



By @kakashi_copiador



PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS DURAÇÃO E PRECEDÊNCIA

Professor:
Guilherme Venturim
`@guilhermeventurim`

DURAÇÃO DAS ATIVIDADES



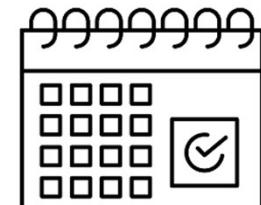
Duração: é a **quantidade de tempo** – em dias, semanas, meses etc. – requerida para a execução da atividade;
→ A unidade mais comum para planejamento de obras é o **dia útil**.

Regras práticas:

- Avaliar as atividades uma a uma;
- Adotar o dia normal de trabalho;
- Considerar dias úteis;
- Apoiar-se em índices (ou coeficientes de consumo) apresentados nas composições de custos unitários.

Segundo Aldo Dórea Mattos:

- Se $d < 1$ dia → a atividade é **pequena demais** e deve ser fundida a outra(s);
- Se $d > 10$ dias → deve-se **desmembrar a atividade** em pacotes menores (fase I; fase II etc.).



DURAÇÃO DAS ATIVIDADES



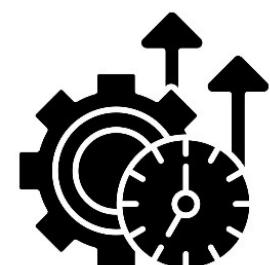
Duração: é a **quantidade de tempo** – em dias, semanas, meses etc. – requerida para a execução da atividade;
→ A unidade mais comum para planejamento de obras é o **dia útil**.

Regras práticas:

- Avaliar as atividades uma a uma;
- Adotar o dia normal de trabalho;
- Considerar dias úteis;
- Apoiar-se em **índices (ou coeficientes de consumo)** apresentados nas composições de custos unitários.

Índice → é a incidência de cada insumo na execução de uma atividade ou serviço. [h/kg; h/m²; min/un; dia/m³]

Produtividade (inverso do índice) → é a quantidade de trabalho produzida em um intervalo de tempo especificado.



Se uma atividade de armação tem índice de armador de 0,10 h/kg, sua produtividade é de 10,0 kg/h.

RELAÇÃO DURAÇÃO x EQUIPE

Na prática, o mais comum é atribuirmos a duração às atividades do cronograma e então **calcularmos o efetivo (equipe)** necessário.

PROCESSO	APLICAÇÃO
Dimensionar a DURAÇÃO em função da equipe	Quando a quantidade de recursos é restrita e passa a ser determinante. (ex.: equipe com somente 4 pedreiros para a execução de toda a alvenaria)
Dimensionar a EQUIPE em função da duração	Quando a duração é imposta e a incógnita é a quantidade de recursos (equipe), como é o caso de obras com cronogramas pré-definidos . (ex.: reforma em escolas no período de férias)

Formas de **calcular a duração** estimada para determinada atividade.

- $$Duração = \frac{Qtde\ de\ Trabalho}{Produtividade \cdot Qtde\ de\ Recursos \cdot Jornada}$$
- $$Duração = \frac{Qtde\ de\ Trabalho \cdot Índice}{Qtde\ de\ Recursos \cdot Jornada}$$

DURAÇÃO DAS ATIVIDADES

ex.1 - Para uma equipe com 5 pedreiros e 10 serventes, determine a duração da atividade de assentamento de 200 m² de telha cerâmica, considerando trabalho diário de 8 horas e índices de 0,8 h/m² para pedreiro e 1,6 h/m² para servente.

$$Duração = \frac{Qtde\ de\ Trabalho \cdot Índice}{Qtde\ de\ Recursos \cdot Jornada}$$

$$\Rightarrow \left. \begin{array}{l} D_{pedreiro} = \frac{200\ m^2 \cdot 0,8\ h/m^2}{5 \cdot 8\ h/dia} = 4\ dias \\ D_{servente} = \frac{200\ m^2 \cdot 1,6\ h/m^2}{10 \cdot 8\ h/dia} = 4\ dias \end{array} \right\} D = 4\ dias$$

$$Duração = \frac{Qtde\ de\ Trabalho}{Produtividade \cdot Qtde\ de\ Recursos \cdot Jornada}$$

$$Produtividade_{pedreiro} = \frac{1}{0,8\ h/m^2} = 1,25\ m^2/h\ ou\ 10\ m^2/dia$$

$$Produtividade_{servente} = \frac{1}{1,6\ h/m^2} = 0,625\ m^2/h\ ou\ 5\ m^2/dia$$

$$\Rightarrow D_{pedreiro} = \frac{200\ m^2}{1,25\ m^2/h \cdot 5 \cdot 8\ h/dia} = 4\ dias$$

$$D_{servente} = \frac{200\ m^2}{0,625\ m^2/h \cdot 10 \cdot 8\ h/dia} = 4\ dias$$

D = 4 dias

DURAÇÃO DAS ATIVIDADES

ex. 2 - Determine quantidade de operários necessária para realizar o assentamento de 200 m² de telha cerâmica em 10 dias. Considere um trabalho diário de 8 horas e índices de 0,8 h/m² para pedreiro e 1,6 h/m² para servente.

$$Duração = \frac{Qtde\ de\ Trabalho \cdot Índice}{Qtde\ de\ Recursos \cdot Jornada}$$

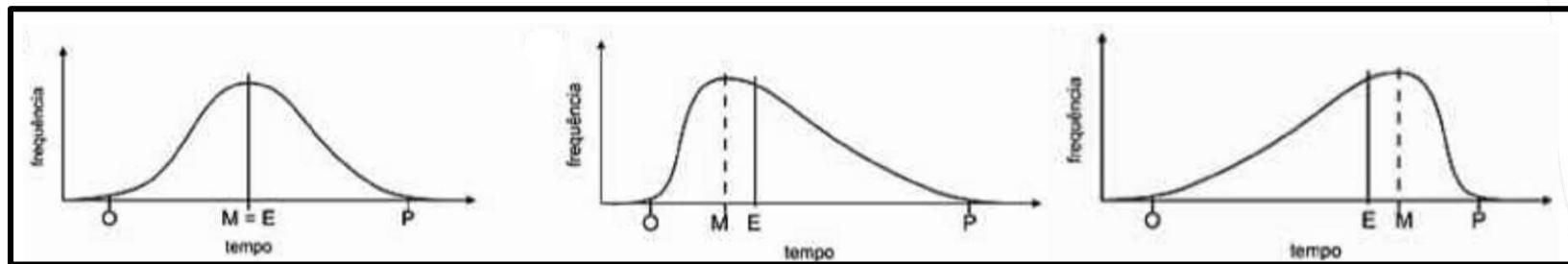
$$Qtde\ de\ Recursos_{pedreiro} = \frac{Qtde\ de\ Trabalho \cdot Índice}{Duração \cdot Jornada} = \frac{200m^2 \cdot 0,8h/m^2}{10\ dias \cdot 8h/dia} = \mathbf{2\ pedreiros}$$

$$Qtde\ de\ Recursos_{servente} = \frac{Qtde\ de\ Trabalho \cdot Índice}{Duração \cdot Jornada} = \frac{200m^2 \cdot 1,6h/m^2}{10\ dias \cdot 8h/dia} = \mathbf{4\ serventes}$$

$$\mathbf{Qtde\ de\ Recursos = 2P + 4S}$$

DURAÇÕES PROBABILÍSTICAS

O processo de definição das durações é um exercícios de previsão. O **valor adotado pode ser único (abordagem determinística: adota a duração mais provável)**, entretanto é mais prudente e confiável que adotemos uma **abordagem probabilística (ou estocástica)**.



Distribuição beta simétrica; assimétrica distorcida p/ direita; assimétrica distorcida p/ esquerda.

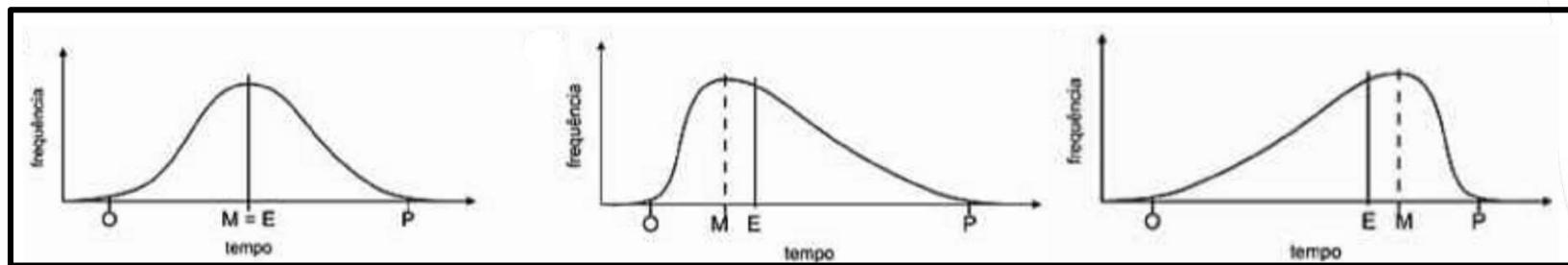
Duração Otimista (O): obtida em condições ideais (**melhor cenário possível**).

Duração Pessimista (P): obtida quando existe adversidades (**pior cenário possível**).

Duração Mais Provável (M): aquela **mais plausível em função das circunstâncias**.

DURAÇÕES PROBABILÍSTICAS

O processo de definição das durações é um exercícios de previsão. O **valor adotado pode ser único (abordagem determinística: adota a duração mais provável)**, entretanto é mais prudente e confiável que adotemos uma **abordagem probabilística (ou estocástica)**.



Distribuição beta simétrica; assimétrica distorcida p/ direita; assimétrica distorcida p/ esquerda.

Duração Otimista (O): obtida em condições ideais (melhor cenário possível).

Duração Pessimista (P): obtida quando existe adversidades (pior cenário possível).

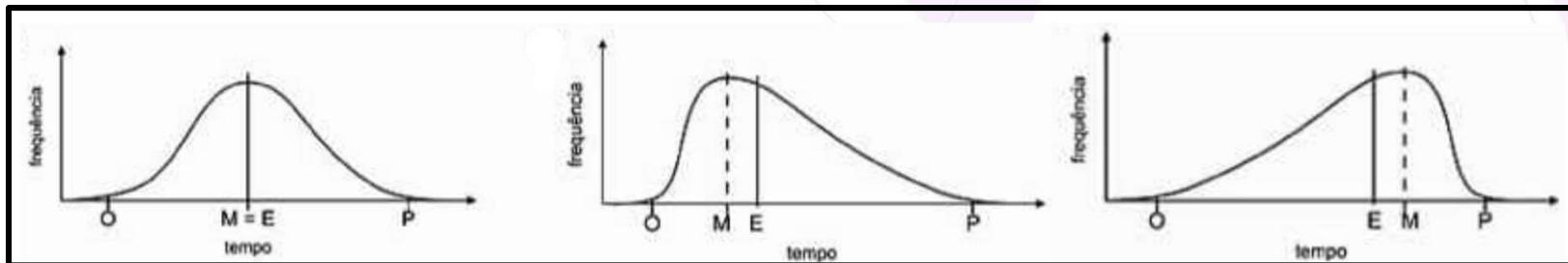
Duração Mais Provável (M): aquela mais plausível em função das circunstâncias.

Duração Esperada (E): Representa a média ponderada com peso 4 para a duração mais provável e peso 1 para as durações otimistas e pessimistas.

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

DURAÇÕES PROBABILÍSTICAS

Distribuição beta simétrica; assimétrica distorcida p/ direita; assimétrica distorcida p/ esquerda.



Em todos os casos a **Duração Esperada (E)** tem 50% de probabilidade de ser atingida.

O diagrama de rede deve então ser montado com as durações esperadas de cada atividade e, em se tratando de probabilidades, sua duração total também terá seu desvio padrão, ou seja, sua margem de incertezas.

$$\text{Duração Esperada: } E = \frac{O + 4M + P}{6}$$

$$\text{Desvio-Padrão da Duração: } \sigma = \frac{P - O}{6}$$

CPM – Método do caminho crítico: ABORDAGEM DETERMINÍSTICA (Duração mais provável - M)
 PERT – Desenvolvido com base em durações PROBABILÍSTICAS (ESTOCÁSTICAS)

PRECEDÊNCIA

- A precedência é a sequência lógica do projeto.

Pode-se afirmar que as durações e o estabelecimento da **interdependências** entre as atividades são os **pontos-chave** do planejamento.

QUADRO DE SEQUENCIAÇÃO		
Código	Atividade	Predecessoras

Identificação simplificada da atividade (letras, números etc.)
 Nome da tarefa, tal como identificada na EAP
 Atividade(s) imediatamente antecessora(s) à atividade em questão

Atividade predecessora

(precedente/antecessora/antecedente)

→ Aquelas cuja conclusão deve necessariamente ocorrer para que a atividade em questão pode começar.

Atividades sucessoras

(sucedente; subsequente)

→ Aquelas que pode ser imediatamente iniciada após a conclusão da atividade em questão.

obs.: nem toda atividade tem predecessora ou sucessora.

PRECEDÊNCIA

- A precedência é a sequência lógica do projeto.

Pode-se afirmar que as **durações** e o estabelecimento da **interdependências** entre as atividades são os **pontos-chave do planejamento**.

QUADRO DE SEQUENCIAÇÃO		
Código	Atividade	Predecessoras
A	Locação da fundação	-
B	Escavação da fundação	A
C	Montagem das fôrmas	B
D	Obtenção do aço	-
E	Preparação da armação	D
F	Colocação da armação	C, E
G	Mobilização da betoneira	-
H	Concretagem	F, G

Sequenciação das atividades de concretagem
 de um bloco de fundação

RESTRIÇÕES

Restrições flexíveis: A data de início ou de término de uma atividade **pode ser reprogramada**.

Restrições semiflexíveis: Neste tipo de restrição, uma tarefa tem **limites para ser reprogramada**. Existe flexibilidade para mudar o início ou término de uma atividade ou para mais ou para menos.

Restrições inflexíveis: Aqui **antecipações ou adiamentos não são tolerados**. Ou seja, tem que iniciar ou terminar na data especificada.

TIPOS DE DEPENDÊNCIA

Dependência mandatória (ou de lógica rígida): acontece quando uma atividade necessariamente tem de vir antes da outra → **dependência física (ex.: sapata e pilar)**.

Dependência preferencial (arbitrada; discricionária ou de lógica fina): criada por **conveniência** pela equipe em função do planejamento adotado → **dependência lógica (ex.: alvenaria do 1º pavimento e do 2º pavimento)**.

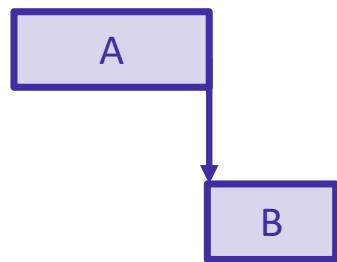
LIGAÇÃO (ENTRE A E B)	SIGNIFICADO
• TI (término-início)	A tem de terminar para B poder iniciar.
• II (início-início)	A tem de ter iniciado para B poder iniciar
• TT (término-término)	A tem de ter terminado para B poder terminar.
• IT (início-término)	A tem de ter iniciado para B poder terminar.

Defasagem (ou retardo): tempo de espera entre duas atividades.

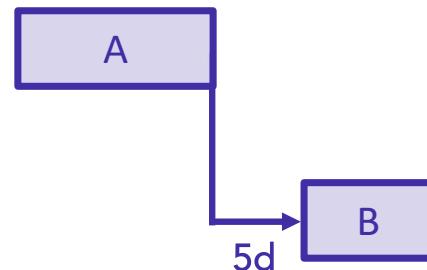
Adiantamento (ou antecipação): atividade de não depende da conclusão total de sua predecessora → podem começar juntas ou terem uma antecipação estabelecida.

TIPOS DE DEPENDÊNCIA

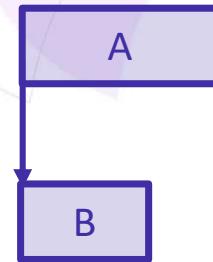
LIGAÇÃO TI



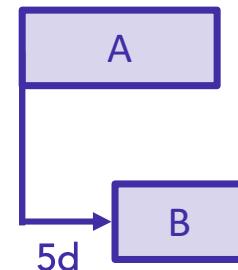
LIGAÇÃO TI + 5 dias



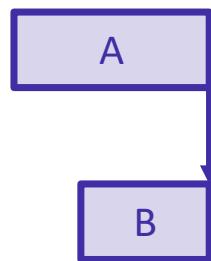
LIGAÇÃO II



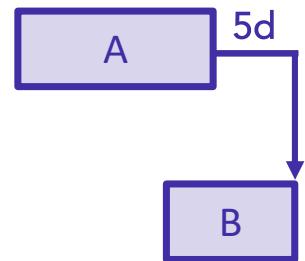
LIGAÇÃO II + 5 dias



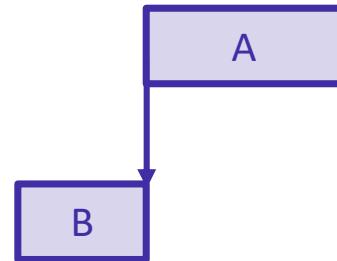
LIGAÇÃO TT



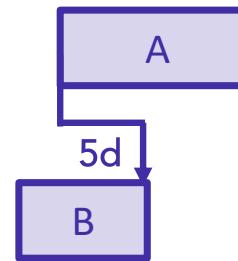
LIGAÇÃO TT + 5 dias



LIGAÇÃO IT



LIGAÇÃO IT + 5 dias



LIGAÇÃO (ENTRE A E B)	SIGNIFICADO
• TI (término-início)	A tem de terminar para B poder iniciar.
• II (início-início)	A tem de ter iniciado para B poder iniciar
• TT (término-término)	A tem de ter terminado para B poder terminar.
• IT (início-término)	A tem de ter iniciado para B poder terminar.

(SLU-DF) Projeto e gerenciamento da obra adequados são fundamentais para o sucesso do empreendimento. Com relação a esse assunto e às ferramentas MS-Project e Orcafascio, julgue o item a seguir.

Na criação de um cronograma de obras, a sequência de execução das atividades depende do relacionamento entre elas; por exemplo, na relação término-início, a atividade em análise deve iniciar antes mesmo do término de sua predecessora.

- a) CERTO
- b) ERRADO

(SLU-DF) Projeto e gerenciamento da obra adequados são fundamentais para o sucesso do empreendimento. Com relação a esse assunto e às ferramentas MS-Project e Orcafascio, julgue o item a seguir.

Na criação de um cronograma de obras, a sequência de execução das atividades depende do relacionamento entre elas; por exemplo, na relação término-início, a atividade em análise deve iniciar antes mesmo do término de sua predecessora.

- a) CERTO
- b) ERRADO

(MI) Julgue os itens subsecutivos, referentes a planejamento e controle de obras.

Atividade do tipo início e término (IT) é aquela em que a segunda atividade só pode ser iniciada após o término da primeira.

- a) CERTO
- b) ERRADO

(MI) Julgue os itens subsecutivos, referentes a planejamento e controle de obras.

Atividade do tipo início e término (IT) é aquela em que a segunda atividade só pode ser iniciada após o término da primeira.

- a) CERTO
- b) ERRADO

(MI) Julgue os itens subsecutivos, referentes a planejamento e controle de obras.

As atividades, com relação a datas de início e término, são classificadas em flexíveis, semiflexíveis e inflexíveis.

- a) CERTO
- b) ERRADO

(MI) Julgue os itens subsecutivos, referentes a planejamento e controle de obras.

As atividades, com relação a datas de início e término, são classificadas em flexíveis, semiflexíveis e inflexíveis.

- a) CERTO
- b) ERRADO

IMA

(Pref. Esperantina - TO) A precisão das estimativas de duração de uma atividade pontual pode ser aperfeiçoada considerando-se o seu grau de incerteza e risco. Esse conceito se originou com a Técnica de revisão e avaliação de programa (PERT em inglês). PERT usa três estimativas para definir uma faixa aproximada para a duração de uma atividade. Sobre estas estimativas de PERT, julgue os itens a seguir.

- () A estimativa mais provável é baseada na duração da atividade, dados os recursos prováveis de serem designados, sua produtividade, expectativas realistas de disponibilidade para executar a atividade, dependências de outros participantes e interrupções.
- () Na estimativa Otimista a duração da atividade é baseada na análise do melhor cenário para a atividade.
- () Na estimativa Pessimista a duração da atividade é baseada na análise do pior cenário para a atividade

Assinale a alternativa correta.

- a) V,F,V
- b) F,V,F
- c) V,V,F
- d) V,V,V

IMA

(Pref. Esperantina - TO) A precisão das estimativas de duração de uma atividade pontual pode ser aperfeiçoada considerando-se o seu grau de incerteza e risco. Esse conceito se originou com a Técnica de revisão e avaliação de programa (PERT em inglês). PERT usa três estimativas para definir uma faixa aproximada para a duração de uma atividade. Sobre estas estimativas de PERT, julgue os itens a seguir.

- () A estimativa mais provável é baseada na duração da atividade, dados os recursos prováveis de serem designados, sua produtividade, expectativas realistas de disponibilidade para executar a atividade, dependências de outros participantes e interrupções.
- () Na estimativa Otimista a duração da atividade é baseada na análise do melhor cenário para a atividade.
- () Na estimativa Pessimista a duração da atividade é baseada na análise do pior cenário para a atividade

Assinale a alternativa correta.

- a) V,F,V
- b) F,V,F
- c) V,V,F
- d) V,V,V

(IFB) Calcule a duração esperada para a execução da estrutura do telhado de uma casa, com base nas seguintes durações adotadas pelo planejador:

- duração otimista = 6 dias.
- duração mais provável = 7 dias.
- duração pessimista = 14 dias.

A duração esperada será de quantos dias?

- a) 7.
- b) 8.
- c) 9.
- d) 10.
- e) 11.

(IFB) Calcule a duração esperada para a execução da estrutura do telhado de uma casa, com base nas seguintes durações adotadas pelo planejador:

- duração otimista = 6 dias.
- duração mais provável = 7 dias.
- duração pessimista = 14 dias.

A duração esperada será de quantos dias?

- a) 7.
- b) 8.
- c) 9.
- d) 10.
- e) 11.

Duração Esperada: $E = \frac{O + 4M + P}{6}$

$$E = \frac{6 + 4(7) + 14}{6} = \frac{48}{6} = \mathbf{8 \text{ dias}}$$

(IFMT) O processo de definição de duração das atividades que compõem uma obra pode ter uma abordagem probabilística ou determinística. A abordagem probabilística propõe três possibilidades em relação às durações: a otimista (O), a pessimista (P) e a mais provável (M), que podem ser representadas graficamente pela distribuição beta. A partir das três possibilidades (O, P e M), calcula-se a DURAÇÃO ESPERADA (E). Sobre esse processo e a partir da abordagem probabilística, é CORRETO afirmar:

- a) A abordagem determinística adota a duração otimista para a definição da duração das atividades.
- b) A distribuição assimétrica distorcida para a direita ocorre quando a duração otimista (O) está mais afastada da duração mais provável (M).
- c) A distribuição simétrica, ou seja, quando as durações otimista (O) e pessimista (P) são equidistantes da duração mais provável (M), é a única em que a duração esperada (E) tem 50% de probabilidade de ocorrência.
- d) Na distribuição assimétrica distorcida para a esquerda, a duração estimada (E) é maior que a mais provável (M).
- e) A duração esperada (E) é uma média ponderada, em que o peso da duração mais provável (M) é 4 e o peso das durações otimista (O) e pessimista (P) é 1.

(IFMT) O processo de definição de duração das atividades que compõem uma obra pode ter uma abordagem probabilística ou determinística. A abordagem probabilística propõe três possibilidades em relação às durações: a otimista (O), a pessimista (P) e a mais provável (M), que podem ser representadas graficamente pela distribuição beta. A partir das três possibilidades (O, P e M), calcula-se a DURAÇÃO ESPERADA (E). Sobre esse processo e a partir da abordagem probabilística, é CORRETO afirmar:

- a) A abordagem determinística adota a duração otimista para a definição da duração das atividades.
- b) A distribuição assimétrica distorcida para a direita ocorre quando a duração otimista (O) está mais afastada da duração mais provável (M).
- c) A distribuição simétrica, ou seja, quando as durações otimista (O) e pessimista (P) são equidistantes da duração mais provável (M), é a única em que a duração esperada (E) tem 50% de probabilidade de ocorrência.
- d) Na distribuição assimétrica distorcida para a esquerda, a duração estimada (E) é maior que a mais provável (M).
- e) A duração esperada (E) é uma média ponderada, em que o peso da duração mais provável (M) é 4 e o peso das durações otimista (O) e pessimista (P) é 1.

FUNDEPES

(Pref. Marechal Deodoro - AL) Assinale a alternativa que apresenta a principal diferença entre a técnica de avaliação e revisão de programas (método PERT) e o método do caminho crítico (CPM).

- a) O método CPM é mais utilizado em projetos que envolvem incertezas, enquanto o PERT é mais adequado para projetos com um alto grau de certeza.
- b) O método PERT é mais adequado para projetos com restrições de recursos, enquanto o método CPM é mais adequado para projetos com prazos apertados.
- c) O método PERT usa um caminho crítico para determinar a duração total do projeto, enquanto o método CPM usa a análise de redes para determinar o caminho crítico.
- d) O método PERT é mais adequado para projetos com atividades independentes, enquanto o método CPM é mais adequado para projetos com atividades dependentes.
- e) O método PERT utiliza estimativas otimistas, pessimistas e mais prováveis para determinar as durações das atividades, enquanto o método CPM usa apenas a duração mais provável.

FUNDEPES

(Pref. Marechal Deodoro - AL) Assinale a alternativa que apresenta a principal diferença entre a técnica de avaliação e revisão de programas (método PERT) e o método do caminho crítico (CPM).

- a) O método CPM é mais utilizado em projetos que envolvem incertezas, enquanto o PERT é mais adequado para projetos com um alto grau de certeza.
- b) O método PERT é mais adequado para projetos com restrições de recursos, enquanto o método CPM é mais adequado para projetos com prazos apertados.
- c) O método PERT usa um caminho crítico para determinar a duração total do projeto, enquanto o método CPM usa a análise de redes para determinar o caminho crítico.
- d) O método PERT é mais adequado para projetos com atividades independentes, enquanto o método CPM é mais adequado para projetos com atividades dependentes.
- e) O método PERT utiliza estimativas otimistas, pessimistas e mais prováveis para determinar as durações das atividades, enquanto o método CPM usa apenas a duração mais provável.

CESPE/CEBRASPE

(TRE-RS) Os sistemas PERT/CPM são amplamente aplicados nas etapas de planejamento, de programação e de acompanhamento de obras e de serviços de engenharia. A tabela apresentada a seguir foi retirada do planejamento de uma obra de edificações. Com base nos dados apresentados na tabela, relativos aos conceitos envolvidos nos sistemas PERT/CPM, assinale a opção correta.

atividade	antecessor	duração		
		otimista	mais provável	pessimista
A	–	2	5	7
B	A	1	2	4
C	A	2	3	4
D	B	4	7	12
E	C	2	4	8
F	D	1	1	4
G	E, F	1	2	4

- a) A atividade E não pode ser iniciada antes das atividades C e F.
- b) De acordo com as informações disponíveis, poderá ser calculada a probabilidade de o projeto ser completado em determinado intervalo de tempo.
- c) Os sistemas PERT/CPM não podem ser utilizados na análise de custos e de alocações de recursos para os projetos.
- d) A maior deficiência dos sistemas PERT/CPM é que eles não permitem o cálculo do caminho crítico do projeto.
- e) A tabela apresentada sugere que o planejador da obra utilizou uma abordagem determinística baseada no sistema CPM para o cálculo da duração total do projeto.

CESPE/CEBRASPE

(TRE-RS) Os sistemas PERT/CPM são amplamente aplicados nas etapas de planejamento, de programação e de acompanhamento de obras e de serviços de engenharia. A tabela apresentada a seguir foi retirada do planejamento de uma obra de edificações. Com base nos dados apresentados na tabela, relativos aos conceitos envolvidos nos sistemas PERT/CPM, assinale a opção correta.

atividade	antecessor	duração		
		otimista	mais provável	pessimista
A	–	2	5	7
B	A	1	2	4
C	A	2	3	4
D	B	4	7	12
E	C	2	4	8
F	D	1	1	4
G	E, F	1	2	4

- a) A atividade E não pode ser iniciada antes das atividades C e F.
- b) De acordo com as informações disponíveis, poderá ser calculada a probabilidade de o projeto ser completado em determinado intervalo de tempo.
- c) Os sistemas PERT/CPM não podem ser utilizados na análise de custos e de alocações de recursos para os projetos.
- d) A maior deficiência dos sistemas PERT/CPM é que eles não permitem o cálculo do caminho crítico do projeto.
- e) A tabela apresentada sugere que o planejador da obra utilizou uma abordagem determinística baseada no sistema CPM para o cálculo da duração total do projeto.