



A gestão da implementação

- Estrutura de planeamento de projectos
- avaliação e gestão de risco
- a gestão de projectos
- despiste e tratamento de problemas de implementação
- técnicas de revisão de implementação

como estimar o tempo necessário para desenvolver um projecto

- método histórico
 - tempos medidos em cada uma das tarefas que compõem o projecto, registados em projectos semelhantes já realizados anteriormente
- método intuitivo
 - confiar na experiência de profissionais com capacidade de estimar após a sua participação em projectos semelhantes
- método formula normalizada
 - obter valores típicos disponíveis para o tipo de actividades do projecto

09010037045-02 0901000

tempo necessário para desenvolver o projecto

- complexidade
 - contexto, estrutura, dimensão, domínio de conhecimento, inovação
- características dos recursos humanos envolvidos
 - experiência, conhecimento, motivação, disponibilidade
- interrupções não directamente relacionadas com o projecto
 - condições meteorológicas, atrasos de terceiros, falhas e avarias de equipamentos



métodos de planeamento de projectos

- PERT
 - program evaluation and review technique
- CPM
 - critical path method
- diagrama de GANTT
 - diagramas de barras
- *tem em consideração os tempos de execução das partes que constituem o projecto*

De forma geral, vários tipos de projectos conduzem por si à análise por um dos métodos PERT ou CPM, como os exemplos a seguir apontados:

- a construção de um edifício ou de uma auto-estrada
 - o planeamento e lançamento de um novo produto
 - um projecto de conservação ou manutenção industrial
 - instalação e funcionamento de um sistema informático de dimensão
 - programação da construção ou reparação de um barco
 - um projecto com número de operações que necessitam de ser coordenadas
 - um projecto de mudança de instalações de uma empresa
- um projecto de tutoria a uma empresa

Cada um destes projectos possui três características que são essenciais para a utilização do PERT ou CPM:

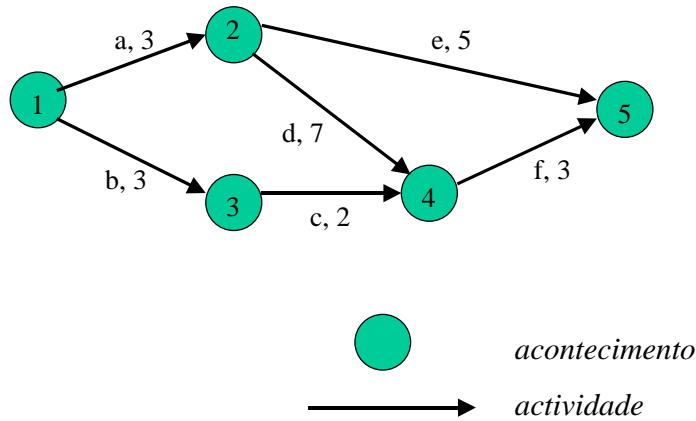
1. O projecto é constituído por um conjunto bem definido de actividades cuja finalização corresponde ao fim do projecto
2. As actividades podem começar ou parar independentemente umas das outras, numa dada sequência (o que elimina os processos contínuos em que as actividades ou operações se seguem obrigatoriamente umas às outras sem tempo de separação significativo entre elas)
3. As actividades são ordenadas, isto é, devem ser realizadas numa sequência tecnológica bem determinada

PERT program evaluation and review technique

- técnica baseada na teoria de grafos
 - constituído por uma rede representando dois tipos de elementos (actividades e acontecimentos)
 - actividades (tendo como símbolo o arco - seta)
 - acontecimentos (tendo como símbolo o círculo)
- as **actividades** consomem tempo para serem realizadas
- os **acontecimentos** ocorrem por sí, quer como arranque do projecto, quer como objectivos alcançados

PERT program evaluation and review technique

- representação gráfica



Construção do diagrama de PERT

Constituído por uma rede desenhada com base em dois elementos:

- actividades (representados por setas)
- acontecimentos (representados por círculos)

Para cada projecto é construído o respectivo grafo - nome porque são designados este tipo de diagramas.

As actividades são representadas por letras. Os acontecimentos são representados por números. Ambos se desenvolvem da esquerda para para direita e de cima para baixo.

As actividades representam as tarefas a executar. Em geral traduzem-se por periodos de tempo ou recursos humanos ou financeiros a utilizar. O início da seta representa o princípio da actividade; a ponta, o fim da mesma actividade.

A duração da actividade não é definida pelo comprimento da seta. Por vezes o tempo de duração da actividade também é representado no diagrama, sendo indicado após o nome da actividade (letra), separado por vírgula.

0911090370+3-02 09110903

PERT program evaluation and review technique

- representação em tabela

Act	Act. Prec.	Duração
a	-	3
b	-	3
c	b	2
d	a	7
e	a	5
f	c, d	3

Representação alternativa

A representação gráfica não é a única forma de representação para uma rede de planeamento PERT. Existe em alternativa, uma representação em tabela que para cada actividade, indica o seu custo ou duração e as actividades que precisam de estar concluídas para dar início à actividade descrita.

O quadro apresentado, corresponde ao diagrama representado na página 7. Assim, para cada uma das seis actividades aí apresentadas (a, b, c, d, e, f) são indicadas as actividades antecedentes e respectiva duração.

Verifique-se que apenas uma das actividades possui mais que uma actividade antecedente. Tal é deve-se ao facto de apenas se considerar uma actividade antecedente aquela que imediatamente antecede a actividade em causa. Por exemplo, tome-se o caso da actividade f, que é antecedida pelas actividades a, b, c, d - f apenas pode ser realizada após estas terem sido realizadas. No entanto, as actividades precedentes são apenas as actividades c, d pois são estas as que imediatamente precedem f.

Outras colunas podem ser acrescentadas à tabela, complementando a informação fornecida, como por exemplo: a descrição da actividade, o nome da actividade, o responsável pela sua realização, etc.



09/10/2017 10:45:02

PERT program evaluation and review technique

- permite
 - visualizar a interdependência entre actividades
 - identificar as actividades que não podem sofrer atraso, sem modificar o tempo previsto para a conclusão do projecto
 - responde a questões do tipo:
 - *quais as actividades que podem ser iniciadas e realizadas antes da actividade J*
 - *quais as actividades que estão impedidas de realizarem o seu início antes da conclusão da actividade L*

PERT program evaluation and review technique

- conceitos associados
 - caminho crítico
 - tempo crítico
 - actividade crítica
 - actividade paralela
 - actividade fictícia
 - data mais cedo
 - data mais tarde
 - folga

Uma das características básicas das redes PERT consiste na definição do **caminho crítico**, que representa a sequência de actividades que não podem aumentar sem que o resultado final do projecto sofra um aumento correspondente (pelo menos na sua duração).

A soma das durações associadas com todas as actividades que constituem o caminho crítico da rede de planeamento, indica um valor que se designa por **tempo crítico** e que corresponde ao tempo esperado para a concretização do projecto.

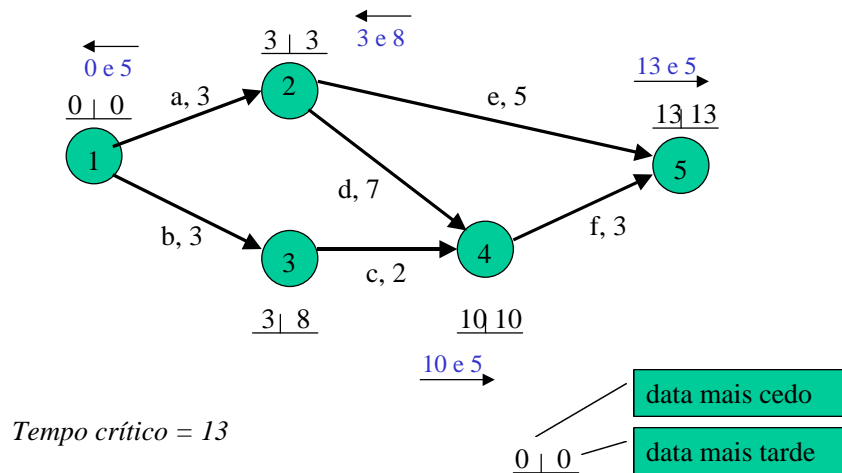
O cálculo do caminho crítico é realizado com base nos valores de duração das actividades que constituem a rede PERT, a partir do valor zero (correspondente ao início do projecto), somando os valores de cada um dos caminhos possíveis e assegurando em cada um dos acontecimentos a respectiva soma das actividades realizadas nesse percurso, indicando assim a **data mais cedo**. De forma equivalente, quando se obteve o valor final do projecto, pode ser realizado um percurso do final para o início que fornece a **data mais tarde** de realização do projecto, subtraindo sucessivamente o tempo crítico ao valor das actividades. Todas as actividades que pertencem ao caminho são designadas por **actividades críticas**. Com base na diferença entre a data mais tarde e a data mais cedo é possível identificar as margens de manobra de cada actividade - **folga** - fornecendo informação importante para a gestão do projecto.

Como forma de garantir a correcta sequencialização de actividades numa rede PERT, é necessário por vezes assegurar que existam **actividades paralelas**, isto é, que ocorram em simultâneo com outras actividades, tendo por base acontecimentos de origem e destino idênticos. As **actividades fictícias** correspondem a actividades de custo e duração zero, que servem apenas para permitir a correcta sequencialização da rede de planeamento. Estes casos merecem um tratamento gráfico especial que será tratado a seguir.

Mas primeiro, é necessário definir o tempo das actividades... que podem ser determinados de várias formas: por comparação com os dados históricos, por estimativa, ou por cálculo.

PERT program evaluation and review technique

- Cálculo: *data mais cedo* e *data mais tarde*



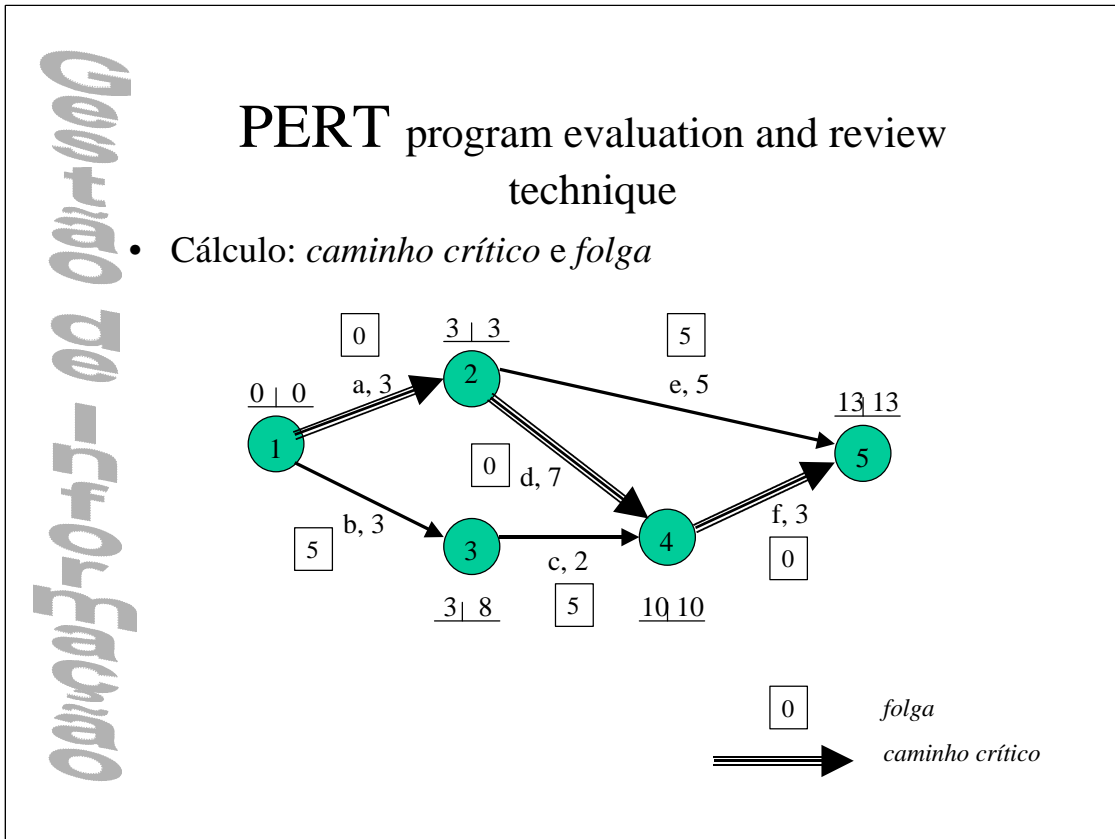
Cálculo da data mais cedo e data mais tarde

O cálculo da data é realizado, indicando as somas das durações de cada actividade ao valor do acontecimento de início da actividade, o valor obtido é colocado no acontecimento de final da actividade. Primeiro é realizado o cálculo da data mais cedo. Só após efectuado este cálculo é que é possível obter o tempo crítico do projecto, que servirá como o valor inicial para o cálculo da data mais tarde.

A data mais cedo é colocada junto aos acontecimentos, na posição esquerda (primeira posição). O acontecimento que define o início do projecto possui o valor 0 (zero). A duração da actividade é **somada** ao valor do acontecimento inicial e coloca-se no acontecimento final (no caso de 2, o valor será 0, obtido em 1, a somar a 3, duração da actividade a).

O percurso é realizado até se atingir o acontecimento de final do projecto (neste caso o 5). Verifique-se que no acontecimento 4, o valor obtido é duplo; pois existem duas actividades distintas que tem como ponto final esse acontecimento (d, c). Desta forma o percurso b/c possui uma duração de 5 unidades, enquanto o percurso (a, d) possui uma duração de 10 unidades. Nestes casos, a duração a ser colocada na data mais cedo é a de **maior** valor, pois pretende-se que o acontecimento seja realizado, quando tiverem sido realizadas todas as actividades que o precedem. Situação idêntica ocorre no acontecimento 5, com a escolha dos valores do percurso (a, e) com 5 unidades e (a, d ou b,c) + f, com 13 unidades. Novamente o valor maior é o escolhido. Assim 13 unidades corresponde ao **tempo crítico**, que nos fornece a duração esperada para o projecto.

As datas mais tarde são obtidas, com base no preenchimento do espaço direito, junto ao acontecimento e toma-se o sentido contrário ao das actividades realizando a **subtração** do tempo mais à direita com o tempo da actividade. Quando se está perante a presença de vários valores procede-se de modo idêntico ao já relatado, mas escolhendo o **menor** dos valores em causa.



Cálculo do caminho crítico e da folga (de cada actividade)

Uma vez calculadas as datas mais cedo e as datas mais tarde que caracterizam os acontecimentos, é possível detectar o caminho crítico, isto é, a sequência de actividades que não pode sofrer atrasos, sem que o tempo crítico sofra um aumento do mesmo valor.

Assim, o caminho crítico é definido pelos acontecimentos em relação aos quais se verifica a igualdade entre a data mais cedo e a data mais tarde (no exemplo, os acontecimentos 1, 2, 4 e 5, pelo que se pode dizer que o caminho crítico é constituído pelas actividades, designadas por **actividades críticas** - a,d,f).

A **folga** de cada actividade, isto é, o tempo pelo qual se pode atrasar o início da actividade sem se alterar o tempo crítico é dada pela fórmula:

$$\text{data mais tarde de fim} - \text{data mais cedo de início} - \text{duração da actividade}$$

em que fim e início referem obviamente o fim e início da actividade.

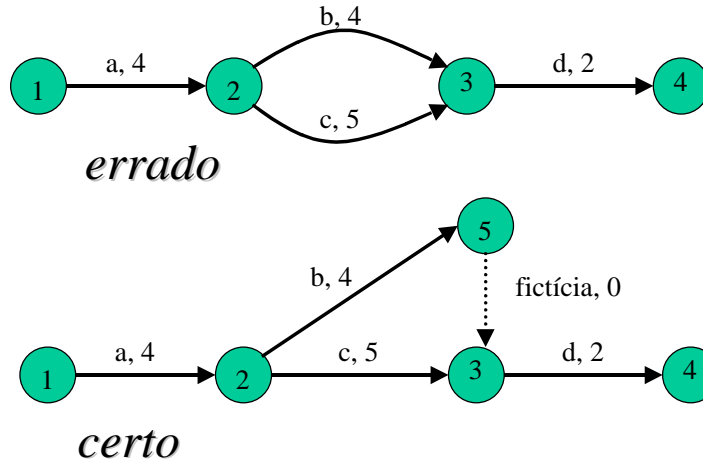
Desta forma as folgas obtidas são:

actividade	valores de cálculo	folga
a	3-0-3	0
b	8-0-3	5
c	10-3-2	5
d	10-3-7	0
e	13-3-5	5
f	13-10-3	0

Verifique-se que a folga das actividades críticas (que constituem o caminho crítico) é zero.

PERT program evaluation and review technique

- actividade paralela



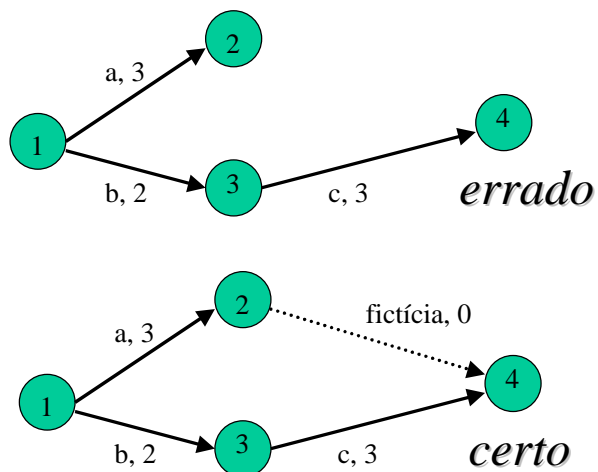
Este tipo de situações ocorre quando aparecem precedências semelhantes às referidas na seguinte tabela:

Actividade	Actividade antecedente	Duração
a	-	4
b	a	4
c	a	5
d	b, c	2
adicionalmente, direccionada para o acontecimento 3		
fictícia	b	0

09/10/2010 20:04:02 09/10/2010

PERT program evaluation and review technique

- actividade fictícia



Este tipo de situações ocorre quando aparecem precedências semelhantes às referidas na seguinte tabela:

Actividade	Actividade antecedente	Duração
a	-	3
b	-	2
c	b	3

adicionalmente, direccionada para o acontecimento de final de projecto

fictícia	a	0
----------	---	---

091109137043-02 091109137043-02

CPM critical path method

- utiliza os conceitos de rede de planeamento, caminho crítico, folga de actividades do PERT
- difere do PERT principalmente por razões históricas;
 - desenvolvidos independentemente, possuem apenas pequenas diferenças
 - o CPM foi originalmente concebido para resolver problemas de programação de calendário na indústria
 - o PERT foi concebido para lidar com problemas de incerteza, como a adopção de novas tecnologias ou a programação de projectos inovadores

Um dos grandes impulsionadores de novas técnicas é a necessidade. A criação e utilização de técnicas de gestão de projectos CPM e PERT são exemplo disso.

O PERT foi criado como meio de planeamento e aceleração do desenvolvimento do míssil balístico Polaris, por volta dos anos 50, nos EUA. E porquê, tornava-se necessário planear o desenvolvimento do míssil o mais depressa possível. Que investigação seria necessário realizar? E como é que deveria ser planeada essa investigação? Quanto tempo seria necessário para isso? Que fases de desenvolvimento e ensaios seriam necessários até à finalização do projecto?; assim o PERT constituiu a técnica de planeamento e programação desenvolvida para responder a estas questões e acelerar a realização do míssil Polaris.

Evidentemente que havia incertezas no programa de desenvolvimento. As respostas a algumas das questões anteriores eram condicionadas pela sua própria natureza, como por exemplo: *“se o desenvolvimento do sistema de propulsão continuar como foi planeado, então poder-se-á fixar o ensaio do míssil na data x”*.

O PERT incorporou esta incerteza num modelo que dá um razoável enquadramento e programação às respostas a este tipo de questões. Provou-se que era uma ferramenta útil no planeamento e programação de grandes projectos, tais como o Polaris que era constituído por inúmeras actividades cujos tempos de execução eram incertos e que, embora devendo ser executados numa certa ordem, eram dependentes uns dos outros.

É fundamental no PERT o conceito de acontecimento que corresponde a atingir-se um certo estágio de realização de um projecto. Também é básico o conceito de tempo esperado necessário para a realização duma ou mais actividades que culminasse num acontecimento.

CPM critical path method



- O CPM é um **modelo determinístico**, isto é não utiliza tempos aleatórios para a duração das actividades
 - admite-se no CPM apenas as variações nos tempos das actividades, não da sua duração mas como resultado das limitações planeadas ou esperadas inerentes ao projecto, em que se pode acelerar o tempo de realização de uma dada actividade (com um acréscimo de custo)
- o PERT é um **modelo probabilístico**, por utilizar conceitos de probabilidade na estimação da duração das actividades

Muito próximo do PERT no aspecto conceitual mas desenvolvido independentemente, é a técnica conhecida por Método do Caminho Crítico - CPM - que se relaciona basicamente com o equilíbrio entre o custo e a data de finalização de projectos de grande dimensão.

O CPM dá especial atenção à redução entre o aumento de mão -de-obra e de recursos para encontrar a duração do projecto ou de algumas das suas actividades e o custo adicional que implicam esses aumentos.

No CPM admite-se que é conhecido com rigor o tempo necessário para a realização das várias actividades do projecto, além disso, supõe-se conhecida a relação de variação do tempo de realização com a quantidade de recursos afectados.

Assim no CPM não há tempos incertos de realização como no PERT; o CPM preocupa-se em especial com as relações tempo-custo. Por causa destas dificuldades, o PERT é mais utilizado em projectos de investigação e desenvolvimento enquanto o CPM é utilizado em projectos tais como de construção, onde já há previamente, uma experiência na resolução de problemas análogos.

09010037043-02 09010000

CPM critical path method

- vantagens
 - visualiza as relações e interdependências entre actividades
 - visualiza as sequências de actividades
 - permite a previsão das datas dos acontecimentos
 - permite a identificação das actividades que não devem ser atrasadas
 - permite a definição das folgas existentes entre actividades
 - permite a definição do caminho crítico
 - facilita a tomada de decisões

09/10/2007 10:00:00

CPM critical path method

- desvantagens (para projectos de maior dimensão)
 - exige um planeamento de maior complexidade
 - para casos complexos, é de representação e construção difícil
 - obriga à utilização de computador para efectuar os cálculos
 - obriga à realização de um planeamento cuidado
 - a leitura e análise do planeamento realizado, revelam-se difíceis

diagrama de GANTT

- desenvolvido pelo físico David Gantt, também designado por gráfico de barras
- constituído por um sistema de eixos coordenados, representando-se no eixo das ordenadas as actividades e no eixo das abcissas o tempo
 - o tempo é normalmente definido em dias, semanas ou meses
 - são necessários dois grupos de dados: as actividades a realizar e a sua respectiva duração

O diagrama de Gantt é constituído por um sistema de eixos coordenados, representando-se no eixo das ordenadas as diversas actividades a executar e no eixo das abcissas o tempo. Este pode ser definido em termos de dias, semanas ou meses, nas suas utilizações mais correntes.

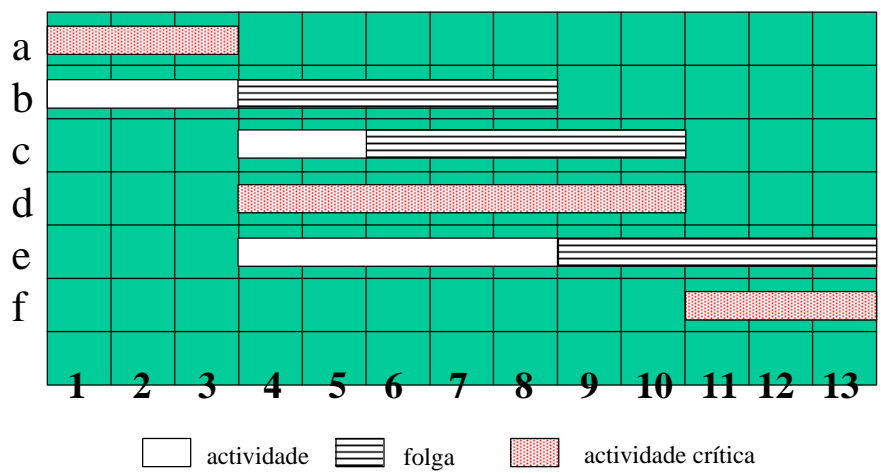
Para a elaboração do diagrama, é necessário definir dois parâmetros básicos: as actividades a desenvolver; o tempo estimado de cada uma destas. Em geral, as actividades distintas alinham-se na vertical. As actividades dependentes temporalmente podem representar-se em sequência horizontal.

O controlo do plano é feito de forma simples, através da representação de uma linha vertical, traçada na data que se pretende analisar. Em certos casos, existem regras especiais, para permitirem o deslocamento desta linha para qualquer posição que se pretene observar.

As folgas das actividades são representadas como extensão gráfica da respectiva barra da actividade, mas a cheio. As actividades críticas são representadas a cor diferente ou com um padrão.

diagrama de GANTT

- representação gráfica



O diagrama de Gantt apresentado ilustra o projecto que serviu de exemplo para a apresentação dos conceitos relacionados com o planeamento de redes

09/10/2013 10:45 - 02 09/10/2013

diagrama de GANTT

- vantagens
 - planeamento fácil, simples e claro
 - fácil adição de novas actividades
 - fácil eliminação de actividades
 - análise fácil, directa e imediata
 - orientado para o parâmetro tempo

09/10/2017 10:00:00

diagrama de GANTT

- desvantagens
 - dificuldade na detecção das interrelações entre actividades (dependências entre actividades)
 - difícil detectar actividades inúteis
 - difícil estimativa de tempos
 - apenas é possível efectuar um controlo genérico (questões do tipo: “*que outras actividades podem prosseguir antes de começar a actividade x*”)
 - modificações profundas provocam o redesenho do plano