

Projetos

Curso Técnico em Manutenção Eletromecânica - Projetos

© SENAI-SP, 2005

Trabalho organizado e atualizado a partir de conteúdos extraídos da Intranet por Meios Educacionais da Gerência de Educação e CFPs 1.01, 1.13, 1.18, 1.22, 2.01, 3.02, 6.02 e 6.03 da Diretoria Técnica do SENAI-SP.

Equipe responsável

Coordenação	Airton Almeida de Moraes
Elaboração	Marcos Luesch Reis
Conteúdo técnico	Antônio Benedito
	Antônio Germano Evaristo
	Douglas Airoidi
	Everaldo Costa Queiroz
Capa	Ivan de Pádua
	José Joaquim Pecegueiro

SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Departamento Regional de São Paulo
Av. Paulista, 1.313 - Cerqueira César
São Paulo - SP
CEP 01311-923

Telefone (0XX11) 3146-7000
Telefax (0XX11) 3146-7230
SENAI on-line 0800-55-1000

E-mail senai@sp.senai.br
Home page <http://www.sp.senai.br>

Sumário

Conceito de projeto	5
Pesquisa e desenvolvimento	7
Elaboração de projeto	9
Encerramento de projeto	17
Gerência de projetos e técnicas de planejamento	19
Síntese e conclusão	27
Exemplo de memorial descritivo de projeto	29
Referências bibliográficas	35

Conceito de projeto

Em latim, a palavra *projectu* quer dizer: lançado para diante. A origem da palavra incorpora o conceito de idéia que se forma para executar ou realizar algo, no futuro; plano, intenção de fazer alguma coisa. Projeto é, portanto, antes de tudo, ato mental.

Nesse sentido, envolve a definição de um conjunto de atividades que deve existir antes da execução de um produto, serviço ou sistema de informações, dependendo do objetivo que se tenha.

O objetivo de um projeto é sempre satisfazer alguma necessidade específica de um cliente ou consumidor. Deve, portanto, ajustar-se às funções para os quais é pensado e contém, na sua elaboração, todos os aspectos envolvidos na concretização daquilo a que se propõe.

Requer consciência do que fazer, para que fazer e como fazer. Em outras palavras, abarca: conhecimento, tecnologia, criatividade, esforço e dedicação. Abrange, portanto, aplicação de esforço e capacidade humanas para alcançar determinado fim.

Não há regras rígidas para ensinar a elaborar projetos previstos para serem bem-sucedidos. A elaboração é um procedimento individualizado que tem na adequação, o mote para se obter uma correspondência mais exata possível entre o que se pensa e as condições em que se faz. Seu formato depende, portanto, do conjunto de particularidades em que é desenvolvido.

Pesquisa e desenvolvimento

Como a elaboração de um projeto não é um procedimento finito e imutável, mas o resultado da correspondência das idéias que se tem com as condições de lugar e tempo em que deve ser desenvolvido, significa que sempre as idéias iniciais e as condições de desenvolvimento podem ser alteradas.

Pesquisa e desenvolvimento são o conjunto de atividades visando à introdução de inovações tecnológicas no processo produtivo (novos produtos, métodos de produção, materiais, etc.), abrangendo desde a concepção inicial do projeto até os testes de utilização efetiva do produto ou serviço.

São dois sistemas intimamente relacionados e por seu intermédio definem-se formas diferenciadas para produtos já existentes e concretização de novos produtos por meio de inovação tecnológica.

É o que se chama de melhoria e inovação.

Melhoria

A melhoria de um projeto é o procedimento que surge da adaptação ou variação de um projeto anterior. O projeto por melhoria ou por evolução apresenta menos riscos de falhas. Entretanto, oferece menores possibilidades de competição por apresentar poucas novidades ao consumidor.

Exemplo

Evolução dos microprocessadores e microcomputadores.

Inovação

Em indústrias que requerem inovações contínuas como: eletrônica, robótica, medicamentos e indústria aeroespacial, a área de pesquisa e desenvolvimento opera com o objetivo de prover novos produtos para manufatura e processos novos ou melhorados para produzi-los.

Uma dificuldade com relação a esses projetos é a relação entre custos de desenvolvimento e previsão de vendas. Nos primeiros estágios de desenvolvimento, os custos do projeto são normalmente baixos. Em seguida, sobem a um máximo e depois descem lentamente, desaparecendo tão logo as dificuldades de produção sejam superadas e o produto se firme no mercado.

Elaboração de projeto

Como já foi visto, projeto envolve a definição do conjunto de atividades que precede a execução de produto ou serviço. As pessoas que vão estar envolvidas direta ou indiretamente com o projeto precisam inteirar-se do trabalho, tendo uma notícia completa sobre ele.

Para isso, é preciso comunicar o projeto às pessoas interessadas.

Para que a comunicação seja eficaz, é preciso que o projeto seja expresso formalmente. Formalizar um projeto é dar forma adequada a ele, mostrar aos interessados qual é a idéia do trabalho, como ela se justifica, como será realizada, de quantas etapas se compõe.

Para isso, é preciso comunicar com objetividade e clareza tudo que envolve trabalho de modo logicamente articulado, para que os receptores da mensagem percebam a organização do conjunto e a relação entre as partes.

Em outras palavras, para a formalização do projeto, deve-se levar em conta a linguagem tanto na redação quanto na exposição verbal.

Linguagem é tudo quanto serve para expressar e comunicar emoções, idéias, sentimentos, etc. No caso da formalização de um projeto, trata-se expressar idéias por intermédio de linguagem verbal, em sua função referencial. Referencial é relativo a referência - ato de referir, relatar, contar.

A função referencial da linguagem verbal é a que tem como finalidade a comunicação de informações. É conhecida também como linguagem denotativa, que denota, isto é, mostra, indica, diz o que significa cada coisa.

Para que a linguagem cumpra sua função alguns critérios devem ser seguidos como: objetividade na exposição das idéias, clareza, concisão e coerência lógica, dentre outros.

Formalizado desse modo, pode-se ter uma visão geral e das partes componentes do projeto, ordenadas e relacionadas.

Como exemplo de etapas para elaboração de projeto, apresenta-se, a seguir, um modelo. Como não há regras rígidas para ensinar a elaborar projetos, o que se apresenta é um conjunto básico que pode ser expandido, dependendo da situação específica que precisa ser comunicada formalmente.

Seu formato compõe-se basicamente de:

- Estudos preliminares;
- Estudo de viabilidade;
- Projeto definitivo - detalhado;
- Execução de projeto - notas.

Estudos preliminares

Como o nome diz, são estudos que antecedem a feitura do projeto e têm como objetivo, avaliar a existência manifesta ou não de restrições que possam recomendar o abandono da idéia concebida.

Um exemplo seria a constatação de barreiras intransponíveis como dimensões de equipamentos e investimentos incompatíveis com fontes previsíveis de recursos, agressões ao meio ambiente, etc. Caso contrário, o projeto seria possível de ser executado.

Estudo de viabilidade

É o trabalho que indica formalmente se o projeto é viável ou não. Faz parte da fase conceitual, realizada geralmente entre os estudos preliminares da proposta inicial e a aceitação do projeto, que é feita com base no projeto definitivo.

O estudo tem como objetivo principal investigar a exeqüibilidade do projeto - verificar se é possível de ser feito.

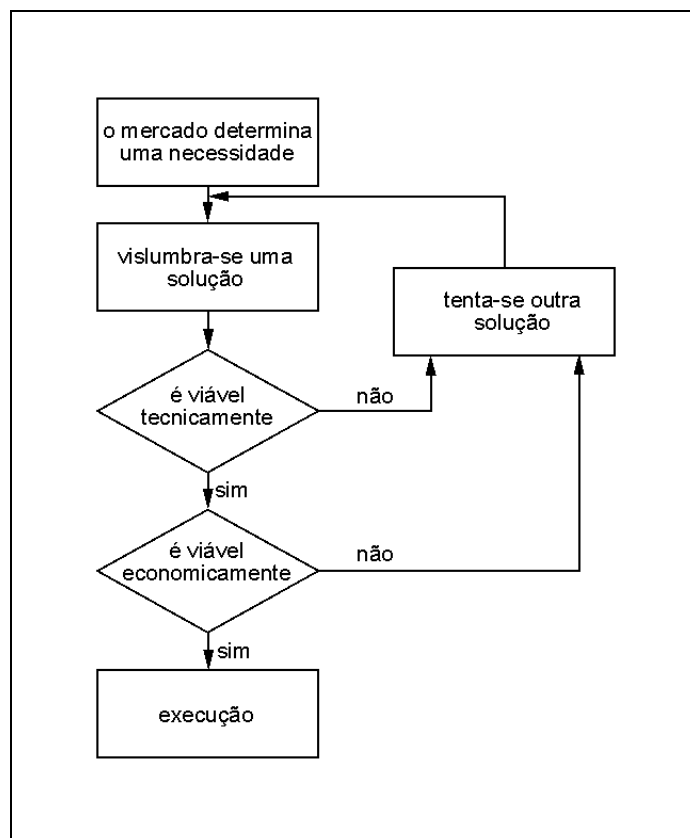
Para isso, o estudo examina: os meios - estratégias e metodologias - para alcance de objetivos, resultados e riscos, aspectos técnicos, custo/benefício e apresenta conclusão sobre cada uma das etapas componentes do projeto.

Como resultado do estudo, monta-se um relatório que legitima ou não a necessidade do projeto, seu conceito, estratégias, estimativa de conclusão, custos, etc. O relatório torna evidente, também, a existência ou não de riscos do projeto.

Alguns projetos, por exemplo, impactam o meio ambiente. Projetos desse tipo, para que possam ser executados, exigem estudo cuidadoso sobre as conseqüências que podem causar ao meio ambiente.

Estudos como esse geram um relatório de impacto ao meio ambiente - RIMA - ou um estudo de impacto ao meio ambiente - EIMA. Nesse âmbito, deve-se levar em conta as legislações ambientais federal, estadual e municipal, e consultar os respectivos órgãos reguladores e fiscalizadores.

Geralmente estudos desse tipo têm alto custo pois precisam ser feitos por especialistas e pesquisadores. Para isso, precisam de financiamento e recursos próprios. Observe no fluxograma, o modelo simplificado de estudo de viabilidade.



Estudo da viabilidade de um projeto

Projeto definitivo

Chama-se definitivo porque nessa etapa é que se definem os limites do trabalho. Enunciam-se os atributos básicos e os específicos de modo que se torne claro o propósito do trabalho.

O projeto definitivo deve apresentar de maneira clara a idéia do que se vai realizar no futuro. O plano a desenvolver deve tornar explícito o que justifica a realização do projeto, seu objetivo, o modo de fazer, indicando o conjunto de técnicas, processos e recursos que vão ser utilizados de modo a tornar claro ao receptor, a concepção geral do trabalho.

Além disso, é preciso fundamentar técnica e cientificamente o projeto com indicação de livros técnicos e revistas científicas que foram consultados. Inclui também cronograma, de modo a informar sobre o tempo de duração de cada atividade do trabalho.

A justificativa expressa no projeto descreve a situação existente que gerou a necessidade de realizá-lo. Responde à pergunta: Por que fazer?

O objetivo designa a finalidade para a qual o trabalho é proposto. Responde à pergunta: O que fazer?

Para enunciar o objetivo de um projeto é conhecida uma regra que ajuda na sua formulação. O enunciado é composto de:

Ação	Definida por um verbo no infinitivo e que deve iniciar a declaração: construir, desenvolver, obter...
Objeto	Sobre o qual a ação é exercida ou da qual ele resulta: Uma ponte, um software, uma simulação...
Requisitos, restrições ou condições complementares	Local, desempenho, tempo...

Exemplo:

Ação + **Objeto** + **Requisito**
 “Colocar o homem na lua até o fim da década”. (Kennedy)

Dando prosseguimento à formalização do projeto definitivo, descreve-se o conjunto de técnicas e processos utilizados para definir a configuração do produto: sua estrutura, operação e aparência, considerando a viabilidade de aspectos técnicos e econômicos. Quanto vai custar, que materiais vão ser empregados, quantas pessoas serão envolvidas, por quanto tempo, que equipamentos serão usados, etc. Nesse momento responde-se à pergunta: Como fazer?

Se houver informações e materiais suplementares em quaisquer meios, a serem anexados para melhor elucidar a proposta, também devem ser incluídos. Não se pode esquecer que inexistente um modelo único de elaboração de projeto. Cada qual necessita adequar-se a sua finalidade específica.

Consideremos, por exemplo, a formalização do projeto de um bem de consumo para produção em massa e distribuição em larga escala. Projetar produtos como esses significa, primeiro, definir sua estrutura, operação e aparência, considerando a viabilidade de aspectos técnicos e econômicos. Envolve ainda, projetar tudo de modo que tenha uma produção eficiente, distribuição e procedimentos de venda mais vantajosos na competição comercial. Trata-se de trabalho de grande complexidade que envolve diferentes aspectos e componentes.

Pesquisa bibliográfica

Sempre que se propõe um projeto, as idéias nele contidas são fundamentadas por livros técnicos, revistas científicas, etc., que divulgam o conhecimento humano acumulado pela leitura, instrução e pesquisa de toda a humanidade.

Os conhecimentos técnicos e científicos referidos no projeto têm importância porque são estruturados com métodos e teorias que visam compreender e orientar as atividades do projeto. Portanto, a justificativa técnica do projeto sempre passa pela pesquisa bibliográfica.

A inclusão de um item referente a Bibliografia demonstra responsabilidade e consciência profissional porque expõe de maneira clara e objetiva o arcabouço de idéias em que se baseia o projeto. Assim, facilita-se a validação técnica do trabalho quanto a sua coerência.

Notas sobre execução de projeto

Execução é a etapa de cumprimento de tudo que foi planejado e definido no projeto. O produto ou serviço é sempre executado de acordo com instruções técnicas contidas em documento de especificações e procedimentos do plano de ação do projeto. Instrumentos como esses são desenvolvidos conforme a necessidade e servem de guia para os executores.

A execução é conduzida de modo mais próximo possível do que foi pensado. De modo geral, durante a execução ocorre:

- Coleta de informações sobre o andamento das atividades;
- Processamento das informações;
- Análise das informações e decisões;
- Ação corretiva.

O objetivo da coleta periódica de informações sobre o andamento das atividades previstas é a identificação de pontos em que há desvio do que foi planejado e do grau de controle que se deseja. Atualmente, com ajuda do computador efetua-se rapidamente o processamento de informações. Desse modo, após coleta de dados, obtêm-se imediatamente relatórios que mostram a situação e a tendência do projeto. Quando o desvio atinge nível além do tolerado, são tomadas ações corretivas para que retorne a seu ritmo planejado. Essa ação corretiva é determinada pelo gerente do projeto juntamente com responsáveis pelo projeto, após análise de informações obtidas.

Check-list

Durante a execução do projeto, algumas pessoas utilizam um check-list ou lista de checagem - lista detalhada de itens a serem conferidos na produção daquilo que o projeto propõe. A finalidade da lista é reunir tudo que seja necessário à execução, sem esquecer nada.

As listas são feitas de acordo com o tipo de projeto em que se trabalha. Pode ser, por exemplo, um check-list para produção de um conjunto mecânico ou para desenho de peça a ser fabricada.

Observe um exemplo de check-list para elaboração de desenho técnico de peça para mecânica:

Check-list para desenho técnico de peça mecânica

Concepção do desenho:

- Solução do desenho - apresentação adequada;
- Representação técnica e completa da peça;
- Adequação a normas técnicas quanto a representação de vistas e seções.

Cotagem:

- Cotas gerais;
- Cotas funcionais.

Referências a processos de produção:

- Acabamento superficial;
- Tratamentos especiais.

Execução do desenho

Correção técnica:

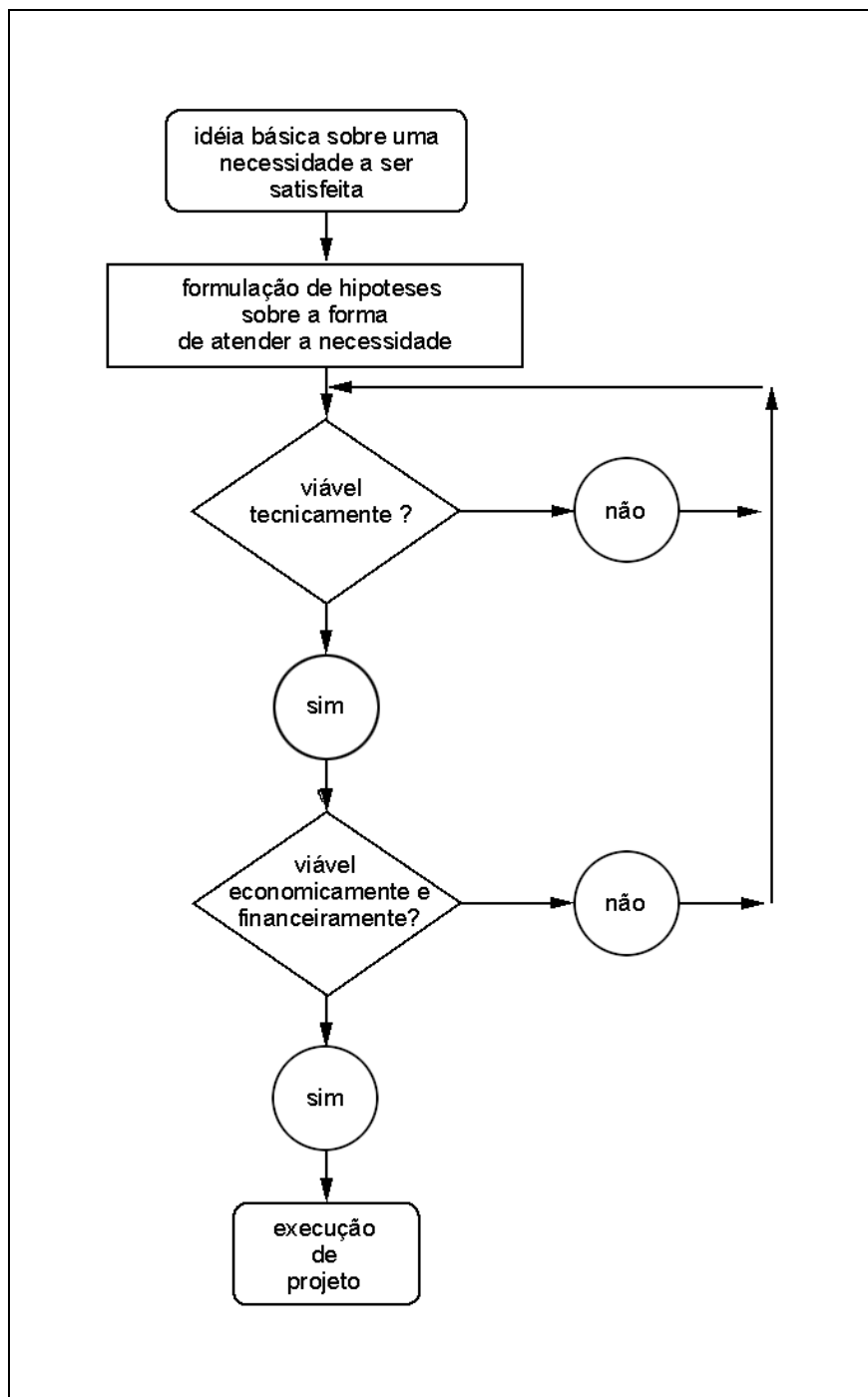
- Representação completa e adequada da peça;
- Linhas auxiliares, projetantes e suas referências;
- Utilização de recursos de simetria, projeção e verdadeira grandeza;
- Nitidez - representação com clareza de linhas, raios, setas, dimensionamento de figuras e colocação de letras.

Aspecto geral do desenho:

- escolha adequada do formato;
- adequação do desenho definitivo a normas vigentes;
- distribuição das partes componentes na folha com clareza e objetividade.

Após a execução, de acordo com o desenho técnico e especificações, é preciso submeter o produto a provas para verificar se sua qualidade, condições de instalação e funcionamento, sob determinadas condições, correspondem àquilo que foi definido pelo projeto.

Observe, na representação a seguir, as etapas de realização de projeto, mostradas em modelo simplificado:



Encerramento de projeto

Este é o ponto além do qual não se pode prosseguir. O objetivo do projeto foi cumprido. Resta ainda cuidar de toda a documentação que o projeto gerou. Deve-se arquivar adequadamente o conjunto de conhecimentos recolhidos e técnicas utilizadas durante o trabalho, atas de reuniões técnicas, critérios de decisão em diferentes pontos críticos da execução, bibliografia, gráficos, dados obtidos, etc.

Todas as informações coletadas são devidamente registradas para que possam ser analisadas e servir de subsídios a atualizações e modificações que o projeto possa ter.

O ato de documentar o conjunto de conhecimentos, técnicas, pesquisas, protótipos, reuniões técnicas, documentos de qualquer natureza abrangendo referências científicas e técnicas do trabalho realizado, tudo enfim, relativo ao projeto e sua execução é, de modo geral, da maior relevância.

Com isso, a empresa ou instituição que desenvolveu o projeto comprova e aumenta sua capacitação e competência, demonstrando que é capaz de avaliar e resolver assuntos ligados a seu âmbito de atuação. Por outro lado, a vivência adquirida na concepção e gestão provem fundamentação para futuros projetos a serem realizados.

Elaboração de projeto não é um ato isolado.

Gerência de projetos e técnicas de planejamento

A gerência de projeto cuida da supervisão e coordenação de todos os procedimentos relacionados à concretização de produto ou serviço específico, desde o planejamento até a produção e a venda. Gerir equivale a administrar - manter sob controle todo o grupo de atividades relativas ao projeto, a fim de obter o melhor resultado.

Gerentes de projeto freqüentemente enfrentam a tarefa de controlar projetos que contêm fatores desconhecidos e imprevisíveis.

Para auxiliar nessa tarefa, existem instrumentos específicos que são recursos empregados para o acompanhamento das atividades de um projeto e conseguir o resultado planejado.

Apresentam-se, a seguir, de modo geral, alguns deles: o diagrama de Gantt, o programa de avaliação e técnica de revisão - PERT - e o método do caminho crítico - CPM.

Acompanhamento com o diagrama de Gantt

Quando os projetos a acompanhar não são complexos, gráficos de barra podem ser usados satisfatoriamente para planejamento e controle de atividades.

O mais conhecido deles é o diagrama de Gantt ou gráfico de Gantt.

Henry L. Gantt (1861-1919) foi estudioso da eficiência produtiva e do desempenho no trabalho. Sua contribuição mais famosa para prática da administração foi o gráfico que leva seu nome e que é usado até hoje para controle de tempo, utilização de recursos, inventários, produtividade, etc.

Trata-se de quadro representativo que permite visualizar facilmente a distribuição das etapas do projeto ao longo de um calendário correspondente a seu tempo de duração.

O quadro tem representação gráfica sobre dois eixos:

- No vertical, são dispostas as tarefas do projeto;
- No horizontal, representa-se o tempo que cada uma delas gasta.

A representação gráfica da previsão da execução de um trabalho, na qual se indicam os prazos em que se deverão executar as suas diversas fases chama-se cronograma.

O gráfico de Gantt é conhecido também como cronograma de barras. Observe, a seguir, exemplo do gráfico de Gantt empregado no controle do projeto de construção de uma casa:

Planejamento																														
Projeto	Dias																													
Construção de uma casa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Alicerce	■		A																											
Fundações			■	■	■	■	B																							
Alvenaria																														
Esgoto																														
Telhado																														
Piso																														
Instal. elétrica																														
Instal. hidráulica																														
Carpintaria																														
Pintura externa																														
Pintura interna																														
Limpeza																														

Por intermédio desse quadro pode-se dividir o projeto em atividades ou tarefas e controlá-las para alocação de recursos semanais necessários ao desenvolvimento dos trabalhos.

À medida que o trabalho progride, o progresso é registrado no gráfico. Podem ser feitas também, estimativas sobre o efeito de atrasos e dificuldades na consecução do projeto.

PERT e CPM

Entre 1950 e 1960 métodos mais sofisticados de planejamento de projetos foram desenvolvidos. Dois sistemas baseados na representação de atividades em rede surgiram praticamente ao mesmo tempo. São eles:

- PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) - Programa de avaliação e técnica de revisão;
- CPM (*The Critical Path Method*) - O método do caminho crítico.

O PERT foi usado primeiramente para desenvolvimento de submarinos capazes de disparar mísseis Polaris. O CPM foi usado para gerenciar o trabalho anual de manutenção de uma refinaria de óleo e produtos químicos.

Muitas variações e extensões dessas duas técnicas originais estão agora em uso e foram aprovadas particularmente em projetos que requerem trabalho coordenado de centenas de contratos terceirizados.

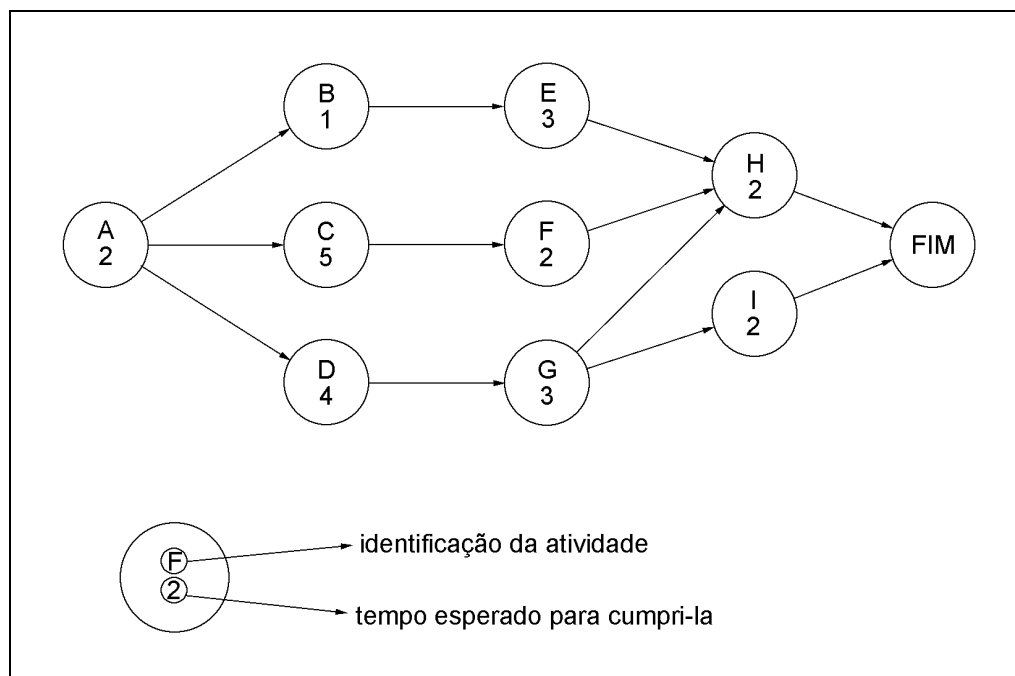
O uso de PERT e CPM é agora comum em todos os tipos de trabalho de engenharia e construção civil como também em projetos para desenvolvimento em larga escala como manufatura de aeronaves, mísseis, veículos espaciais e grande número de redes para sistemas de computador.

A aplicação da técnica PERT permite ter uma visão probabilística do andamento do projeto. Por intermédio dela, consegue-se estimar para cada atividade um tempo otimista - tempo curto - e um tempo pessimista - tempo longo. Com essa visão é possível identificar no gráfico, as atividades que compõem o *caminho crítico* - conjunto de atividades mais problemáticas e sérias - do projeto.

A elaboração do PERT ou *diagrama de setas* demanda tempo mas é importante auxílio de trabalho porque indica relações, atividades, estimativa de tempos, etc. Ajuda, portanto no desenvolvimento e no controle do projeto.

Diagrama de rede

A figura a seguir mostra um exemplo simples de rede, ou diagrama de seta, usado no desenvolvimento de componente eletrônico para sistema complexo.



Cada círculo no diagrama representa uma tarefa ou atividade claramente definida que é parte do projeto.

O número em cada círculo representa o tempo esperado para se completar a atividade.

A atividade A, por exemplo, requer 2 semanas para ser cumprida e representa o desenvolvimento de especificações gerais para uma unidade eletrônica em questão.

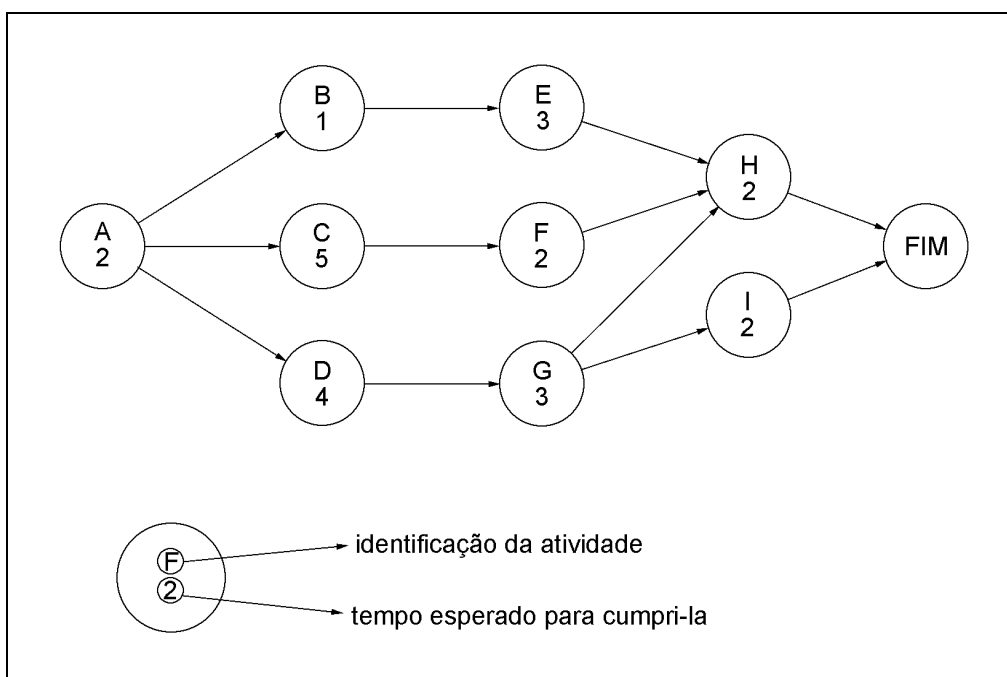
As atividades B e E podem representar duas partes relacionadas do planejamento da unidade de suprimento de força e C e F podem ser o planejamento para o circuito controlador.

As setas indicam a procedência das relações e descreve quais atividades devem ser completadas antes de a atividade subsequente começar.

Neste exemplo, as atividades B, C e D não podem começar até que A tenha sido completada. Nenhum outro planejamento específico pode ser feito antes que especificações gerais tenham sido resolvidas.

A atividade H requer 2 semanas para completar mas não pode ser começada até que os planejamentos de suprimento de força e funcional (B e E) e os circuitos de controle (C e F) estejam completados.

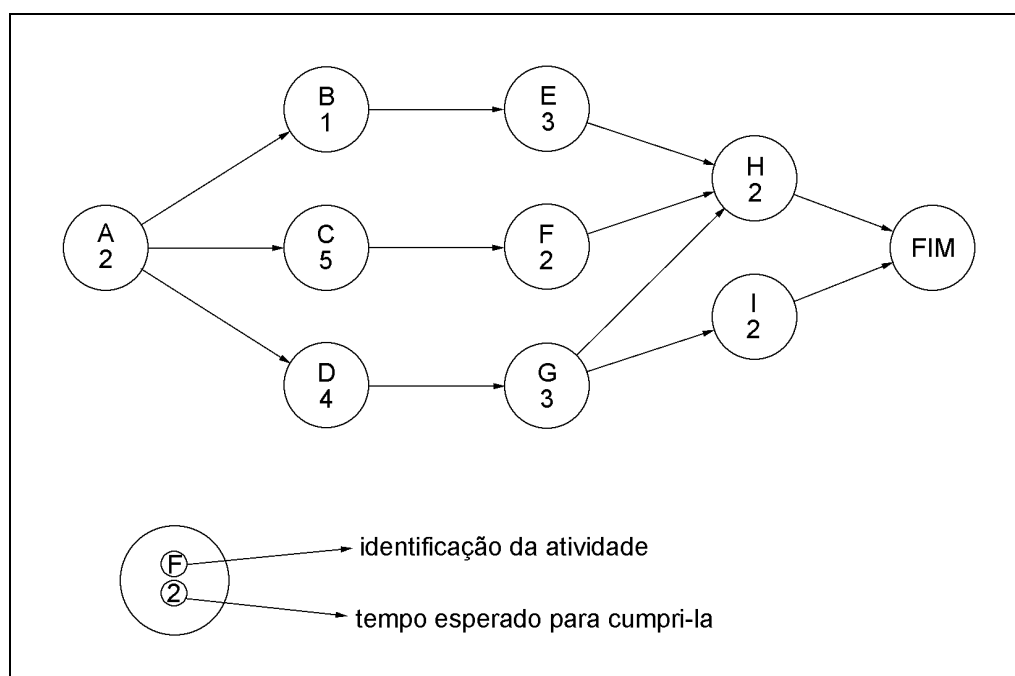
Esta atividade pode representar o planejamento do caso de uma unidade e o caso não pode ser finalizado sem que todos os planejamentos de componentes estejam completados.



Neste exemplo, o mais longo ou o *caminho crítico* é composto por A-C-F-H. Requer um tempo total de 11 semanas, um tempo bem mais curto que a soma de todos os tempos - 24 semanas.

O diagrama de setas acrescenta, portanto, informações adicionais ao planejador de projetos. O tempo mais curto possível para que a atividade H possa ser começada é 9 semanas, após o início do projeto, isto é, depois das atividades A, C e F terem sido completadas.

Quando a atividade A estiver completa no fim de 2 semanas, as atividades B e E não precisam iniciar imediatamente para completar o projeto no mínimo espaço de tempo. B e E têm uma folga de 3 semanas.



O diagrama mostra que se a atividade B for começada 3 semanas mais tarde que seu tempo mais otimista - na semana 5 - ela poderia ser completada no fim da semana 5.

A atividade E poderia então iniciar no começo da semana 6 e ser completada em tempo para H começar em seu tempo mais otimista, no início da semana 10.

A noção de flexibilização do tempo em uma rede de projeto é um conceito poderoso que permite ao planejador agendar recursos escassos de modo eficiente e gerenciar pessoas e equipamentos de tal modo que atividades críticas sejam mantidas na agenda e atividades com folga sejam postergadas, sem colocar em risco o projeto.

Este exemplo simples é baseado na lógica do CPM. Usa tempo de atividade em ponto simples, estima e assume que o término do projeto é a simples soma de cada atividade pelos tempos ao longo do caminho crítico.

A lógica do PERT é probabilística. Estima para cada atividade um tempo pessimista - que demora mais - ou um otimista - que demora menos - para o término do projeto.

Em projetos reais as relações entre as atividades necessárias são complexas e o diagrama de setas para o projeto pode cobrir uma parede inteira da fábrica.

Mesmo sendo um trabalho que demanda tempo para ser elaborado, o diagrama de setas, indicando relações, atividades e estimativa de tempos, etc, PERT e CPM são grande auxílio para planejar e controlar.

A disseminação de programas de computador que trabalha com caminhos críticos, cálculo de tempos e desenvolvimento de sistemas de computador capazes de estimar custos, controle de orçamento, alocação de tempo e recursos fazem do PERT e do CPM, instrumentos mais valiosos ainda.

Estimativa de tempo para realização das atividades

Após a tabela e a rede PERT ter sido montada, é necessário obter a estimativa do tempo requerido para cada atividade.

O administrador precisa saber as datas previstas de conclusão das atividades que se aproximam e definir se mais tempo é usualmente necessário para acabar o serviço.

Três estimativas de tempo são definidas para a realização de cada atividade:

- Tempo Otimista;
- Tempo Mais Provável;
- Tempo Pessimista.

Tempo Otimista

É o menor tempo necessário para executar o trabalho de uma atividade, considerando que tudo ocorra melhor do que se espera.

Tempo Mais Provável

É a estimativa do tempo que se gastaria normalmente para realizar um trabalho se tudo ocorrer satisfatoriamente.

Tempo Pessimista

É o tempo máximo necessário à execução da atividade, considerando-se o surgimento de imprevistos adversos.

Estas estimativas devem ser especificadas em dias, semanas ou meses, e deve representar os dias do calendário na íntegra.

As estimativas de tempo da tabela PERT são estabelecidas pelos seguintes símbolos:

- t_o - é o tempo otimista;
- t_m - é o tempo mais provável;
- t_p - é o tempo pessimista;
- t_e - é o tempo médio que a atividade levaria, se fosse repetida muitas vezes.

O cálculo de tempo médio (t_e) para a conclusão da atividade depende dos valores numéricos que o avaliador lhe atribuir.

Suas posições relativas, por sua vez, afetam o valor ou a posição de t_e . A equação que possibilita o cálculo do tempo médio (t_e), é expressa pela fórmula que serve de base para calcular o valor esperado do tempo de execução da atividade.

$$t_e = \frac{t_o + 4t_m + t_p}{6}$$

Síntese e conclusão

Existem vários modos e métodos de elaborar projetos, segundo o tipo de cada produto a desenvolver. É evidente que um objeto como uma esferográfica é projetado de modo diferente do de um navio pesqueiro.

Existem vários pontos de vista a respeito da elaboração de projetos. Apresentam particularidades próprias mas em geral ficam em torno de mesmos pontos básicos porque como já foi dito, não há um modelo único definitivo de projeto. Veja a seguir, variações dos componentes de um projeto, segundo alguns teóricos mais conhecidos.

Archer, por exemplo, propõe como etapas do projeto: programação, coleta de dados, análise, síntese, desenvolvimento, comunicação.

Fallon apresenta: preparação, informação, avaliação, criatividade, seleção e projeto.

Sidal indica: definição do problema, exame de situações possíveis para solução, limites, análise técnica, otimização, cálculo, protótipo, verificação e modificações finais.

Apesar das variedades existentes, o importante é possuir um conceito claro do que é projeto, que possibilite realizar o trabalho com material adequado, técnicas corretas, dando ao produto uma forma correspondente a sua função, dentro do prazo e dos limites técnicos e orçamentários previstos.

Pode-se listar de modo breve, pontos básicos que envolvem a elaboração de um projeto, levando-se em conta o que foi exposto neste material.

Definição do problema

É preciso ter claro o que se vai fazer. Se o problema não estiver objetivamente formulado, o trabalho pode iniciar de modo errado e provocar prejuízos de toda ordem.

Identificação de componentes do projeto

A partir da definição objetiva do problema a ser resolvido, analisa-se tudo que diz respeito a ele, do ponto de vista técnico e econômico.

Levanta-se bibliografia, pesquisa-se problema similar para saber se já não aconteceu ou se já foi resolvido em parte projeto semelhante, etc. Além disso é preciso estar atento ao aspecto econômico e ao cronograma, que também impõem limites ao projeto.

Deve-se sempre levar em conta que o projeto precisa ainda ser realizado com materiais e tecnologias que possibilitem máximo de resultado com mínimo custo e tempo.

Definição de modelo

Da reunião de todos esses elementos do projeto, de sua análise, harmonização e de sua síntese é que nasce o modelo para o caso específico. Em situações como essa, a definição que sempre se busca é a mais simples, em todos os aspectos: formal e econômico.

Exemplo de memorial descritivo de projeto

Antes de se iniciar um projeto é necessário que se organize, que seja colocado em um documento tudo que se pretende, com as justificativas que contemplem a sugestão do projeto.

A seguir será apresentado um exemplo de memorial descritivo de um projeto a fim de permitir uma análise e possível aprovação para sua implantação.

Título do projeto

Melhoria de método no preenchimento dos tabuleiros para molde de pisos cerâmicos.

Proposta

Aumentar a produção de pisos cerâmicos, na ordem de 100%.

Encaminhado

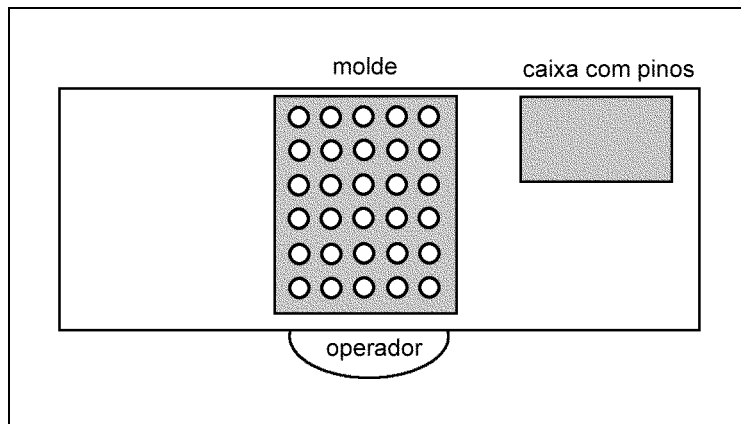
Ao departamento de organização e métodos

Departamento de montagens

04 de novembro de 2002.

Situação atual

1. Apresentação do posto de trabalho:

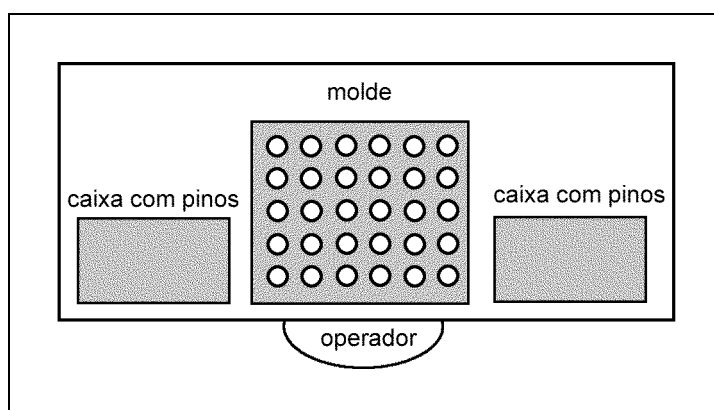


2. Descrição das atividades:

Ações empreendidas	Observação
1. Apanhar pinos;	• 4 a 5 vezes para preencher um tabuleiro, utilizando a mão direita.
2. Transferi-los para mão esquerda:	• 4 a 5 vezes para preencher um tabuleiro.
3. Ajeitá-los na mão esquerda:	• 4 a 5 vezes para preencher um tabuleiro.
4. Apanhar um pino:	• utilizando a mão direita.
5. Transferi-lo para um tabuleiro:	• 30 vezes para preencher um tabuleiro.

Situação proposta

1. Apresentação do posto de trabalho:

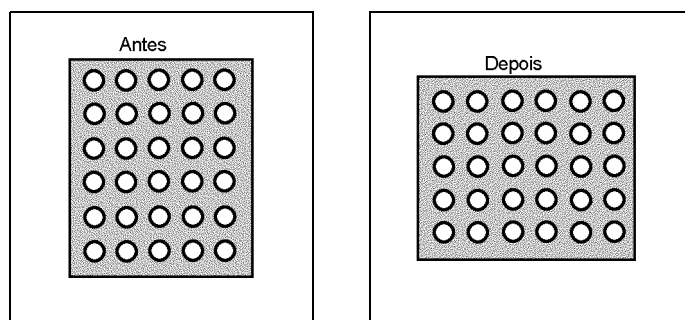


2. Descrição das atividades:

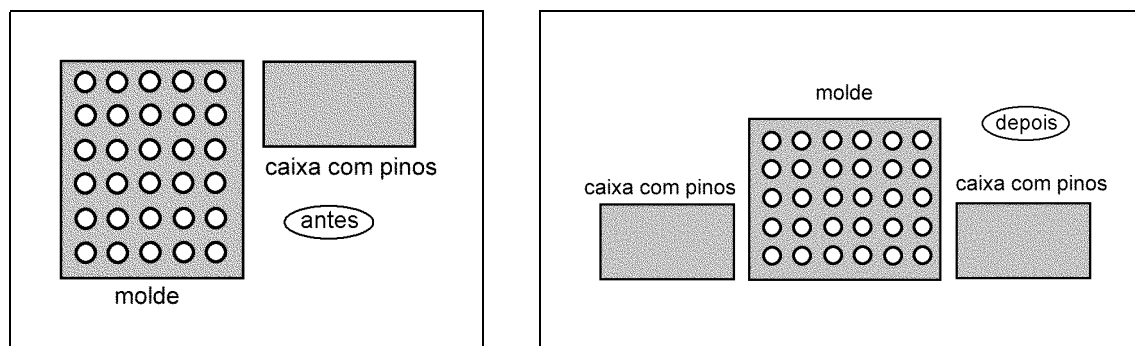
Ações empreendidas	Observação
1. Apanhar pinos;	<ul style="list-style-type: none"> • 15 com cada mão; • Utilizando ambas as mão.
2. Transferi-los para o tabuleiro:	<ul style="list-style-type: none"> • 15 com cada mão; • Utilizando ambas as mão.
3. Colocá-los nos orifícios do tabuleiro:	<ul style="list-style-type: none"> • Introduzindo dois a dois, simultaneamente e sincronizadamente; • Do centro para fora; • De cima para baixo.

Modificações necessárias para a implantação do projeto

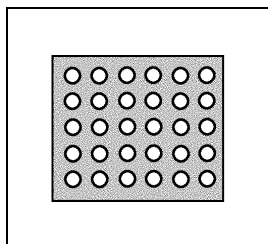
1. Modificar a disposição do tabuleiro no posto de trabalho, mantendo a coluna de seis orifícios do tabuleiro voltada para o operador:



2. Aproximar as caixas com os pinos da parte inferior do tabuleiro;
3. Providenciar mais uma caixa para acondicionar os pinos para cada posto de trabalho;



4. “Escarear” os orifícios do tabuleiro para facilitar a introdução dos pinos.



Vantagens da proposta em relação à situação atual

1. Redução no tempo de preenchimento dos tabuleiros para os moldes, na ordem de 50% por tabuleiro;
2. Aumento de produção da ordem de 100% sem necessidade de aumento de mão-de-obra;
3. Otimização do ritmo de trabalho, eliminando o coeficiente de monotonia; e
4. Trabalho respeitando o conforto do operador pela utilização das duas mãos, simultânea e simetricamente.

Implicação da implantação em outros setores da empresa

1. “Escarear” orifícios dos tabuleiros para facilitar a introdução dos pinos;
2. Providenciar outra caixa para os pinos a serem utilizados (para cada posto de trabalho);
3. Solicitar as alterações nos moldes das caixas (Manutenção e Ferramentaria);
4. Solicitar cronometragem para nova operação (Estudo de Tempo);
5. Promover alterações na nova folha de operações (Organização e Métodos);
6. Alterar programação em função da nova produção (Planejamento e Controle de Produção); e
7. Provimento de material para nova produção (Estoque, embalagem, etc.).

Fluxo de trabalho

A - Tabela de eventos

Relação de atividades						
Eventos		Atividades	te	to	tm	tp
Anterior	Sucessor					
1	2	A - “Escarear” orifícios dos tabuleiros.	2	1	2	3
1	3	B - Providenciar outra caixa para os pinos.	1	0,5	1	1,5
1	4	C - solicitar as alterações nos moldes das caixas	1	0,5	1	1,5
3	6	D - solicitar cronometragem.	1	0,5	1	1,5
2	5	E - Promover alterações na folha da nova produção.	1	0,5	1	1,5
5	6	F - Alterar programação em função da nova produção.	2	1	2	3
6	7	G - Prover de material para a nova produção.	2	1	2	3
4	7	H - Esperar	6	3	6	9

Observações:

Tempos em dias:

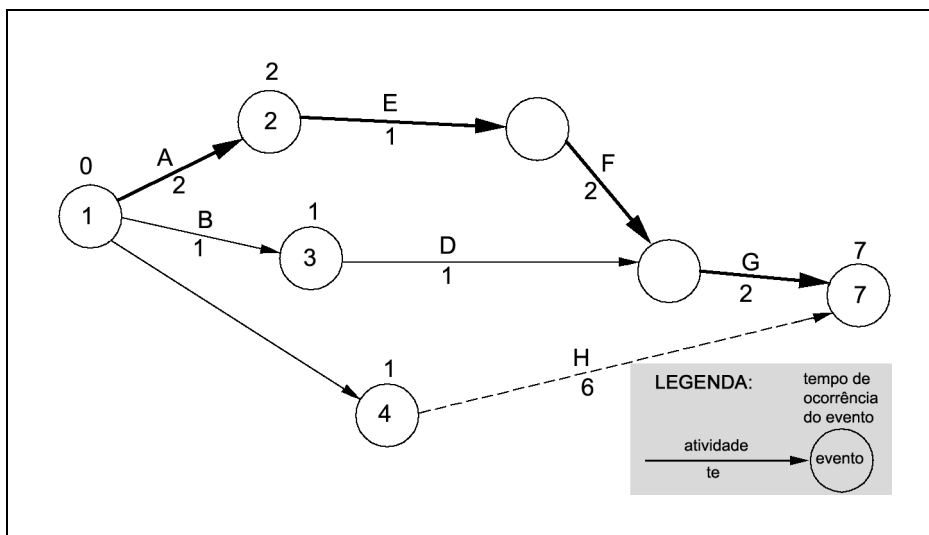
- te - tempo médio;
- to - tempo otimista;
- tm - tempo mais provável estimado;
- tp - tempo pessimista.

Lembrando que tempo médio é calculado pela fórmula abaixo:

$$te = \frac{to + 4tm + tp}{6}$$

B - Gráfico

A figura abaixo apresenta a rede PERT do projeto de melhoria em estudo:



Observações:

- O tempo de ocorrência de um evento é calculado somando-se o maior tempo de ocorrência de evento anterior a ele com o maior tempo esperado (te) de atividade anterior.
- O tempo esperado (te) de uma atividade de espera é calculado pela diferença entre os tempos de ocorrência dos eventos sucessor e anterior da atividade.
- Uma atividade de espera é representada com linha tracejada (atividade H).
- No gráfico em questão, o evento 1, com tempo de ocorrência 0, é o evento inaugural do projeto; e o evento 7, com tempo de ocorrência de 7 dias é o evento de encerramento do projeto.

- O tempo de ocorrência do evento de encerramento corresponde ao prazo de execução do projeto.
- O seqüência definida pelos seguintes eventos e atividades, do gráfico em questão, é chamado de caminho crítico, pois contém os tempos cuja somatória determinam o prazo de execução do projeto: 1 - A - 2 - E - 5 - F - 6 - G - 7. No gráfico este caminho está representado com linhas mais grossas. O percurso crítico é assim denominado porque qualquer oscilação nos tempos de suas atividades em relação ao tempo esperado, provoca mudança no tempo de execução do projeto, tanto para menos (adiantamento do projeto) como para mais (atraso na entrega).
- Estas observações podem ser generalizadas para qualquer gráfico PERT.

C - Cronograma

Atividades	Descrição das Atividades	Dias						
		1	2	3	4	5	6	7
A	Escarear orifícios dos tabuleiros	■	■					
B	Providenciar outra caixa para os pinos	■						
C	Solicitar as alterações nos moldes das caixa	■						
D	Solicitar cronometragem		■					
E	Promover alterações na nova folha de operações			■				
F	Alterar programação em função da nova produção				■	■		
G	Prover material para a nova produção						■	■
H	Esperar		■	■	■	■	■	■

Despesas para a implantação

1. “Escarear” orifícios dos tabuleiros.

Para efeito de exemplo, estimamos 20 postos de trabalho com 1.000 tabuleiros.

Considerando-se: hora-máquina; hora-homem; desgaste de ferramenta; encargos sociais, etc., estima-se R\$ 180.000,00 (cento e oitenta mil reais) os “escareados” nos 1.000 tabuleiros

2. confecção ou aquisição de 20 caixas para acondicionar nos pinos estimados em R\$ 20.000,00 (vinte mil reais).

As despesas com a implantação totalizam R\$ 200.000,00 (duzentos mil reais). Total de despesas do projeto: R\$ 200.000,00.

Referências bibliográficas

CUKIERMAN, Zigmundo Salomão. **O modelo PERT/CPM aplicado a projetos**, 5. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993.

GASNIER, Daniel Georges. **Guia prático para gerenciamento de Projetos - Manual de sobrevivência para os profissionais de projetos**, 2. ed. São Paulo: IMAN, 2000.

MUNARI, Bruno. **Design e Comunicação visual**. São Paulo: Martins Fontes, 1990.

THE NEW ENCYCLOPEDIA BRITANNICA. 15. ed. Chicago: Encyclopedia Britannica Inc., 1980.

