



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;

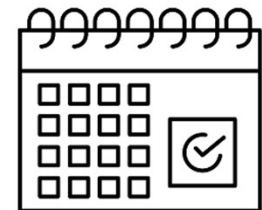
→ A unidade mais comum para planejamento de obras é o **dia útil**.

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;

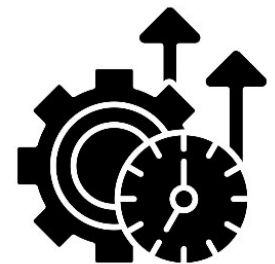
→ A unidade mais comum para planejamento de obras é o **dia útil**.

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 atribuímos 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.

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

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.

$$Duração = \frac{Qtde\ de\ Trabalho \cdot Índice}{Qtde\ de\ Recursos \cdot Jornada} \Rightarrow \left. \begin{aligned} D_{pedreiro} &= \frac{200\ m^2 \cdot 0,8h/m^2}{5 \cdot 8h/dia} = 4\ dias \\ D_{servente} &= \frac{200\ m^2 \cdot 1,6h/m^2}{10 \cdot 8h/dia} = 4\ dias \end{aligned} \right\} D = 4\ dias$$

$$Duração = \frac{Qtde\ de\ Trabalho}{Produtividade \cdot Qtde\ de\ Recursos \cdot Jornada} \Rightarrow D_{pedreiro} = \frac{200\ m^2}{1,25\ m^2/h \cdot 5 \cdot 8\ h/dia} = 4\ dias$$

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

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

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

$$D = 4\ dias$$

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.

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

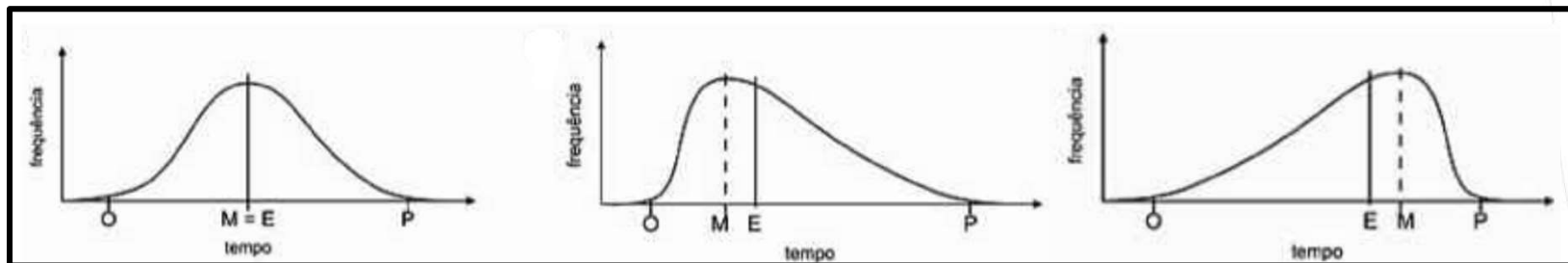
$$Qtde\ de\ Recursos_{pedreiro} = \frac{Qtde\ de\ Trabalho \cdot Índice}{Duração \cdot Jornada} = \frac{200m^2 \cdot 0,8h/m^2}{10\ dias \cdot 8h/dia} = \mathbf{2\ pedreiros}$$

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

$$Qtde\ de\ Recursos = 2P + 4S$$

DURAÇÕES PROBABILÍSTICAS

O processo de definição das durações é um exercício 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.

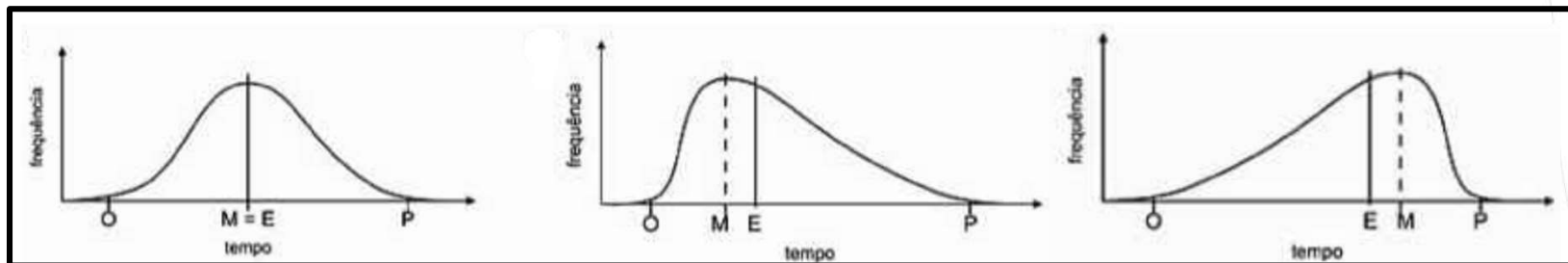
Duração Otimista (O): obtida em condições ideais (melhor cenário possível).

Duração Pessimista (P): obtida quando existem 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 exercício 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).

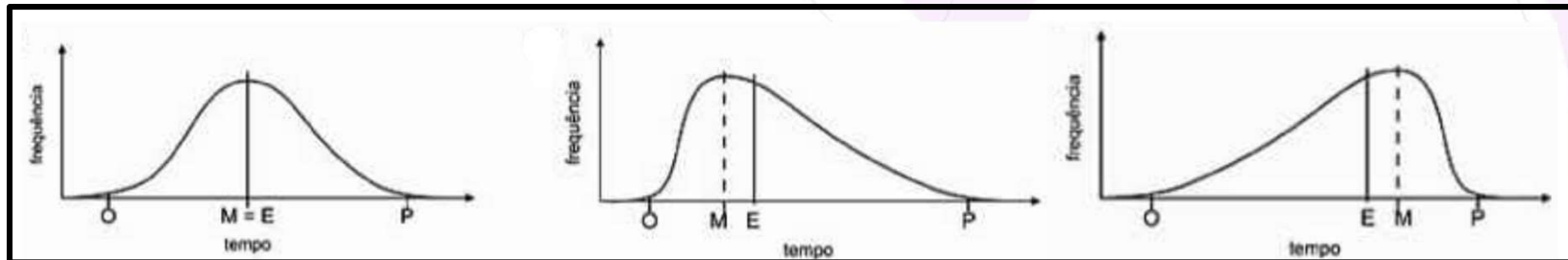
Duração Mais Provável (M): aquela mais plausível em função das circunstâncias.

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.**

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

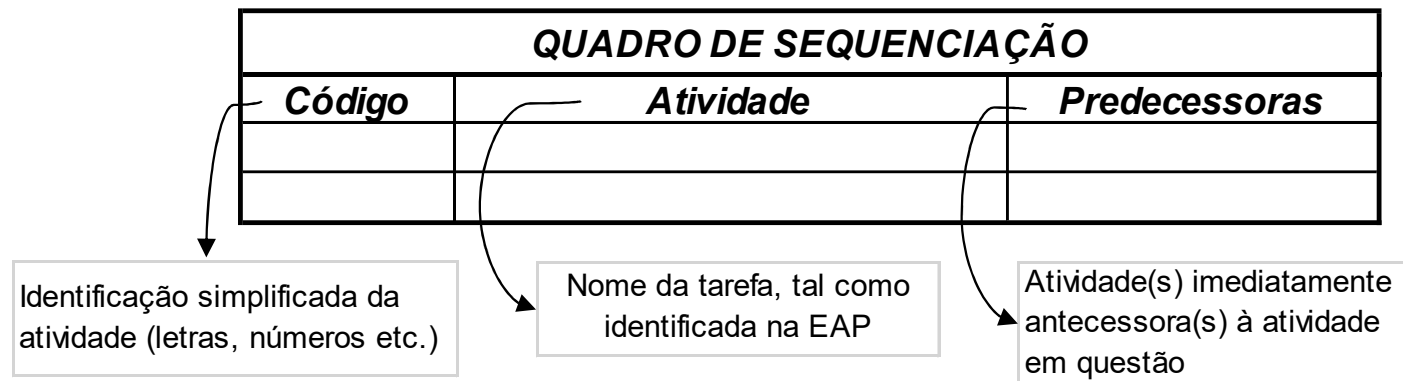
$$\text{Desvio-Padrão da Duração: } \sigma = \frac{P - O}{6}$$

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**.



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.

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)**.

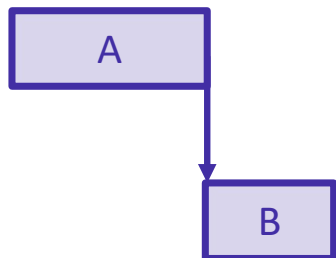
LIGAÇÃO (ENTRE A E B)	SIGNIFICADO
• TI (término-início)	A tem de terminar para B poder iniciar.
• II (início-início)	A tem de ter iniciado para B poder iniciar
• TT (término-término)	A tem de ter terminado para B poder terminar.
• IT (início-término)	A tem de ter iniciado para B poder terminar.

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

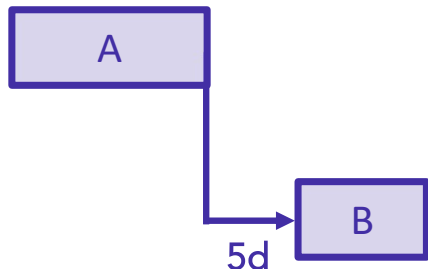
Adiantamento (ou antecipação): atividade de não depende da conclusão total de sua predecessora → podem começar juntas ou terem uma antecipação estabelecida.

TIPOS DE DEPENDÊNCIA

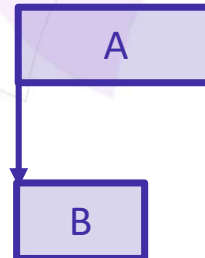
LIGAÇÃO TI



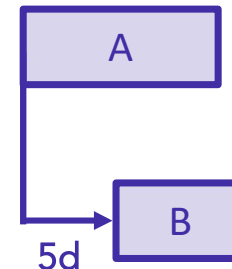
LIGAÇÃO TI + 5 dias



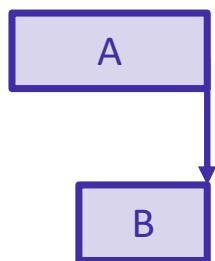
LIGAÇÃO II



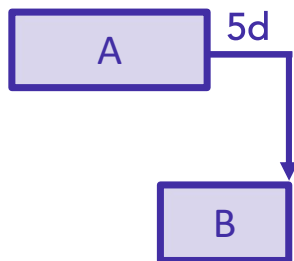
LIGAÇÃO II + 5 dias



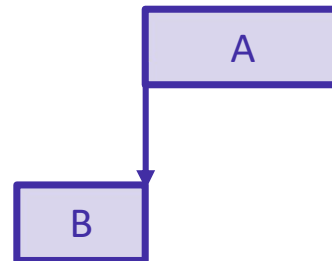
LIGAÇÃO TT



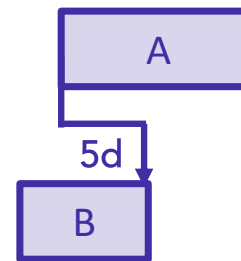
LIGAÇÃO TT + 5 dias



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.

CESPE/CEBRASPE

(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

CESPE/CEBRASPE

(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

CESPE/CEBRASPE

(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

CESPE/CEBRASPE

(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

CESPE/CEBRASPE

(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

CESPE/CEBRASPE

(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

FCM

(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.

FCM

(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.

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

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

IFMT

(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

(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.