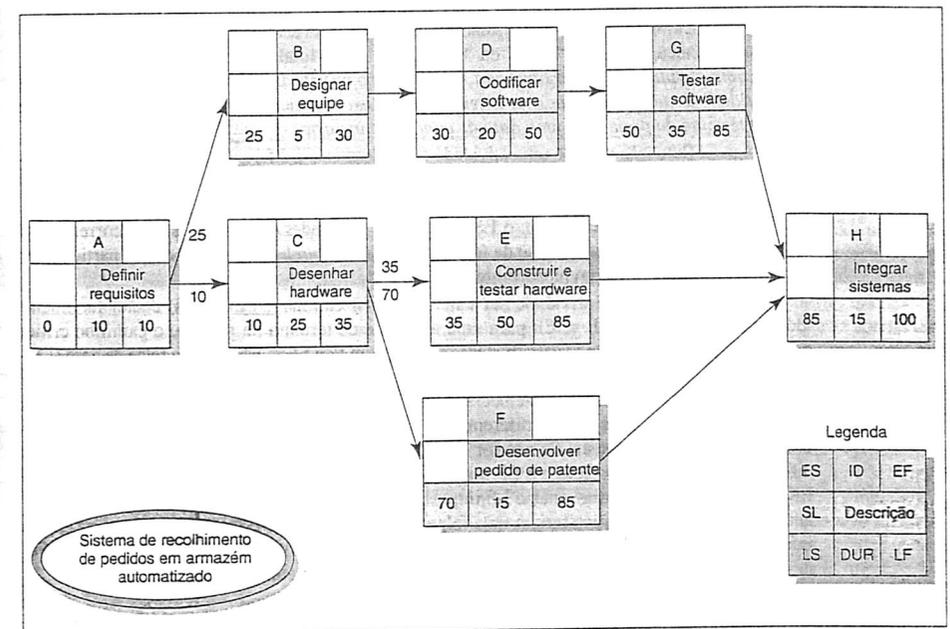


FIGURA 6.7 Caminho de volta em rede de atividade em nó

O caminho de volta é semelhante ao caminho de ida; você precisa se lembrar de três coisas:

1. Você *subtrai* os tempos das atividades ao longo de cada caminho, começando com a atividade final do projeto (LF - DUR = LS);
2. Você transfere o LS para a atividade precedente, a fim de estabelecer o seu LF; *contudo*
3. Se a próxima atividade precedente for uma atividade *de desdobramento*, você seleciona o *menor* LS de todas as suas atividades sucessoras imediatas a fim de estabelecer o seu LF.

Vamos aplicar essas regras ao nosso exemplo do Armazém Automatizado. Começando com a atividade H (integrar sistemas) e um LF de 100 dias úteis, o LS da atividade H é de 85 dias (LF - DUR = LS ou 100 - 15 = 85). O LS da atividade H torna-se o LF das atividades E, F e G. Indo para trás na rede, os início tarde de E, F e G são mostrados aqui (LS = LF - DUR):

Atividade E: LS = 85 - 50 = 35	Atividade G: 85 - 35 = 50
Atividade F: LS = 85 - 15 = 70	

Neste ponto, vemos que a atividade C é uma atividade *de desdobramento*, que se liga (precede) às atividades E e F. O fim tarde da atividade C é controlado pelo LS das atividades E e F. O *menor* LS das atividades E e F (LS = 35 e LS = 70) é a atividade E. Isso estabelece o LF da atividade C. O LS da atividade C torna-se 10. Retrocedendo até a primeira atividade do projeto, notamos que ela também é uma atividade *de desdobramento* que se liga às atividades B e C. O LF da atividade A é controlado pela atividade C, que tem o menor LS, 10 dias. Dado um LF de 10 dias, o LS da atividade é o período de tempo zero (LS = 10 - 10 = 0). O caminho de volta está completo, e os tempos mais tarde das atividades são conhecidos. A Figura 6.8 mostra a rede finalizada, com todos os tempos cedo, tarde e de folga incluídos. A folga pode ser importante do gerenciamento do seu projeto.

Determinação da folga (ou flutuação)

Folga total

Depois dos cálculos dos caminhos de ida e de volta, é possível determinar quais atividades podem ser atrasadas calculando-se a "folga" ou "flutuação". **Folga total nos diz a quantidade de tempo em que uma atividade pode ser atrasada sem atrasar o projeto.** Dito de outra forma, *folga total é a quantidade de tempo em que uma atividade pode exceder sua data de fim cedo sem afetar a data de término do projeto ou uma data de conclusão imposta.*

A folga ou flutuação total de uma atividade é simplesmente a diferença entre o LS e o ES (LS - ES = SL) ou entre o LF e o EF (LF - EF = SL). Por exemplo, na Figura 6.8, a folga total da atividade D é de 15 dias úteis e da atividade F, 35; e a da atividade E é zero. Se for usada a folga total de uma atividade em um caminho, o ES de todas as atividades que se seguem na corrente será atrasado e sua folga, reduzida. O uso da folga total *deve ser coordenado* com todos os participantes das atividades que se seguem na corrente.

Após a folga de cada atividade ser calculada, o(s) caminho(s) crítico(s) é(são) facilmente identificado(s). Quando LF = EF para uma atividade de término de projeto, o caminho crítico pode ser identificado como aquelas atividades que também têm LF = EF ou uma folga de zero (LF - EF = 0 ou LS - ES = 0). *O caminho crítico é o(s) caminho(s) da rede que tem (têm) menos folga em comum.* Essa redação esquisita é necessária porque surge um problema quando a atividade de término do projeto possui um LF diferente do EF encontrado no caminho de ida - por exemplo, uma data de duração imposta. Se não for o caso, a folga no caminho crítico *não* será zero: será a diferença entre o EF do projeto e o LF imposto da última atividade do projeto. Por exemplo, se o EF do projeto for de 100 dias, mas o LF imposto, ou data-alvo, for ajustado para 95 dias, todas as atividades no caminho crítico teriam uma folga de 5 dias negativos. É claro, isso resultaria em um início tarde de cinco dias para a primeira atividade do projeto - um bom truque se o projeto tiver de começar agora. Folga negativa ocorre na prática quando o caminho crítico é atrasado.

Na Figura 6.8, o caminho crítico é marcado com setas tracejadas - atividades A, C, E e H. Atraso em qualquer uma dessas atividades atrasará todo o projeto pelo mesmo número de dias. Uma vez que os projetos reais podem ter muitas atividades críticas com diversas dependências

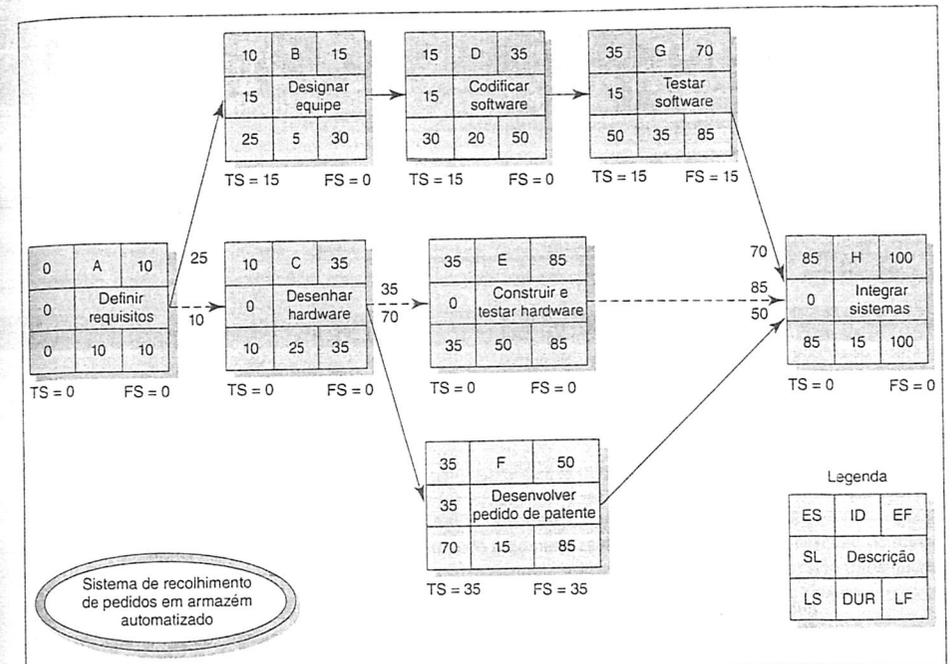


FIGURA 6.8 Caminho de ida e caminho de volta feitos com tempos de folga

precedentes, a coordenação entre os responsáveis por atividades críticas é crucial. Atividades críticas representam cerca de 10% das atividades do projeto. Portanto, os gerentes de projetos prestam muita atenção às atividades do caminho crítico para que elas não sejam atrasadas. Consulte o "Caso Prático: O caminho crítico".

Usamos o termo **sensibilidade** para refletir a probabilidade de que o caminho crítico original mude após o projeto ser iniciado. Sensibilidade é uma função do número de caminhos críticos ou quase críticos. Um cronograma de rede que tivesse apenas um caminho crítico e atividades não críticas com folga considerável seria rotulado de insensível. Inversamente, uma rede sensível seria aquela com mais de um caminho crítico e/ou atividades não críticas com muito pouca folga. Nessas circunstâncias, é muito mais provável que o caminho crítico original mude quando o trabalho for iniciado no projeto. Quão sensível o cronograma do Armazém Automatizado é? Não muito, já que há apenas um caminho crítico e os dois outros caminhos não críticos têm 15 e 35 dias de folga, o que sugere uma flexibilidade considerável. Os gerentes de projetos avaliam a sensibilidade dos cronogramas de rede para determinar quanta atenção devem dedicar ao gerenciamento do caminho crítico.

Folga (ou flutuação) livre

Folga livre (FS) é algo diferente. É a quantidade de tempo em que uma atividade pode ser atrasada sem atrasar nenhuma atividade imediatamente seguinte (sucessora). Ou, então, *folga livre é a quantidade de tempo em que uma atividade pode exceder sua data de fim cedo sem afetar a data de início cedo de nenhuma sucessora.* A folga livre nunca é negativa. Apenas atividades que ocorrem na extremidade de uma corrente de atividades, onde se tem uma atividade intercalada, podem ter folga livre. Consulte a Figura 6.8, o projeto do Armazém Automatizado.

Na Figura 6.8, enquanto as atividades B e D não têm folga livre, a atividade G tem uma de 15 dias. Nesse caso, ela é a última atividade no caminho superior, fundindo-se na atividade H. Por

CASO PRÁTICO O caminho crítico

O método do caminho crítico (CPM) é há muito considerado o Santo Graal do gerenciamento de projetos. Aqui vão alguns comentários de gerentes de projetos veteranos quando indagados sobre a relevância do caminho crítico no gerenciamento de projetos:

- Sempre que possível, faço questão de colocar meus melhores profissionais nas atividades críticas ou naquelas atividades com as maiores chances de se tornarem críticas.
- Presto atenção extra quando faço avaliação de risco para identificar os riscos que podem afetar o caminho crítico, direta ou indiretamente, ao tornarem uma atividade não crítica tão tardia que ela se torna crítica. Quando tenho dinheiro para gastar em redução de riscos, ele normalmente é gasto nas tarefas críticas.
- Não tenho tempo para monitorar todas as atividades de um projeto grande, mas faço questão de manter contato com as pessoas que estão trabalhando em atividades críticas. Quando tenho tempo, são elas que visito para ver pessoalmente como as coisas estão indo. É incrível o quanto consigo descobrir a mais falando com quem pega

no pesado e lendo a expressão de seu rosto – muito mais do que consigo com um relatório de *status* voltado para números.

- Quando recebo ligações de outros gerentes pedindo para “pegar emprestado” equipamento ou pessoas, sou muito mais generoso quando estão envolvidos recursos do trabalho em atividades não críticas. Por exemplo, se outro gerente de projetos precisa de um engenheiro electricista que recebeu uma tarefa com 5 dias de folga, estarei disposto a dividir esse engenheiro com outro gerente de projetos por 2 ou 3 dias.
- A razão mais óbvia da importância do caminho crítico é que essas são as atividades que afetam o tempo de conclusão. Se eu receber uma ligação repentina de cima dizendo que eles precisam do meu projeto pronto 2 semanas antes do planejado, o caminho crítico é onde programo as horas extras e acrescento recursos a mais para finalizar o projeto mais depressa. Do mesmo modo, se o cronograma do projeto começa a se arrastar, é nas atividades críticas que eu me concentro para entrar no cronograma de novo.

consequente, atrasar a atividade G até 15 dias *não atrasa nenhuma atividade seguinte, nem demanda coordenação com os gerentes das outras atividades*. Inversamente, se a atividade B ou D for atrasada, os gerentes das atividades seguintes precisam ser notificados de que a folga foi usada para que possam ajustar seus cronogramas de início. Por exemplo, se a atividade B for atrasada em cinco dias, o gerente da atividade B deve notificar os encarregados das atividades seguintes (D e G) de que as folgas deles foram reduzidas para 10 unidades de tempo e que o início cedo deles será atrasado em cinco dias. Nesse exemplo, a atividade D não pode começar antes do dia 20, o que reduz a folga da atividade D a 10 dias ($LS - ES = SL - 20 = 10$). A folga livre da atividade G também é reduzida para 10 dias.

Ocorre folga livre na última atividade de uma corrente de atividades. Em algumas situações, a “corrente” tem apenas um elo. A atividade F da Figura 6.8 é um exemplo. Ela apresenta uma folga livre de 35 dias. Observe que ela não necessita de coordenação com outras atividades, salvo se um atraso exceder de 35 dias (observação: no momento em que você excede toda a folga livre à disposição, você atrasa o projeto e precisa se coordenar com os outros que são afetados).

A distinção entre folga livre e total pode parecer trivial à primeira vista, mas, na realidade, é muito importante. Quando você é responsável por uma atividade atrasada com zero de folga livre, você afeta os cronogramas das atividades subsequentes. Você deve notificar os gerentes das demais atividades da corrente de que se atrasará. Novamente, observe que a folga total é compartilhada por todo o caminho. Alternativamente, se você é responsável por uma atividade que tem folga livre quando você começa, não precisa notificar ninguém, contanto que o seu trabalho não absorva toda a folga!

Uso das informações de caminho de ida e volta

Voltando à rede do projeto do Armazém Automatizado na Figura 6.8, o que significa para o gerente do projeto uma folga de 35 dias para a atividade F (desenvolver pedido de patente)? Nesse caso específico, significa que a atividade F pode ser atrasada 35 dias. Em um sentido mais amplo, o gerente de projetos logo aprende que a folga livre é importante, pois permite flexibilidade na programação dos recursos escassos do projeto (pessoas e equipamentos), que são usados em mais de uma atividade paralela ou em outro projeto.

Conhecer os quatro tempos da atividade (ES, LS, EF e LF) é precioso para as fases de planejamento, programação e controle do projeto. O ES e o LF dizem ao gerente do projeto o intervalo de tempo no qual a atividade deve ser concluída. Por exemplo, a atividade G (testar software) precisa ser concluída dentro do intervalo de 35 a 85 dias; ela pode se iniciar já no dia 35 ou terminar só no dia 85. Por sua vez, a atividade C (desenhar hardware) precisa se iniciar no dia 10, senão o projeto ficará atrasado.

Quando se conhece o caminho crítico, é possível administrar de perto os recursos das atividades para evitar erros que provoquem atrasos. Além disso, se por alguma razão o projeto precisar ser agilizado para uma data mais cedo, é possível escolher as atividades ou uma combinação delas que custe menos para abreviá-lo. Da mesma forma, se o caminho crítico for atrasado e for preciso criar tempo abreviando alguma(s) atividade(s) ao longo dele para compensar a folga negativa, é possível identificar aquelas que custem menos para abreviar. Se houver outros caminhos com muito pouca folga, também pode ser necessário abreviar as atividades respectivas.

Nível de detalhe das atividades

Trabalho em fases cronológicas e orçamentos do projeto tornam necessária uma definição cuidadosa das atividades que compõem a rede do projeto. Normalmente, uma atividade representa uma ou mais tarefas de um pacote de trabalho. Quantas tarefas são incluídas em cada atividade é o que define o nível de detalhe. Em alguns casos, é possível acabar com informações demais para gerenciar, o que pode provocar maiores custos acessórios. Os gerentes de pequenos projetos conseguem minimizar o nível de detalhe eliminando algumas das etapas preliminares do desenho de redes. Empresas maiores também reconhecem o custo da sobrecarga de informações e estão trabalhando para diminuir o nível de detalhe nas redes e na maioria das outras dimensões do projeto.

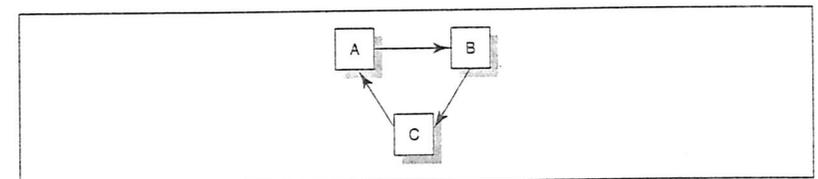
Considerações práticas

Erros lógicos na rede

As técnicas de rede de projeto possuem certas regras lógicas que devem ser seguidas. Uma delas é que afirmações condicionais, como “se o teste for bem-sucedido, criar protótipo; se fracassar, re-desenhar”, não são permitidas. A rede não é uma árvore de decisão: é um plano de projeto de presumível materialização. Se fossem permitidas afirmações condicionais, o caminho de ida e volta não faria muito sentido. Embora na realidade um plano raramente se concretize como o esperado em todos os detalhes, é um pressuposto inicial razoável. Você verá que, desenvolvido o plano da rede, é um passo fácil fazer revisões para acomodar mudanças.

Outra regra que vai contra a rede do projeto e o processo de cálculo é a *volta (looping)*, uma tentativa do planejador de retornar a uma atividade anterior. Recorde que os números de identificação de atividade devem sempre ser maiores para as atividades que se seguem à outra; essa regra ajuda a evitar relações de precedência ilógicas entre as atividades. Uma atividade deve acontecer somente uma vez; se tiver de ocorrer novamente, deverá ser com novos nome e número de identificação e integrada à rede na sequência correta. A Figura 6.9 mostra uma volta ilógica. Se fosse permitido que ela existisse, esse caminho se repetiria perpetuamente. Muitos programas de computador detectam esse tipo de erro lógico.

FIGURA 6.9
Volta ilógica



Numeração de atividades

Cada atividade precisa de um código de identificação exclusivo (uma letra ou um número). Na prática, existem esquemas muito elegantes. A maioria deles numera as atividades em ordem ascendente, isto é: cada atividade sucessora tem um número maior, de modo que o fluxo das atividades do projeto se direciona à conclusão deste. É comum deixar lacunas entre os números (1, 5, 10, 15...), o que permite acrescentar atividades novas ou faltantes mais tarde. Como é quase impossível desenhar uma rede de projeto perfeitamente, a respectiva numeração muitas vezes só é feita depois de a rede estar completa.

Na prática, encontram-se programas de computador que aceitam designações de atividades numéricas, alfabéticas ou combinadas. Designações combinadas são frequentemente usadas para identificar custo, habilidade profissional, departamentos e localidades. Como regra geral, os sistemas de numeração de atividades devem ser ascendentes e o mais simples possível. A intenção é facilitar ao máximo que os participantes do projeto percorram a rede e localizem atividades específicas.

Uso de computadores para desenvolver redes

Todas as ferramentas e técnicas discutidas neste capítulo podem ser usadas com os softwares disponíveis hoje. Dois exemplos são apresentados nas Figuras 6.10 e 6.11. A primeira apresenta uma saída computadorizada genérica em AON para o projeto do Sistema de Recolhimento em Armazém Automatizado. Observe que essa figura usa números para identificar as atividades. O caminho crítico é identificado pelos nós (atividades) 2, 4, 6 e 9. A descrição da atividade é mostrada na linha de cima do nó da atividade. O tempo de início e a identificação da atividade estão na segunda linha. O tempo de fim e a duração estão na terceira linha do nó. O projeto começa em 1º de janeiro e tem seu fim planejado para 20 de maio. Note que essa amostra de rede computadorizada inclui dias não úteis, como feriados e fins de semana.

A Figura 6.11 apresenta um gráfico de Gantt² de início cedo. Diagramas de barras são populares porque apresentam uma imagem clara e fácil de entender em um horizonte com escala de tempo. Eles são usados durante o planejamento, a programação de recursos e o relatório de *status*. O formato é uma representação bidimensional do cronograma do projeto, com as atividades descendo as colunas e o tempo no eixo horizontal. Nessa figura, as barras em cinza representam a duração das atividades e o tempo no eixo horizontal. Nessa figura, as barras em cinza representam a duração das atividades. As linhas que se estendem a partir das barras representam a folga. Por exemplo, "testar software" (ID nº 8) tem uma duração de 35 dias (área sombreada da barra) e 15 dias de folga (representado pela linha estendida). A barra também indica que o teste do software tem um início cedo em 19 de fevereiro e terminaria em 8 de abril, mas pode terminar até 29 de abril, pois tem 15 dias de folga. Quando são usadas datas de calendário no eixo temporal, os diagramas de Gantt são um panorama claro do cronograma do projeto, muitas vezes encontrados nas paredes das salas de projetos. Infelizmente, quando os projetos possuem muitas relações de dependência, as linhas que a traduzem logo tornam-se excessivas, anulando a simplicidade do gráfico de Gantt.

Software de gerenciamento de projetos pode ser um auxílio tremendo nas mãos de quem entende e conhece as ferramentas e técnicas discutidas neste texto. No entanto, nada é mais perigoso do que alguém usando o software com pouco ou nenhum conhecimento de como o software deriva sua saída. Erros de entrada são muito comuns, exigindo alguém capacitado nos conceitos, ferramentas e no sistema de informação para reconhecer os enganos e, assim, evitar ações equivocadas.

Datas de calendário

No fim, você atribuirá datas de calendário a atividades do seu projeto. Se não estiver sendo usado um programa de computador, a atribuição será manual. Monte um calendário de dias úteis (exclua os outros) numerados. Então, relacione os dias úteis do calendário aos dias úteis da rede do seu projeto. A maioria dos programas atribui datas de calendário automaticamente depois de você identificar datas de início, unidades de tempo, dias não úteis e outras informações.

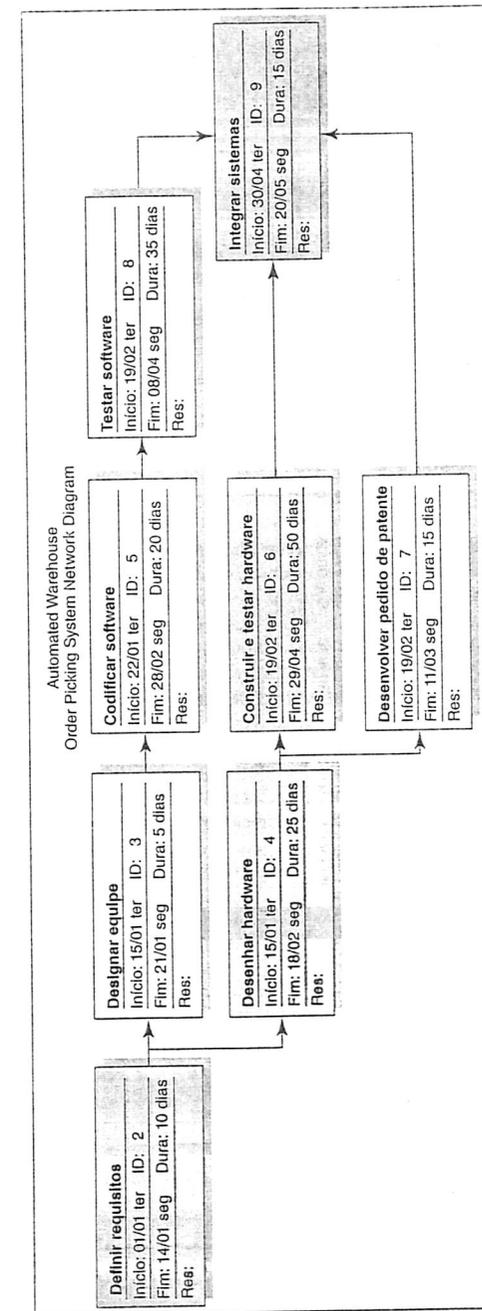


FIGURA 6.10 Rede do sistema de recolhimento de pedidos em armazém automatizado

² Os diagramas de Gantt foram introduzidos há mais de 100 anos, por Henry Gantt.

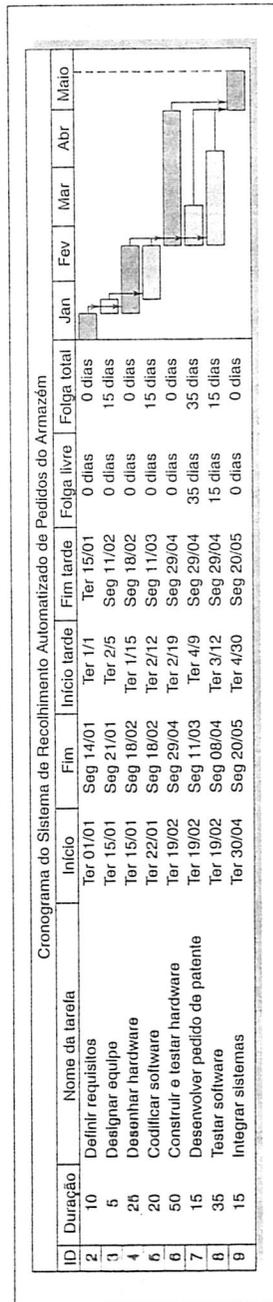


FIGURA 6.11 Gráfico de barras do sistema de recolhimento automatizado de pedidos do armazém

Múltiplos inícios e múltiplos projetos

Alguns programas de computador exigem um evento comum de início e fim na forma de um nó (em geral, um círculo ou um retângulo) para a rede de projeto. Mesmo se esse não for um requisito, é uma boa ideia, pois evita caminhos “soltos que dão a impressão de que o projeto não tem um começo ou término claro. Se um projeto contém mais de uma atividade que pode iniciar quando ele começar, cada caminho é um caminho solto. O mesmo se aplica se uma rede de projeto termina com mais de uma atividade: esses caminhos não conectados também são denominados soltos. Eles podem ser evitados ligando-se atividades soltas a um nó comum de início ou fim de projeto.

Quando diversos projetos são interligados em uma empresa, o uso de um nó comum de início e fim ajuda a identificar o período total de planejamento de todos os projetos. O uso de atividades de espera falsas ou pseudoatividades a partir do nó comum de início possibilita datas de início diferentes para cada projeto.

Ampliando as técnicas de rede para chegar mais perto da realidade

O método para mostrar as relações entre as atividades da última seção é chamado de relação de fim para início, pois assume que todas as atividades precedentes imediatas conectadas devem ser concluídas antes de a próxima atividade poder começar. No esforço de se aproximar mais da realidade dos projetos, foram acrescentadas algumas extensões úteis. O uso do *escalonamento (laddering)* foi a primeira extensão óbvia, considerada muito útil pelos praticantes.

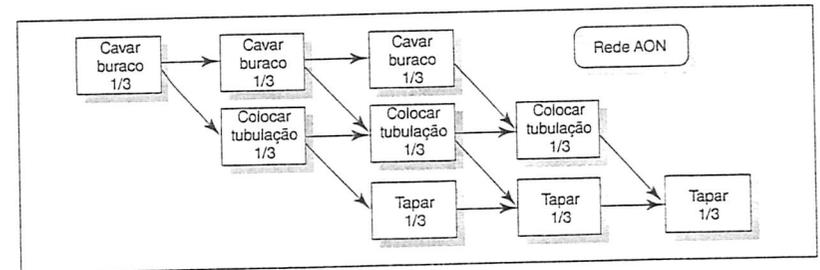
Escalonamento

A presunção de que todas as atividades precedentes imediatas precisam estar 100% concluídas é restritiva demais para algumas situações encontradas na prática. Essa restrição ocorre com mais frequência quando uma atividade se sobrepõe ao início de outra e tem uma duração longa. Na relação de fim para início padrão, quando uma atividade é longa e atrasará o início de outra imediatamente seguinte, ela pode ser fragmentada em segmentos, sendo a rede desenhada numa abordagem de *escalonamento* para que a atividade seguinte possa começar mais cedo sem atrasar o trabalho. Essa segmentação da atividade maior dá a aparência de degraus de escada na rede, daí o nome. O exemplo clássico usado em muitos textos e artigos é a instalação de tubulação, pois é fácil de visualizar. O buraco precisa ser cavado e a tubulação é colocada preenchendo-o. Se a tubulação tiver 1 km de comprimento, não é necessário cavar essa medida nem instalar 1 km de tubulação para que a colocação possa começar. A Figura 6.12 mostra como essas atividades sobrepostas apareceriam em uma rede AON usando-se a abordagem padrão de fim para início.

Uso de tempo de espera para reduzir os detalhes do cronograma e a duração do projeto

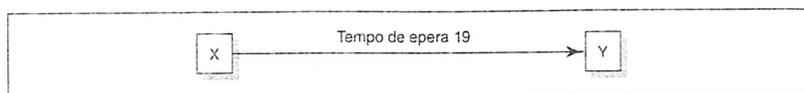
O *tempo de espera (lag)* é um recurso que garante maior flexibilidade na construção da rede. *Tempo de espera* é a quantidade mínima de tempo que uma atividade dependente precisa ser atrasada para iniciar ou terminar. O uso de tempos de espera* em redes de projetos se dá por dois motivos principais:

FIGURA 6.12 Exemplo de escalonamento usando relação de fim para início



* N. de R.T.: Lag é o período de tempo de entre duas atividades dependentes. O padrão é relacionamento fim-início com lag zero.

FIGURA 6.13
Relação de fim
para início



1. Quando uma atividade de longa duração atrasa o início ou o fim das atividades sucessoras, quem desenha a rede normalmente a fragmenta em atividades menores para evitar o longo atraso das sucessoras. O uso de tempos de espera pode evitar esses atrasos e reduzir os detalhes da rede.
2. Defasagens podem ser utilizadas para restringir o início e o fim de uma atividade.

As extensões de relação mais comumente usadas são início para início, fim para fim e combinações dessas duas. Esses padrões de relação são discutidos nesta seção.

Relação de fim para início

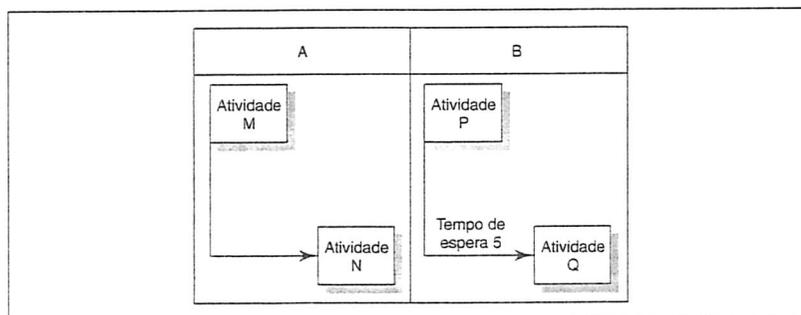
A relação de fim para início representa o estilo normal e genérico de rede, utilizado na parte inicial do capítulo. Entretanto, existem situações em que a atividade seguinte de uma sequência precisa ser defasada, mesmo quando a atividade precedente está concluída. Por exemplo, a retirada de moldes de concreto não pode iniciar sem que o cimento tenha curado por duas unidades de tempo. A Figura 6.13 mostra o tempo de espera em redes AON. Tempos de espera de fim para início são frequentemente usadas quando se pedem materiais. Por exemplo, pode levar um dia para fazer o pedido, mas demorar 19 para receber as mercadorias. O uso de fim para início permite que a duração da atividade seja de apenas 1 dia, sendo o tempo de espera de 19. Essa abordagem permite que o custo da atividade seja atrelado apenas à realização do pedido, em vez de contabilizar 20 dias de trabalho para a atividade. O mesmo tempo de espera de fim para início é útil ao representar defasagens de transporte, jurídicas e postais.

O uso de tempos de espera de fim para início deve ser checado cuidadosamente para que tenha validade. Gerentes de projetos conservadores ou as pessoas responsáveis pela conclusão das atividades têm o costume de usar tempos de espera como um meio de embutir um fator “por fora” a fim de reduzir o risco de atraso. Uma regra simples é utilizar tempos de espera de fim para início aprovadas por alguém responsável por uma grande parte do projeto. A legitimidade dos tempos de espera não é difícil de discernir. O uso legítimo da relação adicional mostrou-se capaz de otimizar muito a rede, ao representar mais fielmente as realidades do projeto.

Relação de início para início

Uma alternativa à segmentação das atividades apresentada é usar uma relação de início para início, cujos exemplos típicos são exibidos na Figura 6.14. A Figura 6.14A mostra a relação de início para início com tempo de espera zero, enquanto a Figura 6.14B mostra a mesma relação com uma espera de cinco unidades de tempo. É importante notar que a relação pode ser usada com ou sem tempo de espera. Se for atribuído tempo, ele normalmente é mostrado na seta de dependência da rede AON.

FIGURA 6.14
Relação de início
para início



Na Figura 6.14B, a atividade Q só pode se iniciar depois de cinco unidades de tempo após o início da atividade P. Esse tipo de relação normalmente retrata uma situação em que se pode executar uma porção de uma atividade e começar a atividade seguinte antes de concluir a primeira. Essa relação pode ser empregada no projeto de instalação de tubulação. A Figura 6.15 mostra o projeto usando uma rede AON. Com relações de tempo de espera, a relação de início para início reduz os detalhes da rede e os atrasos do projeto.

É possível achar oportunidades de compressão modificando as relações de fim para início em relações de início para início. Uma revisão das atividades críticas de fim para início pode apontar oportunidades passíveis de conversão em paralelas por meio de relações de início para início. Por exemplo, no lugar de uma atividade de fim para início “desenhar casa, depois colocar fundação”, poderia ser usada uma relação de início para início em que a fundação pode ser iniciada, digamos, cinco dias (tempo de espera) após o desenho ser iniciado – presumindo-se que o desenho da fundação seja a primeira parte da atividade total de desenho. Essa relação de início para início com um pequeno tempo de espera permite que se trabalhe em uma atividade sequencial em paralelo, comprimindo-se a duração do caminho crítico. O mesmo conceito aparece seguidamente em projetos nos quais se usa engenharia concorrente para acelerar a conclusão do projeto. Engenharia concorrente, que é destacada no “Caso Prático: Engenharia concorrente”, basicamente decompõe as atividades em segmentos menores para que se possa trabalhar em paralelo e agilizar o projeto (TURTLE, 1994). Relações de início para início podem ilustrar as condições de engenharia concorrente e reduzir os detalhes da rede. É claro, o mesmo resultado pode ser alcançado decompondo-se uma atividade em pacotes pequenos que podem ser implementados em paralelo, isso ampliaria consideravelmente a rede e os detalhes de acompanhamento.

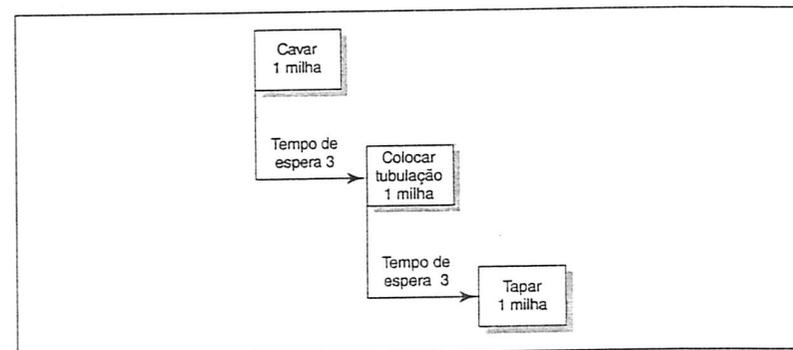
Relação de fim para fim

Esta relação é encontrada na Figura 6.17. O fim de uma atividade depende do fim de outra. Por exemplo, não se podem concluir os testes antes de decorrerem 4 dias da conclusão do protótipo. Observe que esta não é uma relação de fim para início, pois a testagem dos subcomponentes pode iniciar antes de o protótipo ser concluído, mas são necessários 4 dias de testagem de “sistema” após a finalização do protótipo.

Relação de início para fim

Esta relação representa situações em que o fim de uma atividade depende do início de outra. Por exemplo, a documentação do sistema não pode terminar antes que três dias tenham decorrido desde o início dos testes (ver Figura 6.18). Nesse caso, todas as informações relevantes para concluir a documentação do sistema são produzidas após os 3 primeiros dias da testagem.

FIGURA 6.15
Uso de tempos de
espera
para reduzir
a duração
do projeto



CASO PRÁTICO Engenharia concorrente*

Antigamente, quando um projeto de desenvolvimento de novo produto era iniciado por uma firma, começaria a sua jornada sequencial no departamento de pesquisa e desenvolvimento. Conceitos e ideias eram trabalhados e os resultados, passados ao departamento de engenharia, que às vezes retrabalhava o produto inteiro. Este era passado para a produção, onde poderia ser novamente retrabalhado a fim de que pudesse ser fabricado usando as máquinas e operações existentes. Os incrementos de qualidade eram iniciados depois disso, quando defeitos e oportunidades de melhoria eram descobertos durante a produção. Essa abordagem sequencial ao desenvolvimento do produto exigia muito tempo e não era incomum que o produto final fosse

totalmente irreconhecível quando comparado às especificações originais.

Dada a ênfase em velocidade até o mercado, as empresas abandonaram a abordagem sequencial ao desenvolvimento de produto e adotaram outra mais holística, intitulada engenharia concorrente. Em resumo, *engenharia concorrente* contempla o envolvimento ativo de todas as áreas de especialidade relevantes durante todo o processo de design e desenvolvimento. A sequência encadeada tradicional de relações de fim para início é substituída por uma série de relações de tempos de espera de início para início, assim que o trabalho significativo possa ser iniciado para a próxima fase. A Figura 6.16 sintetiza os enormes ganhos em tempo até o mercado obtidos com essa abordagem.

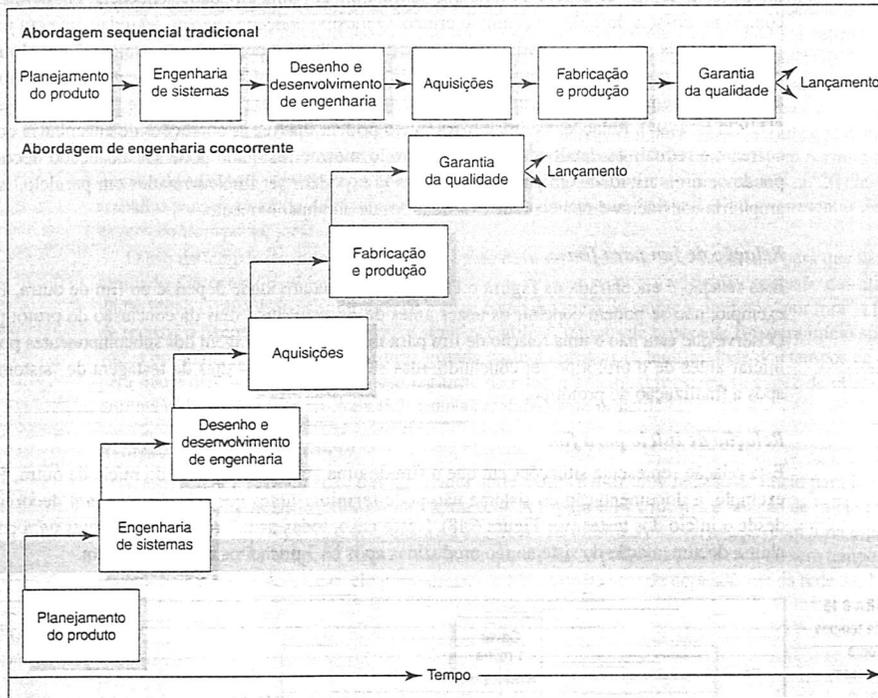


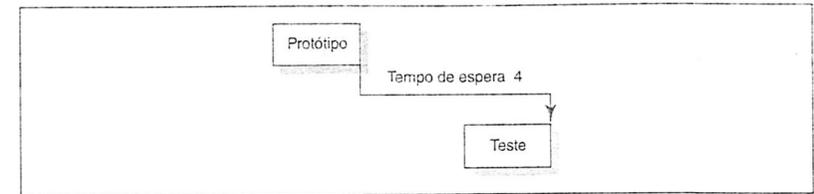
FIGURA 6.16 Processo de desenvolvimento de produto novo

No mundo do gerenciamento de projetos, essa abordagem também é chamada de *procedimento acelerado (fast tracking, paralelismo das atividades)*. A General Motors a utilizou para desenhar o primeiro carro híbrido americano, o Chevy Volt. Desde o início, especialistas de marketing, engenharia, design, produção, garantia de qualidade e outros departamentos

relevantes foram envolvidos em todos os estágios do projeto que não apenas cumpriu todos os seus objetivos, como também foi finalizado antes do prazo.

* "Chevrolet Volt Hits Road, Ahead of Schedule," *The New York Times*, June 25, 2009; consultado *online* em 2 de junho de 2011.

FIGURA 6.17 Relação de fim para fim



Combinações de relações de tempos de espera

Mais de uma relação de tempos de espera pode ser acoplada a uma atividade. Essas relações normalmente são combinações de início para início e de fim para fim ligadas a duas atividades. Por exemplo, o debug não pode iniciar antes de duas unidades de tempo após o início da codificação. A codificação precisa ser concluída 4 dias antes de o debug poder ser finalizado (ver Figura 6.19).

Um exemplo de uso de tempos de espera – o caminho de ida e caminho de volta

Os procedimentos de caminho de ida e caminho de volta são os mesmos explanados anteriormente no capítulo quando se falou em relações de fim para início (sem defasagens). A técnica modificadora aqui está na necessidade de se verificar cada relação nova para ver se ela altera o tempo de início ou fim de outra atividade.

Um exemplo do resultado do caminho de ida e caminho de volta é mostrado na Figura 6.20. O pedido do hardware depende do design do sistema (início para início). Após três dias de design do sistema (atividade A), é possível fazer o pedido do hardware necessário (atividade B). Depois de feito o pedido (atividade B), o hardware demora quatro dias para chegar e começar a ser instalado (atividade C). Após dois dias de instalação do sistema de software (atividade D), o teste do sistema pode iniciar (atividade E). A preparação da documentação do sistema (atividade F) pode iniciar após o design ser concluído (atividade A), mas não pode ser concluída senão dois dias após o teste do sistema (atividade E). Esta relação final é um exemplo de tempo de espera de fim para fim.

Observe que uma atividade pode ter um fim e/ou início crítico. As atividades E e F têm fins críticos (folga zero), mas seus inícios de atividade têm quatro e 12 dias de folga. É apenas o fim das atividades E e F que é crítico. Por seu turno, a atividade A tem zero de folga para iniciar, mas tem cinco dias de folga para terminar. O caminho crítico segue as restrições de início e fim de atividade que ocorrem devido ao uso das relações adicionais disponíveis e aos tempos de espera impostos. É possível identificar o caminho crítico na Figura 6.20 seguindo-se a linha tracejada na rede.

FIGURA 6.18 Relação de início para fim

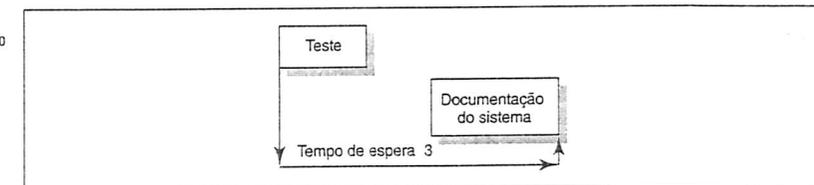
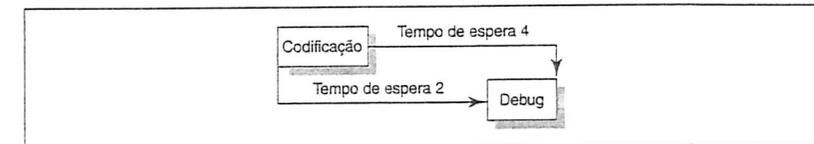


FIGURA 6.19 Relações de combinação



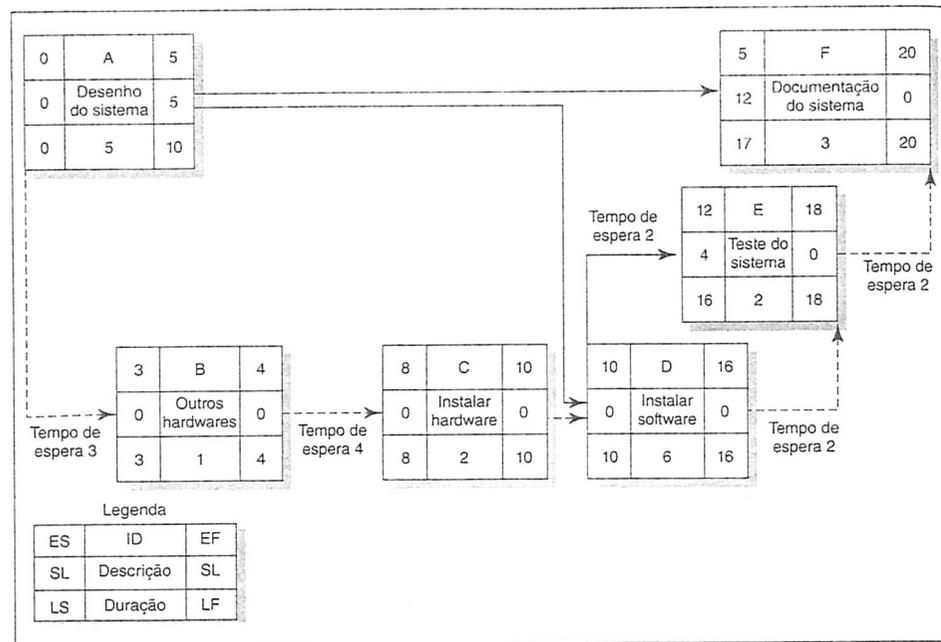


FIGURA 6.20 Rede usando tempos de espera

Se existir uma relação de tempos de espera, cada atividade precisará ser verificada para ver se o início ou fim é restringido. Por exemplo, no caminho de ida, o EF da atividade E (testar sistema) (18) é controlado pelo fim da atividade D (instalar software) e a espera de duas unidades de tempo ($16 + 2 = 18$). Por fim, no caminho de volta, o LS da atividade A (desenhar sistema) é controlado pela atividade B (fazer pedido de hardware) e pela relação de tempo de espera com a atividade A ($3 - 3 = 0$).

Atividades sumarizadoras

Outra das técnicas estendidas usa uma **atividade sumarizadora**. A duração da atividade sumarizadora é determinada *depois* de se desenhar o plano da rede. As atividades sumarizadoras costumam ser usadas para identificar o uso de recursos fixos ou os custos em um segmento do projeto. Exemplos são serviços de inspeção, consultoria ou serviços de gerenciamento de construção. A atividade sumarizadora deriva sua duração do intervalo de tempo entre outras atividades. Por exemplo, é necessária uma copiadora em cores especial para um segmento de um projeto de publicação em uma feira especializada. Pode-se usar uma atividade sumarizadora para indicar a necessidade desse recurso e aplicar custos ao longo desse segmento do projeto. Essa sumarizadora é ligada do início da primeira atividade do segmento que usa a copiadora em cores até o fim da última atividade que a utiliza. A duração da sumarizadora é simplesmente a diferença entre o EF da última atividade e o ES da primeira atividade, calculada após o caminho de ida e, portanto, não tem influência sobre os tempos das outras atividades. A Figura 6.21 dá um exemplo de atividade sumarizadora usada em uma rede cuja duração é obtida a partir do início cedo da atividade D e do fim cedo da atividade F, isto é, a diferença entre 13 e cinco, ou oito unidades de tempo. A duração mudará se qualquer ES ou EF da sequência encadeada mudar. Atividades sumarizadoras são muito úteis para designar e controlar custos indiretos do projeto.³

³ A fim de designar G como atividade sumarizadora no MS Project 2012, você tem que copiar e colar na atividade G a data de início da atividade B e a data de fim da atividade F (<http://support.microsoft.com/kb/141733>).

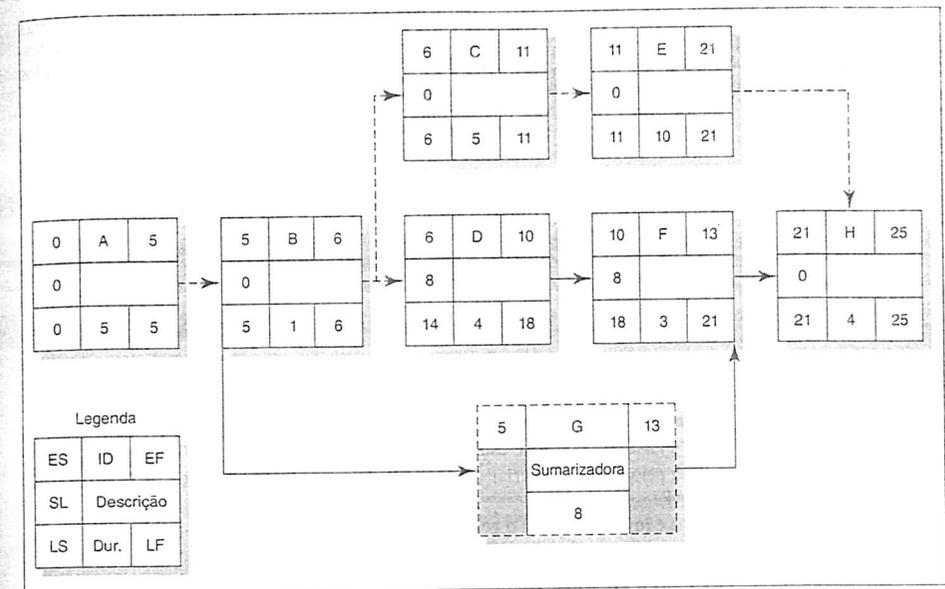


FIGURA 6.21 Exemplo de atividade sumarizadora

Outro grande uso das atividades sumarizadoras é agregar seções a um projeto, o que se parece com desenvolver uma sub-rede, mas a precedência ainda é preservada. Trata-se de abordagem, às vezes, adotada para apresentar uma “rede macro” a níveis gerenciais mais altos. O uso de uma atividade sumarizadora para agrupar atividades pode facilitar a obtenção do nível correto de detalhe para seções específicas do projeto.

Resumo

Muitos gerentes de projetos acham que a rede do projeto é seu documento de planejamento e prática mais valioso. As redes sequenciam e dividem, em fases cronológicas, o trabalho do projeto, os recursos e os orçamentos. São usadas tarefas de pacote de trabalho para desenvolver atividades para redes. Todo gerente de projetos deve se sentir confortável ao trabalhar em um ambiente AON cujo método usa nós (caixas) para atividades e setas para dependências. O caminho de ida e o caminho de volta estabelecem tempos cedo e tarde para as atividades. Embora a maioria dos gerentes de projetos use computadores para gerar redes e tempos de atividades, eles consideram a compreensão aguda do desenvolvimento de redes e a capacidade de calcular tempos de atividades algo que não tem preço no ramo. Computadores sofrem panes; erros de entrada dão informações falsas; algumas decisões precisam ser tomadas sem a análise “e se” computadorizada. Gerentes de projetos que conhecem bem o desenvolvimento de redes e métodos AON e que saibam calcular tempos de atividades se depararão com menos problemas do que os que conhecem menos. As redes de projeto ajudam a assegurar que não haja surpresas.

Diversas extensões e modificações foram incorporadas ao método AON original. Defasagens, por exemplo, permitem que o planejador do projeto replique mais de perto as condições efetivas encontradas na prática. O uso de defasagens pode fazer o início ou fim de uma atividade se tornar crítico. Alguns softwares simplesmente chamam toda a atividade de crítica, em lugar de identificar o início ou fim como crítico. Deve-se tomar cuidado para que as defasagens não sejam usadas como barreiras para possíveis erros da estimativa de tempo. Por fim, as atividades sumarizadoras

são úteis para monitorar os custos dos recursos utilizados em um dado segmento do projeto. Elas também podem ser usadas para diminuir o tamanho da rede do projeto ao agrupar as atividades, obtendo simplificação e clareza. Todos os refinamentos da metodologia AON original discutidos contribuem para melhorar o planejamento e o controle dos projetos.

Termos-chave

Atividade, 137	Engenharia concorrente, 153
Atividade intercalada, 135	Folga livre (FS), 145
Atividade em nó (AON), 137	Folga total, 144
Atividade de desdobramento, 136	Gráfico de Gantt, 148
Atividade em seta (AOA), 137	Relação de tempos de espera, 152
Atividades paralelas, 135	Sensibilidade, 145
Atividade sumarizadora, 156	Tempos mais cedo e mais tarde, 135
Caminho crítico, 136	

Questões de revisão

- Qual é a diferença entre a EAP e a rede de projeto?
- Como a EAP e as redes de projeto estão ligadas?
- Por que passar pelo trabalho de criar uma EAP? Por que não ir direto para a rede do projeto e esquecer a EAP?
- Por que a folga é importante para o gerente do projeto?
- Qual é a diferença entre folga livre e folga total?
- Por que são usadas defasagens no desenvolvimento de redes de projeto?
- O que é uma atividade sumarizadora e quando ela é usada?

Exercícios Criação de uma rede de projeto

- Segue uma estrutura de decomposição de trabalho (EAP), parcial, para um casamento. Utilize o método descrito no "Caso Prático: A abordagem do adesivo amarelo" para criar uma rede para este projeto.

Observação: Não inclua tarefas resumidas na rede (por exemplo, "1.3. Cerimônia" é uma tarefa resumida; "1.2. Habilitação de Casamento" não é uma tarefa resumida). Ao montar a rede, desconsidere quem fará a tarefa. Por exemplo, não coloque "contratar banda" após "florista" por ser a mesma pessoa responsável pelas duas tarefas. Concentre-se apenas nas dependências técnicas entre as tarefas.

Dica: Comece com a última atividade (recepção de casamento) e vá voltando até o início do projeto. Crie a sequência lógica das tarefas fazendo a seguinte pergunta: para ter ou fazer isto, o que precisa ser realizado imediatamente antes? Após terminar, verifique para frente no tempo fazendo a seguinte pergunta: esta(s) tarefa(s) é (são) a(s) única(s) coisa(s) necessária(s) imediatamente antes do início da próxima tarefa?

Estrutura analítica do projeto

- Projeto de casamento
 - Decidir a data
 - Habilitação de casamento
 - Cerimônia
 - 1.3.1 Alugar igreja
 - 1.3.2 Florista
 - 1.3.3 Criar/imprimir programas
 - 1.3.4 Contratar fotógrafo
 - 1.3.5 Cerimônia de casamento
 - Convidados
 - 1.4.1 Fazer a lista de convidados
 - 1.4.2 Fazer o pedido dos convites

1.4.3 Endereçar e postar os convites

1.4.4 Controlar RSVP

1.5 Recepção

1.5.1 Reservar salão de recepção

1.5.2 Comida e bebida

1.5.2.1 Escolher o bufê

1.5.2.2 Decidir cardápio

1.5.2.3 Fazer pedido final

1.5.3 Contratar banda

1.5.4 Decorar salão de recepção

1.5.5 Recepção de casamento

Desenho de redes AON

- Desenhe uma rede de projeto a partir das informações que seguem. Quais são as atividades de desdobramento? Quais são as atividades intercaladas?

ID	Descrição	Predecessora
A	Inspecionar terreno	Nenhuma
B	Instalar drenagem	A
C	Instalar cabos elétricos	A
D	Escavar terreno	B, C
E	Colocar fundações	D

- Desenhe uma rede de projeto a partir das informações que seguem. Quais são as atividades de desdobramento? Quais são as atividades intercaladas?

ID	Descrição	Predecessora
A	Identificar tópico	Nenhuma
B	Pesquisar tópico	A
C	Redigir artigo	B
D	Revisar artigo	C
E	Criar gráficos	C
F	Referências	C
G	Versão final	D, E, F

- Desenhe uma rede de projeto a partir das informações que seguem. Quais são as atividades de desdobramento? Quais são as atividades intercaladas?

ID	Descrição	Predecessora
A	Contrato assinado	Nenhuma
B	Pesquisa concebida	A
C	Mercado-alvo identificado	B
D	Coleta de dados	B, C
E	Desenvolver apresentação	B
F	Analisar resultados	D
G	Demografia	C
H	Apresentação	E, F, G

* A solução desse exercício consta no Apêndice 1.

5. Desenhe uma rede de projeto a partir das informações que seguem. Quais são as atividades de desdobramento? Quais são as atividades intercaladas?

ID	Descrição	Predecessora
A	Pedir revisão	Nenhuma
B	Pedir peças padronizadas	A
C	Produzir peças padronizadas	A
D	Desenhar peças customizadas	A
E	Desenvolvimento de software	A
F	Fabricar peças customizadas	C, D
G	Montar	B, F
H	Testar	E, G

Tempos de rede AON

6. A partir das informações seguintes, desenvolva uma rede de projeto AON. Realize o caminho de ida e caminho de volta, calcule as folgas de atividade e identifique o caminho crítico. Quantos dias o projeto tomará?

ID	Descrição	Predecessora	Tempo
A	Inspecionar terreno	Nenhuma	2
B	Instalar drenagem	A	5
C	Instalar cabos elétricos	A	3
D	Escavar terreno	B, C	4
E	Colocar fundações	D	3

7. Aqui, são apresentadas as informações do projeto de pedido customizado da Companhia de Controle Aéreo. Desenhe uma rede para este projeto. Calcule os tempos de atividade cedo e tarde e os tempos de folga. Identifique o caminho crítico.

ID	Atividade	Predecessora	Tempo
A	Pedir revisão	Nenhuma	2
B	Pedir peças padronizadas	A	15
C	Produzir peças padronizadas	A	10
D	Desenhar peças customizadas	A	13
E	Desenvolvimento de software	A	18
F	Fabricar peças customizadas	C, D	15
G	Montar	B, F	10
H	Testar	E, G	5

8. Você assinou um contrato para construir uma garagem para os Simpsons. Se concluir o projeto em 15 dias úteis, você receberá um bônus de US\$ 500. O contrato também contém uma cláusula penal, segundo a qual você perderá US\$ 100 por cada dia em que o projeto exceder 15 dias úteis.

Desenhe uma rede de projeto com as informações a seguir. Realize o caminho de ida e o caminho de volta, calcule as folgas de atividade e identifique o caminho crítico. Você acha que receberá um bônus ou uma multa neste projeto?

ID	Descrição	Predecessora	Tempo (dias)
A	Colocar fundações	Nenhuma	3
B	Levantar estrutura	A	4
C	Telhado	B	4
D	Janelas	B	1
E	Portas	B	1
F	Elétrica	B	3
G	Instalação preliminar	C, D, E, F	2
H	Controle do portão	E, F	1
I	Pintura	G, H	2
J	Limpeza	I	1

9. Você está criando uma base de dados de clientes para o time Modesto Nuts, da liga de beisebol infantil. Desenhe uma rede de projeto com as informações a seguir. Realize o caminho de ida e caminho de volta, calcule as folgas de atividade e identifique o caminho crítico.

Quanto este projeto demorará? Quão sensível é o cronograma da rede? Calcule a folga livre e a folga total para todas as atividades não críticas.

ID	Descrição	Predecessora	Tempo (dias)
A	Design de sistemas	Nenhuma	2
B	Design do subsistema A	A	1
C	Design do subsistema B	A	1
D	Design do subsistema C	A	1
E	Programa A	B	2
F	Programa B	C	2
G	Programa C	D	2
H	Teste do subsistema A	E	1
I	Teste do subsistema B	F	1
J	Teste do subsistema C	G	1
K	Integração	H, I, J	2
L	Teste de integração	K	1

10. J. Wold, gerente de projetos da Print Software, Inc., quer que você elabore uma rede de projeto; calcule os tempos cedo, tarde e de folga das atividades; determine a duração planejada do projeto; e identifique o caminho crítico. Seu assistente coletou as seguintes informações para o Projeto de Software de Drivers de Impressora em Cores:

ID	Descrição	Predecessora	Tempo
A	Especificações externas	Nenhuma	8
B	Revisar atributos de design	A	2
C	Documentar novos atributos	A	3
D	Escrever software	A	60
E	Programar e testar	B	60
F	Editar e publicar notas	C	2
G	Revisar manual	D	2
H	Site alfa	E, F	20
I	Imprimir manual	G	10
J	Site beta	H, I	10
K	Fabricar	J	12
L	Lançar e remeter	K	3

Exercícios computacionais

15. O departamento de planejamento de uma empresa de eletrônicos estabeleceu as atividades de desenvolvimento e produção de um novo mp3 player. Dadas as informações a seguir, desenvolva uma rede de projeto usando o Microsoft Project. Assuma uma semana útil de cinco dias e que o projeto começa em 4 de janeiro de 2016.

ID da atividade	Descrição	Predecessora da atividade	Tempo de atividade (semanas)
1	Estafe	Nenhuma	2
2	Desenvolver programa para o mercado	1	3
3	Selecionar canais de distribuição	1	8
4	Patente	1	12
5	Produção do piloto	1	4
6	Mercado de teste	5	4
7	Promoção publicitária	2	4
8	Preparar para produção	4, 5	16

A equipe pediu que você criasse uma rede para o projeto e determinasse se ele pode ser concluído em 45 semanas.

16. Usando o Microsoft Project, monte a rede e determine o caminho crítico da Fase 1 do projeto. A semana útil do projeto será de 5 dias (de segunda a sexta).

Projeto do resort de esqui de Whistler

Dado o fato de que número de visitantes esquiadores de Whistler, B. C., Canadá vem crescendo em uma velocidade promissora, a Associação de Esqui de Whistler está considerando construir outro complexo de esqui. Os resultados de um recente estudo de viabilidade econômica de membros do estafe mostram que um complexo de resort de inverno próximo ao pé da montanha Whistler poderia ser um empreendimento muito lucrativo. A área é acessível de carro, ônibus, trem e avião. O conselho de administração aprovou a construção do complexo de 10 milhões de dólares recomendado pelo estudo. Infelizmente, dada a curta estação de verão, o complexo terá que ser construído em estágios. O primeiro (ano 1) compreenderá um albergue diurno, teleférico de cadeira, reboque por corda, casa de geração (de eletricidade) e um estacionamento para 400 carros e 30 ônibus. O segundo e terceiro estágios incluirão um hotel, ringue de patinação, piscina, lojas, mais dois teleféricos de cadeira e outras atrações. O conselho decidiu que o estágio 1 deve começar até 1º de abril, sendo concluído até 1º de outubro, a tempo para a estação de esqui seguinte. A você foi atribuída a tarefa de gerente do projeto, e é sua incumbência coordenar o pedido de materiais e as atividades de construção para assegurar que ele seja concluído até a data requerida.

Depois de investigar depois de pesquisar as possíveis fontes de materiais, você é confrontado pelas seguintes estimativas de tempo: os materiais do teleférico de cadeira e do reboque por corda demorarão 30 e 12 dias, respectivamente, para chegar após o pedido ser enviado; a madeira para o albergue diurno, a cobertura do gerador e as fundações levarão 9; os materiais de elétrica e hidráulica do albergue diurno, 12; o gerador, 12 também. Antes da construção em si poder se iniciar nas várias instalações, deve-se construir uma estrada até o local; isso demorará 6 dias. Assim que a estrada estiver pronta, pode-se começar a limpar o terreno simultaneamente nos locais do albergue diurno, da casa de geração, do teleférico de cadeira e do reboque por corda, o que tomará para cada local 6, 3, 36 e 6 dias, respectivamente. A limpeza das principais pistas de esqui pode se iniciar após a área do teleférico ser limpa, isso demorará 84 dias.

As fundações do albergue tomarão 12 dias até serem concluídas. A construção da estrutura principal levará mais 18 dias. Após a estrutura ser finalizada, as instalações elétrica e hidráulica podem ser feitas concorrentemente. Elas devem tomar 24 e 30 dias, respectivamente. Por fim, o acabamento do albergue pode começar; isso demorará 36 dias.

A instalação das torres do teleférico (67 dias) pode se iniciar após o terreno ser limpo, a madeira ser entregue e a fundação concluída (6 dias). Também, após a limpeza do terreno do teleférico, pode-se iniciar a construção de uma estrada permanente até as torres superiores; isso demo-

rará 24 dias. Enquanto as torres estão sendo instaladas, pode-se instalar o motor elétrico de propulsão do teleférico em 24 dias. Após a conclusão das torres e a instalação do motor, o cabo exigirá 3 dias para ser instalado e as cadeiras, mais 12.

A instalação das torres para o reboque por corda pode começar após o terreno ser limpo e as fundações, armadas e colocadas; são necessários quatro dias para armar a fundação, verter o concreto e deixá-lo curar, e 20 dias para instalar as torres do reboque. Enquanto as torres estão sendo erguidas, pode-se instalar o motor elétrico de propulsão do reboque; esta atividade demorará 24 dias. Após as torres e o motor serem instalados, o reboque pode ser encordoado em um dia. O estacionamento pode ser limpo após o reboque por corda ser finalizado; esta tarefa demorará 18 dias.

As fundações da casa de geração e do albergue podem se iniciar ao mesmo tempo; isso demorará seis dias. A estrutura principal da casa de geração pode se iniciar após as fundações estarem concluídas, o que demorará 12 dias. Após a estrutura ser montada, o gerador a diesel pode ser instalado em 18 dias. Agora, pode se iniciar o acabamento da casa de geração, que tomará mais 12 dias.

Incumbência:

1. Identifique o caminho crítico da sua rede.
2. O projeto pode ser concluído até 1º de outubro?

Projeto de pré-instalação de disco óptico

17. A equipe do projeto de disco óptico começou a reunir as informações necessárias para desenvolver a rede do projeto – atividades predecessoras e tempos de atividade em semanas. Os resultados da sua reunião constam na tabela a seguir.

Atividade	Descrição	Duração	Predecessora
1	Definir escopo	6	Nenhuma
2	Definir os problemas do cliente	3	1
3	Definir registros de dados e relações	5	1
4	Requisitos de armazenamento em massa	5	2, 3
5	Análise de necessidade de consultoria	10	2, 3
6	Preparar rede de instalação	3	4, 5
7	Estimar custos e orçamento	2	4, 5
8	Desenhar sistema de "ponto" de seção	1	4, 5
9	Redigir solicitação de proposta	5	4, 5
10	Compilar lista de fornecedores	3	4, 5
11	Elaborar sistema de controle gerencial	5	6, 7
12	Elaborar relatório comparativo	5	9, 10
13	Comparar "filosofias" de sistema	3	8, 12
14	Comparar instalação total	2	8, 12
15	Comparar custo do suporte	3	8, 12
16	Comparar nível de satisfação do cliente	10	8, 12
17	Atribuir pontos por filosofia	1	13
18	Atribuir custo da instalação	1	14
19	Atribuir custo do suporte	1	15
20	Atribuir pontos por satisfação do cliente	1	16
21	Selecionar o melhor sistema	1	11, 17, 18, 19, 20
22	Fazer o pedido do sistema	1	21

A equipe do projeto pediu que você criasse uma rede para o projeto e determinasse se ele pode ser concluído em 45 semanas.

Exercícios com tempos de espera

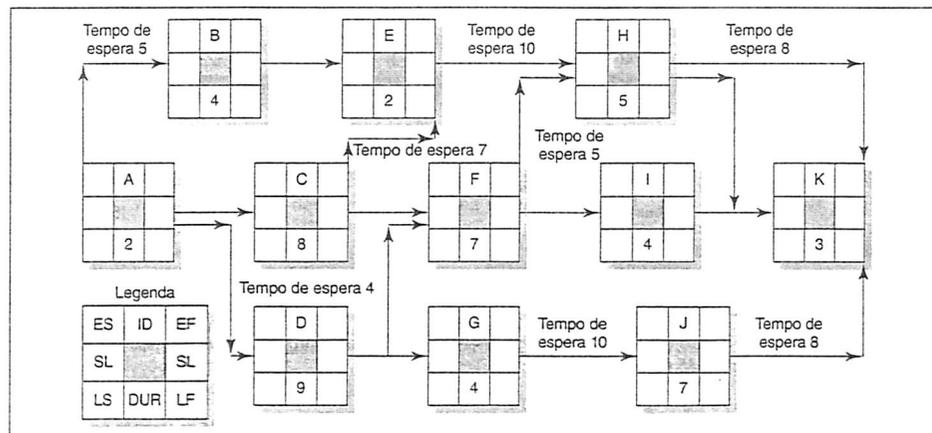
18. A partir das informações seguintes, desenhe a rede do projeto. Calcule os tempos cedo, tarde e de folga de cada atividade. Identifique o caminho crítico (dica: desenhe primeiro as relações de fim para início).

ID	Duração	Predecessora fim para início	Tempo de espera fim para início	Relações de tempo de espera adicional	Tempo de espera
A	5	Nenhuma	0	Nenhuma	0
B	10	A	0	Nenhuma	0
C	15	A	0	Início-fim C para D	20
D	5	B	5	Início-início D para E	5
E	20	B	0	Fim-fim D para E	25
F	15	D	0	Fim-fim E para F	0
G	10	C	10	Fim-fim G para F	10
H	20	F	0	Nenhuma	0

19. A partir das informações seguintes, desenhe a rede do projeto. Calcule os tempos cedo, tarde e de folga para a rede do projeto. Quais atividades do caminho crítico têm apenas o início ou o fim da atividade no caminho crítico?

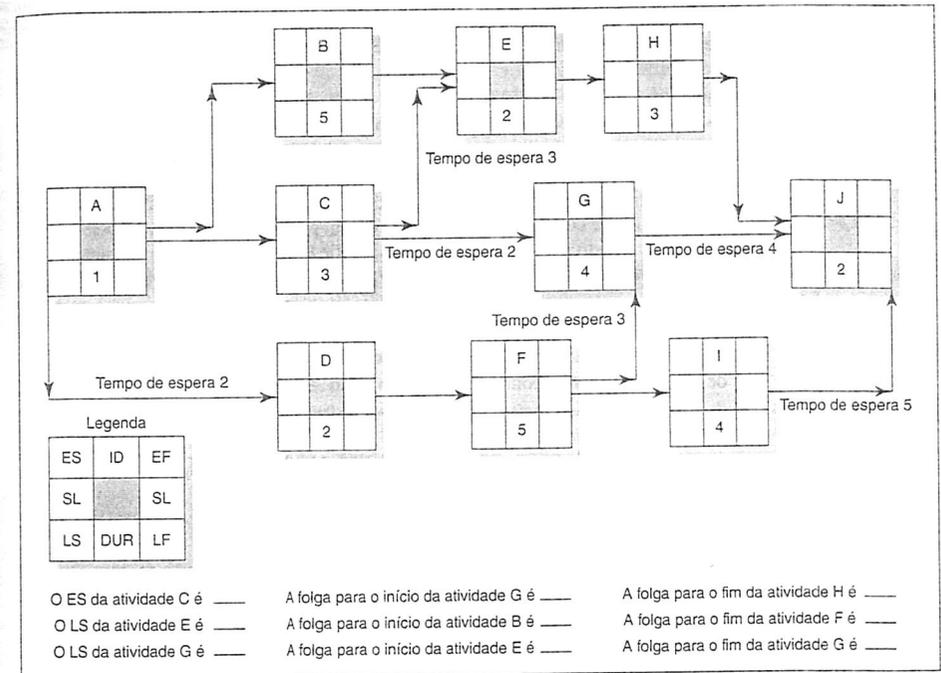
ID	Duração	Predecessora fim para início	Tempo de espera fim para início	Relações de tempo de espera adicional	Tempo de espera
A	2	Nenhuma	0	Nenhuma	0
B	4	A	0	Nenhuma	0
C	6	A	0	Fim-fim C para F	7
D	8	A	0	Nenhuma	0
E	18	B	0	Fim-fim E para G	9
F	2	C	10	Nenhuma	0
G	5	F	0	Início-início G para H	10
H	5	Nenhuma	0	Nenhuma	0
I	14	E	0	Fim-fim I para J	5
J	15	G, H	0	Nenhuma	0

20. Dadas as informações dos seguintes exercícios, calcule os tempos cedo, tarde e de folga da rede do projeto. Quais atividades do caminho crítico têm apenas o início ou o fim da atividade no caminho crítico?



* As soluções dos exercícios constam no Apêndice 1.

21. Dada a rede seguinte, calcule os tempos cedo, tarde e de folga para cada atividade.



Projeto CyClon

22. A equipe do projeto CyClon começou a reunir as informações necessárias para desenvolver a rede do projeto – atividades predecessoras e tempos de atividade em dias. Os resultados da sua reunião constam na tabela a seguir:

Atividade	Descrição	Duração	Predecessora
1	Projeto CyClon		
2	Design	10	
3	Obter peças para o protótipo	10	2
4	Fabricar peças	8	2
5	Montar protótipo	4	3,4
6	Teste de laboratório	7	5
7	Teste de campo	10	6
8	Ajustar design	6	7
9	Pedir componentes de estoque	10	8
10	Pedir componentes customizados	15	8
11	Montar unidade de produção de teste	10	9,10
12	Testar unidade	5	11
13	Documentar resultados	3	12

Parte A. Criar uma rede baseada nessas informações. Quanto este projeto demorará? Qual é o caminho crítico?

Parte B. Fazendo uma revisão posterior, a equipe reconhece que deixou passar três tempos de espera de fim para início. Solicitar as peças para o protótipo envolverá apenas dois dias de trabalho, mas as peças demorarão oito dias para ser entregues. Da mesma forma, Pedir componentes de estoque consome dois dias de trabalho e oito até a entrega, e Pedir componentes customizados, dois dias de trabalho e 13 até a entrega.

Reconfigure o cronograma do CyClon inserindo as três defasagens de fim para início. Qual o impacto desses tempos de espera sobre o cronograma original? E sobre a quantidade de trabalho necessária para concluir o projeto?

Parte C. A gerência ainda não está satisfeita com o cronograma e quer o projeto concluído o mais breve possível. Infelizmente, eles não estão dispostos a aprovar recursos extras. Um membro da equipe apontou que a rede continha apenas relações de fim para início e que talvez fosse possível reduzir a duração do projeto criando-se tempos de espera de início para início. Após muito deliberar, a equipe concluiu que as seguintes relações poderiam ser convertidas em tempos de espera de início para início.

- Obter peças para o protótipo poderia se iniciar 6 dias após o início de design.
- Fabricar peças poderia se iniciar nove dias após o início de design.
- Teste de laboratório poderia começar um dia depois do início de montar protótipo.
- Teste de campo poderia se iniciar cinco dias após o início de Teste de laboratório.
- Ajustar design poderia começar sete dias após o início de Teste de campo.
- Pedir componentes de estoque e Pedir componentes customizados poderiam começar cinco dias após Ajustar design.
- Testar unidade poderia começar nove dias após o início de Montar unidade de produção de teste.
- Documentar resultados poderia se iniciar três dias após o início de Testar unidade.

Reconfigure o cronograma do CyClon inserindo todas as nove defasagens de início para início. Qual o impacto dessas defasagens sobre o cronograma original (Parte A)?

Quanto este projeto demorará?

Há mudanças no caminho crítico?

Há mudanças na sensibilidade da rede?

Por que a gerência gostaria desta solução?

Referências

- Gantt, H. L., *Work, Wages and Profit*, published by *The Engineering Magazine*, New York, 1910; republished as *Work, Wages and Profits* (Easton, PA: Hive Publishing Company, 1974).
- Kelly, J. E., "Critical Path Planning and Scheduling: Mathematical Basis," *Operations Research*, 9 (3) May-June 1961, pp. 296-321.
- Levy, F. K., G. L. Thompson, and J. D. West, "The ABCs of the Critical Path Method," *Harvard Business Review*, 41 (5) 1963, pp. 98-108.
- Rosenblatt, A., and G. Watson, "Concurrent Engineering," *IEEE Spectrum*, July 1991, pp. 22-37.
- Turtle, Q. C., *Implementing Concurrent Project Management* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall), 1994.

Caso Migração do centro de dados da Advance Energy Technology*

Brian Smith, administrador de rede da Advanced Energy Technology (AET), recebeu a responsabilidade de implementar a migração de um grande centro de dados para uma nova sede. É necessário um planejamento cuidadoso, pois a empresa trabalha na indústria do petróleo, que é altamente competitiva. Ela é uma das cinco empresas nacionais de software que fornecem um pacote

de contabilidade e gerenciamento de negócios para intermediários de petróleo e distribuidoras de gasolina. Faz alguns anos, a AET entrou no ramo dos "provedores de serviços de aplicação". O grande centro de dados da empresa dá aos clientes acesso remoto à suíte completa de sistemas de software de aplicação da AET. Tradicionalmente, uma das principais vantagens competitivas da AET é sua comprovada confiabilidade em TI. Devido à complexidade deste projeto, Brian terá de utilizar um método paralelo de implementação. Embora isso aumente os custos do projeto, uma abordagem paralela é essencial para que não se comprometa a confiabilidade.

Atualmente, a central de dados da AET está situado no segundo andar do prédio reformado de um antigo banco, no centro de Corvallis, Oregon. A empresa está se mudando para um novo prédio de um andar, localizado no complexo industrial inaugurado recentemente do Aeroporto Internacional de Corvallis. Em 1º de fevereiro, Brian é formalmente incumbido da tarefa pelo vice-presidente de operações, Dan Whitmore, com as seguintes diretrizes:

- Do início ao fim, estima-se que todo o projeto levará de três a quatro meses para ser finalizado.
- É essencial que os 235 clientes da AET não sofram paralisações.

Whitmore orienta Brian a voltar ao Comitê Executivo em 15 de fevereiro, com uma apresentação sobre o escopo do projeto que contemple custos, cronograma "preliminar" e proposta de membros da equipe do projeto.

Brian teve algumas conversas preliminares com alguns gerentes e diretores de cada um dos departamentos funcionais da AET e, então, combinou para 4 de fevereiro uma reunião de um dia inteiro para tratar do escopo com gerentes e representantes técnicos de operações, de sistemas de instalações e aplicações. A equipe de escopo determinou o seguinte:

- Três a quatro meses é cronograma de projeto exequível, sendo a estimativa preliminar de custo na ordem de US\$ 80 mil a US\$ 90 mil (isso inclui o upgrade de infraestrutura do novo local).
- Crítica para o requisito "sem paralisação" é a necessidade de depender do "hot site" remoto de recuperação de desastre da AET para plena funcionalidade.
- Brian atuará como gerente de projeto de uma equipe consistindo de um membro de cada estafe – instalações, operações/sistemas, operações/telecomunicações, sistemas e aplicações e atendimento ao cliente.

O relatório de Brian para o Comitê Executivo foi recebido positivamente e, após algumas modificações e recomendações, ele foi formalmente incumbido da responsabilidade pelo projeto. Brian recrutou sua equipe e marcou a primeira reunião (1º de março) como a tarefa inicial do processo de planejamento do projeto.

Depois disso, Brian pode contratar os empreiteiros para reformar o novo centro de dados. Durante esse tempo, ele pensará em como desenhar a rede, estimando que a triagem e contratação do empreiteiro levarão cerca de 1 semana e o desenho da rede, cerca de 2. O novo centro exige um novo sistema de ventilação. Os requisitos do fabricante incluem uma temperatura ambiente de 18°C para manter todos os servidores de dados funcionando na velocidade ideal. O sistema de ventilação tem um prazo de fornecimento de três semanas. Brian também precisará encomendar racks novos para sustentar os servidores, interruptores e outros aparelhos de rede. Os racks têm um tempo de entrega de duas semanas.

O supervisor do centro de dados solicitou que Brian substituísse todas as fontes de energia e cabos de dados velhos. Brian terá que pedi-los também. Como tem uma ótima relação com os fornecedores, eles garantem que o prazo das fontes e cabos será de apenas uma semana. Após o novo sistema de ventilação e os racks chegarem, Brian pode começar a instalá-los. Demorará uma semana para instalar o sistema de ventilação, e três para os racks. A reforma do novo centro de dados pode começar assim que os empreiteiros tenham sido contratados. Eles dizem a Brian que a obra levará 20 dias. Após a obra começar e Brian tiver instalado o sistema de ventilação e os racks, o fiscal da prefeitura precisa aprovar a construção do piso elevado.

O fiscal levará dois dias para aprovar a infraestrutura. Depois da fiscalização e da chegada das novas fontes de energia e cabos, Brian poderá instalar as fontes e fazer o cabeamento. Ele estima que são necessários cinco dias para instalar as fontes e uma semana para passar todo o cabeamento de dados. Antes de Brian poder definir uma data real para tirar a rede do ar e transferi-la para o hot

* Elaborado por James Moran, professor de gerenciamento de projetos da Faculdade de Administração de Universidade do Estado de Oregon.

site remoto, ele precisa da aprovação de cada uma das unidades funcionais (“Aprovação da transferência”). As reuniões com todas as unidades funcionais demandarão uma semana. Durante esse período, ele pode iniciar uma checagem de energia para ver se todos os racks têm voltagem suficiente. Isso só exige um dia.

Ao concluir a checagem e energia, ele pode usar uma semana para instalar seus servidores de teste que verificarão todas as funções primárias da rede e atuarão como salvaguarda antes de a rede ser tirada do ar. As baterias precisam ser carregadas, a ventilação deve ser instalada e os servidores devem estar ativos e funcionando para que a gerência tenha certeza de que a nova infraestrutura é segura, o que levará dois dias. Eles, então, assinarão a verificação de Sistemas Primários, o que toma um dia de muitas reuniões. Eles também definirão uma data oficial para a mudança da rede.

Brian está contente por tudo ter ido bem até o momento e está seguro de que a mudança também será tranquila. Agora que há uma data oficial definida, a rede será desligada por um dia. Brian precisa passar todos os componentes dela para o novo centro de dados e fará a mudança durante o fim de semana – dois dias –, quando o tráfego de usuários é mínimo.

INCUMBÊNCIA

1. Crie uma matriz de prioridades para a mudança do sistema da AET.
2. Desenvolva uma EAP para o projeto de Brian. Inclua duração (dias) e predecessores.
3. Utilizando uma ferramenta de planejamento de projeto, crie um diagrama de rede para este projeto.

Observação: baseie seu plano nas seguintes diretivas: dias de oito horas, semanas de cinco dias (exceto quando Brian transportar os componentes da rede no fim de semana), nenhum feriado, 1º de março de 2010 é a data de início do projeto. Pedido de Sistema de Ventilação, Racks Novos e Fontes de Energia/Cabos tomam apenas um dia de trabalho efetivo. Os dias restantes constituem o tempo necessário para que os fornecedores processem e remetam o pedido para Brian. Portanto, use as defasagens de fim para início. Pressuponha que o piso elevado estará pronto para a fiscalização cinco dias após o início da Reforma do Centro de Dados (tempo de espera de início para início).

Caso Caso do estádio Greendale

A G&E Company está se preparando para fazer uma proposta de construção do estádio de beisebol Greendale, com 47 mil assentos. A obra deve começar em 1º de julho de 2015, sendo finalizada a tempo para o início da temporada de 2018. O contrato prevê uma cláusula de multa de US\$ 100 mil por dia de atraso a partir de 20 de maio de 2018.

Ben Keith, o presidente da empresa, expressou otimismo quanto à obtenção do contrato, revelando que a empresa poderia lucrar até US\$ 2 milhões em cima do projeto. Ele também disse que, se houver êxito, as perspectivas para projetos futuros são muito boas, pois projeta-se uma revitalização da construção de campos desportivos clássicos com modernos camarotes de luxo.

INCUMBÊNCIA

Dadas as informações constantes na Tabela 6.3, elabore uma rede de projeto para o estádio, respondendo às seguintes perguntas:

1. O projeto conseguirá ser concluído até o prazo de 20 de maio? Quanto ele demorará?
2. Qual é o caminho crítico do projeto?
3. Com base no cronograma, você recomendaria que a G&E batalhe por esse contrato? Por quê? Inclua um gráfico de Gantt para o cronograma do estádio.

APÊNDICE DO CASO: DETALHES TÉCNICOS DO ESTÁDIO DE BEISEBOL GREENDALE

O estádio de beisebol é uma estrutura externa com uma cobertura retrátil. O projeto começa com a limpeza do terreno, uma atividade que dura 70 dias. Em seguida, pode-se começar a trabalhar

TABELA 6.3
Caso do estádio
Greendale

ID	Atividade	Duração	Predecessor(as)
1	Estádio de beisebol		
2	Limpar terreno do estádio	70 dias	—
3	Demolir edificação	30 dias	2
4	Montar canteiro de obras	70 dias	3
5	Colocar estacas de suporte	120 dias	2
6	Concretar anel inferior	120 dias	5
7	Concretar arquibancada principal	120 dias	3, 6
8	Instalar campo	90 dias	3, 6
9	Construir anel superior de aço	120 dias	3, 6
10	Instalar cadeiras	140 dias	7, 9
11	Construir camarotes de luxo	90 dias	7, 9
12	Instalar telão	30 dias	7, 9
13	Infraestrutura do estádio	120 dias	7, 9
14	Construir cúpula de aço	75 dias	10
15	Instalação dos refletores	30 dias	14
16	Construir suportes da cobertura	90 dias	6
17	Construir cobertura	180 dias	16
18	Instalar trilhos da cobertura	90 dias	16
19	Instalar cobertura	90 dias	17, 18
20	Vistoria	20 dias	8, 11, 13, 15, 19

simultaneamente na estrutura em si e na demolição de um canteiro de obras adjacente. Essa demolição é necessária para criar um depósito de materiais e equipamentos. São 30 dias para demolir as edificações e mais 70 dias para montar o canteiro de obras.

O trabalho no estádio começa colocando-se 160 estacas de suporte, o que levará 120 dias. Na sequência, vem a concretagem do anel inferior (120 dias). Após isso e o canteiro de obras estar montado, podem ser feitas a concretagem da arquibancada principal (120 dias), a instalação do campo (90 dias) e a construção do anel superior de aço (120 dias).

Após a finalização da arquibancada e do anel superior, pode-se começar a trabalhar simultaneamente na construção dos camarotes de luxo (90 dias) e instalação das cadeiras (140 dias), do telão (30 dias) e da infraestrutura do estádio (120 dias), o que inclui banheiros, vestiários, restaurantes, etc. Após as cadeiras serem instaladas, pode-se construir a cúpula de aço (75 dias), seguida da instalação dos refletores (30 dias).

A cobertura retrátil representa o desafio técnico mais significativo do projeto. Pode-se começar a erigir os suportes do trilho da cobertura (90 dias) após o anel inferior de concreto ser construído. Nesse momento, as dimensões da cobertura podem ser finalizadas e pode-se iniciar a construção da cobertura em um canteiro separado (180 dias). Após os suportes da cobertura serem finalizados, os trilhos podem ser instalados (90 dias). Depois de terminados os trilhos e a cobertura, a cobertura pode ser instalada e ativada (90 dias). Depois de todas as atividades serem concluídas, são necessários 20 dias para vistoriar o estádio.

Para os fins deste caso, pressuponha o seguinte:

1. Observam-se os seguintes feriados: 1º de janeiro, Dia de Tiradentes (penúltima segunda-feira de abril), 9 de julho, Dia da Padroeira do Brasil Nossa Senhora Aparecida (segunda segunda-feira de outubro), Proclamação da República (3ª quinta-feira de novembro, 15 e 16 de novembro).
2. Se um feriado cair em um sábado, a sexta-feira será dada de folga; se cair em um domingo, a segunda-feira será dada de folga.
3. Os operários trabalham de segunda a sexta.