



By @kakashi_copiador



PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS

DIAGRAMA DE REDE (PERT-CPM)

Professor:
Guilherme Venturim
`@guilhermeventurim`

DIAGRAMA DE REDE

Diagramas PERT/CPM permitem que sejam indicadas as **relações lógicas de precedência (inter-relacionamento)** entre as inúmeras atividade do projeto e que seja determinado o **caminho crítico**, isto é, a sequência de atividades que, se sofrer atraso em alguma de suas componentes, irá transmiti-lo ao término do projeto.

→ **Vantagem:** a representação gráfica do planejamento facilita sua leitura e manuseio.

PERT - Program Evaluation and Review Technique	CPM - Critical Path Method
Técnica de Avaliação e Revisão de Programas	Método do Caminho Crítico
Usado para atividades incertas (tempo desconhecido)	Usado apenas para atividades de tempo conhecido
Orientada por eventos	Orientada por atividades
Adota o modelo probabilístico	Adota o modelo determinístico
03 estimativas de tempo para cada atividade (O;P;M)	01 estimativa de tempo (mais provável)
Apropriado para estimativas de tempo de alta precisão	Apropriado para uma estimativa de tempo razoável
Concentra-se no tempo (minimizar duração)	Concentra-se na compensação tempo-custo
Possui trabalho de natureza não repetitiva	Tem uma natureza repetitiva de trabalho
Não usa nenhuma atividade fictícia	Usa atividades fictícias (atividade-fantasma)
Projetos que requerem pesquisa e desenvolvimento	Adequado para projetos de construção

As duas técnicas podem ser combinadas para aumentar a eficácia. Pode-se usar a PERT para obter estimativas mais realistas da duração das tarefas antes de proceder ao cálculo do caminho crítico e das margens de flutuação.

CONSTRUÇÃO DO DIAGRAMA DE REDE

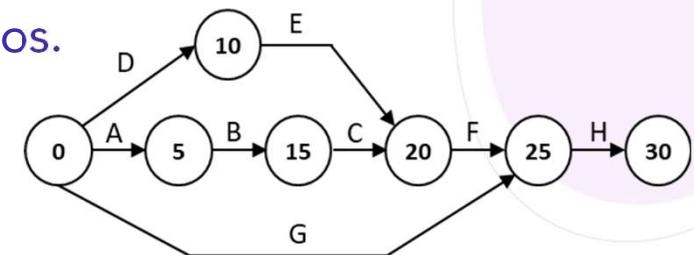
O **planejamento com os métodos PERT e CPM** é realizado através de rede com sequência lógica de planejamento e interdependência entre atividades.

Existem **02** métodos para construção de um diagrama de rede:

Método das Flechas (Arrow Diagramming Method – ADM)

→ Atividades representadas por flechas que conectam eventos.

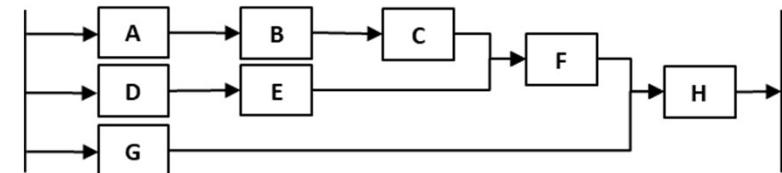
- Existe o conceito de evento (instantes);
- Não é possível ilustrar as ligações IT; II e TT;
- Pode possuir atividades-fantasma.



Método dos Blocos (Precedence Diagramming Method – PDM)

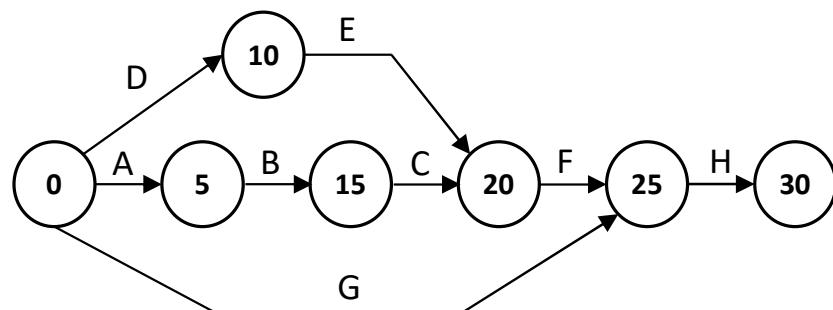
→ Atividades representadas por blocos (ou caixas).

- Não existe o conceito de evento;
- As flechas não tem nenhum significado;
- Possibilita ilustrar todas as ligações de dependência;
- Não possui atividade-fantasma.

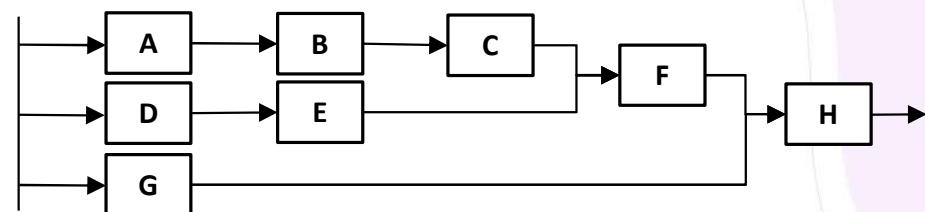


CONSTRUÇÃO DO DIAGRAMA DE REDE

Método das Flechas
(Arrow Diagramming Method – ADM)



Método dos Blocos
(Precedence Diagramming Method – PDM)

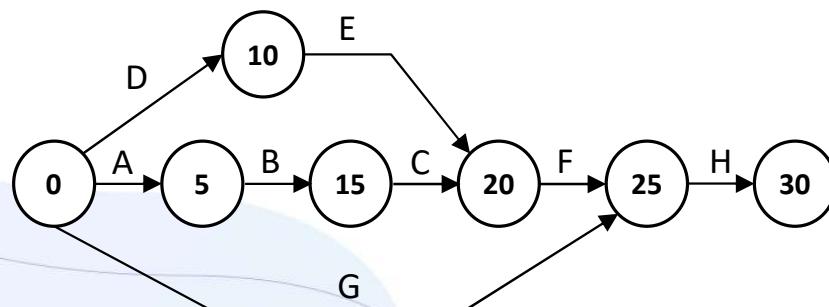


QUADRO DE SEQUENCIAÇÃO		
Código	Atividade	Predecessoras
A	Locação da fundação	-
B	Escavação da fundação	A
C	Montagem das fôrmas	B
D	Obtenção do aço	-
E	Preparação da armação	D
F	Colocação da armação	C, E
G	Mobilização da betoneira	-
H	Concretagem	F, G

Sequenciação das atividades de concretagem de um bloco de fundação

MÉTODO DAS FLECHAS

- Atividades representadas por flechas que conectam eventos.
- **O evento inicial do diagrama é único;**
- Cada nó (evento) representa uma relação entre todas as atividades que entram e saem;
- O início de uma atividade só pode ocorrer quando todas as que chegam a seu evento inicial tiverem sido concluídas;
- **Todas as atividades que saem de um mesmo nó têm predecessoras idênticas;**
- **Todas as atividades que chegam a um mesmo nó têm sucessoras idênticas;**
- **Cada atividade tem um par de eventos início-fim;**
- Para cada atividade, o número do evento final é maior que do inicial;
- **O evento final do diagrama é único.**

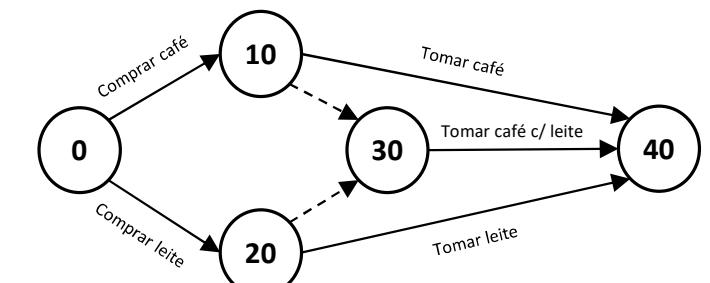
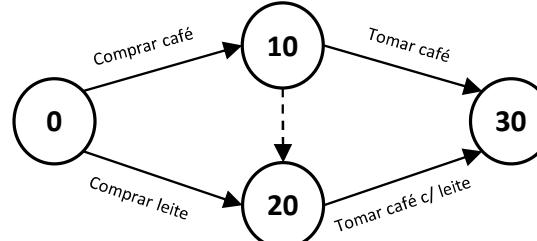
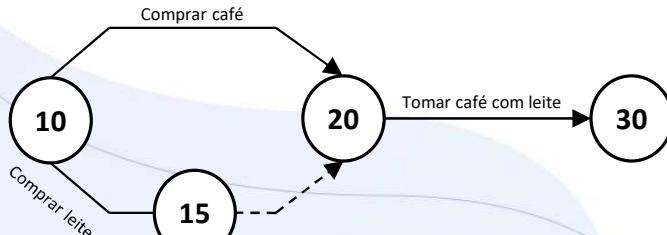
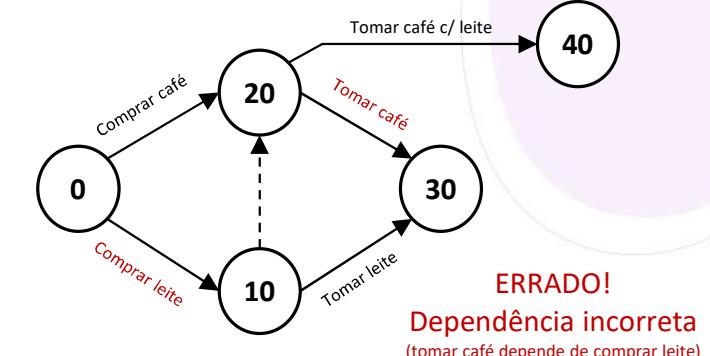
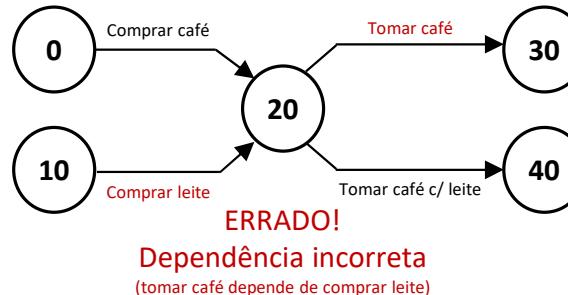
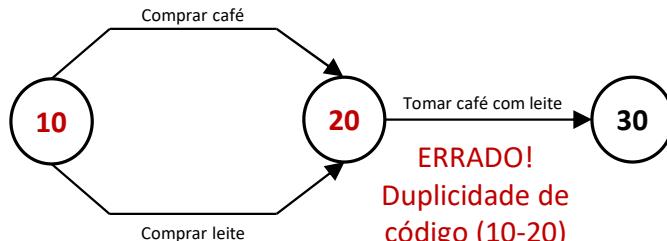


ATIVIDADE	EVENTO
É uma tarefa a ser desempenhada	É um ponto no tempo, um instante do projeto
Possui duração	Não possui duração
Consumo recursos (mão de obra; material;	Não consome recursos
Representada por flecha entre 2 eventos	Representado por um círculo (nó)

MÉTODO DAS FLECHAS (ATIVIDADE-FANTASMA)

A atividade-fantasma (fictícia; muda; virtual) não se trata de uma tarefa física.

- Constitui um recuso para resolver problemas de numeração ou de lógica.
- a) de programação: computação não reconhece diferença para os eventos.
- b) de sequenciação: quando as flechas não conseguem refletir a sequência correta.
- c) de rompimento de evento: necessidade de desmembrar um evento em dois.



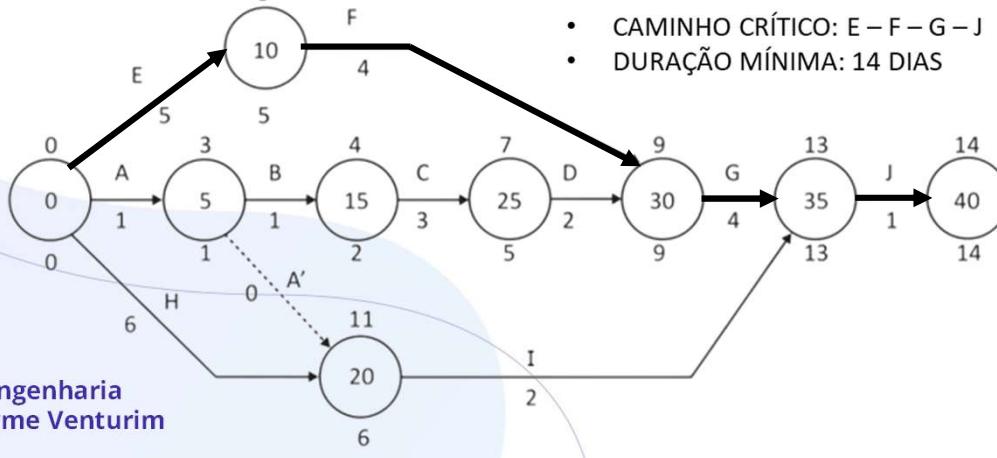
CAMINHO CRÍTICO - MÉTODO DAS FLECHAS

Sequência de atividades que concorrem para a determinação da duração total do projeto.

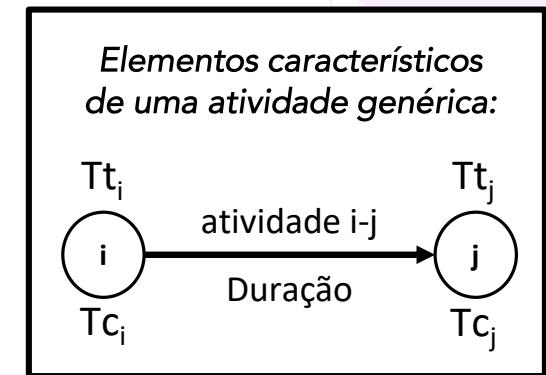
- O caminho crítico é o conjunto das atividades críticas;
- Atividades críticas unem os eventos críticos ($T_c = T_t$);
- **É o caminho mais longo entre o início e o fim do projeto;**
- Eventos críticos não possuem flexibilidade temporal (folga);
- Uma atividade-fantasma pode ser crítica;
- O caminho crítico pode ter mais de um ramo.

Atividades Críticas:

- Se atrasarem, atrasam o projeto.
- Se forem adiantadas, podem adiantar o projeto.



Tópicos de Engenharia
Prof. Guilherme Venturim



CÓDIGO	ATIVIDADE	PREDECESSORAS	DURAÇÃO (DIAS)
A	Limpeza do terreno	-	1
B	Locação da fundação	A	1
C	Escavação da fundação	B	3
D	Montagem das formas	C	2
E	Fornecimento do aço	-	5
F	Preparação da armação	E	4
G	Colocação da armação	D, F	4
H	Mobilização da betoneira	-	6
I	Intalação da betoneira	A, H	2
J	Concretagem	G, I	1

MÉTODO DAS FLECHAS

Tempo Mais Cedo (Tc) ou Data Mais Cedo (DMC) de um evento:

Máximo valor obtido da soma da duração das atividades que a ele chegam, com o Tempo Mais Cedo de seus respectivos eventos de origem.

- **Calculado no sentido cronológico da rede (passada para frente ou para a direita).**

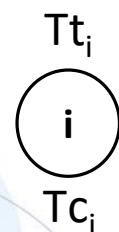
$$Tc_{evento} = \max (Tc_{evento\ predecessor} + D_{atividade\ predecessora})$$

Tempo Mais Tarde (Tt) ou Data Mais Tarde (DMT) de um evento:

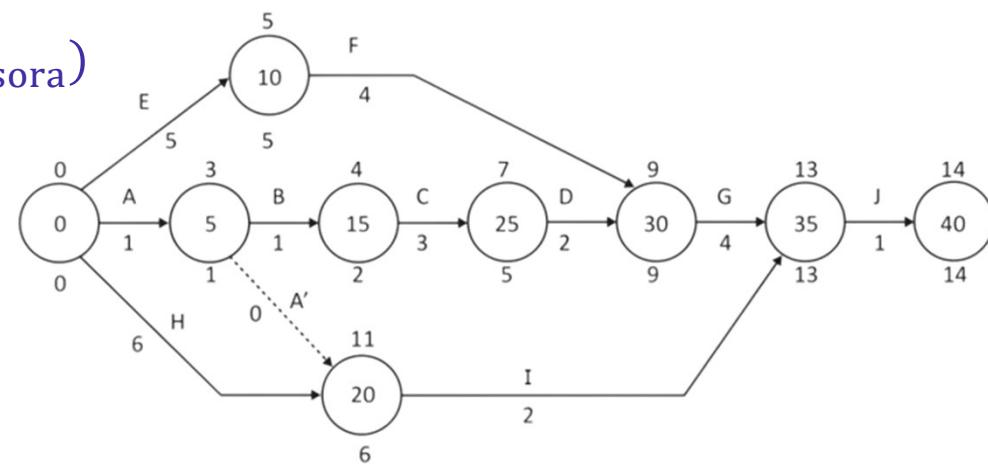
Mínimo valor obtido da subtração da duração das atividades que saem dele, do Tempo Mais Tarde dos eventos a que eles se destinam.

- **Calculado de trás pra frente (ordem/passada reversa).**

$$Tt_{evento} = \min (Tt_{evento\ sucessor} - D_{atividade\ sucessora})$$

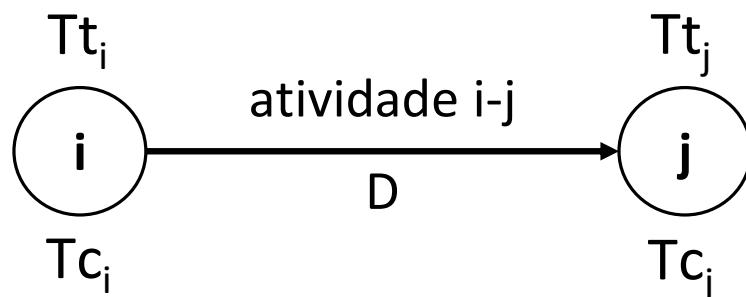


Evento Crítico:
 $Tt = Tc$



FOLGAS - MÉTODO DAS FLECHAS

- A atividade $i-j$ não pode começar antes de Tc_i
- A atividade $i-j$ não deve terminar depois de Tt_i para não atrasar o projeto.



- **Sempre: $FL \leq FT$**
- Para atividades críticas: $FL = 0$
- Toda atividade crítica tem FL nula, mas nem todas FL nula é crítica.

Folga Total (FT) – representa a quantidade de dias que a atividade pode atrasar **sem comprometer o prazo total da rede**.

Folga Livre (FL) – representa a quantidade de dias que a atividade pode atrasar **sem comprometer o início mais cedo se suas sucessoras**.

$$\longrightarrow FT = Tt_j - (Tc_i + D)$$

$$\Longrightarrow FL = Tc_j - (Tc_i + D)$$

MÉTODO DOS BLOCOS (PDM)

- A barra de início do diagrama é única;
- O início de uma atividade só pode ocorrer quando todas ligadas a ela forem concluídas;
- As flechas saem de uma atividade e levam a suas sucessoras e apenas a elas;
- A barra de fim do diagrama é única.

Arranjo usual:

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL

ID – Identificação (nº ou descrição)

D – Duração

PDI – Primeira data de início

PDT – Primeira data de término

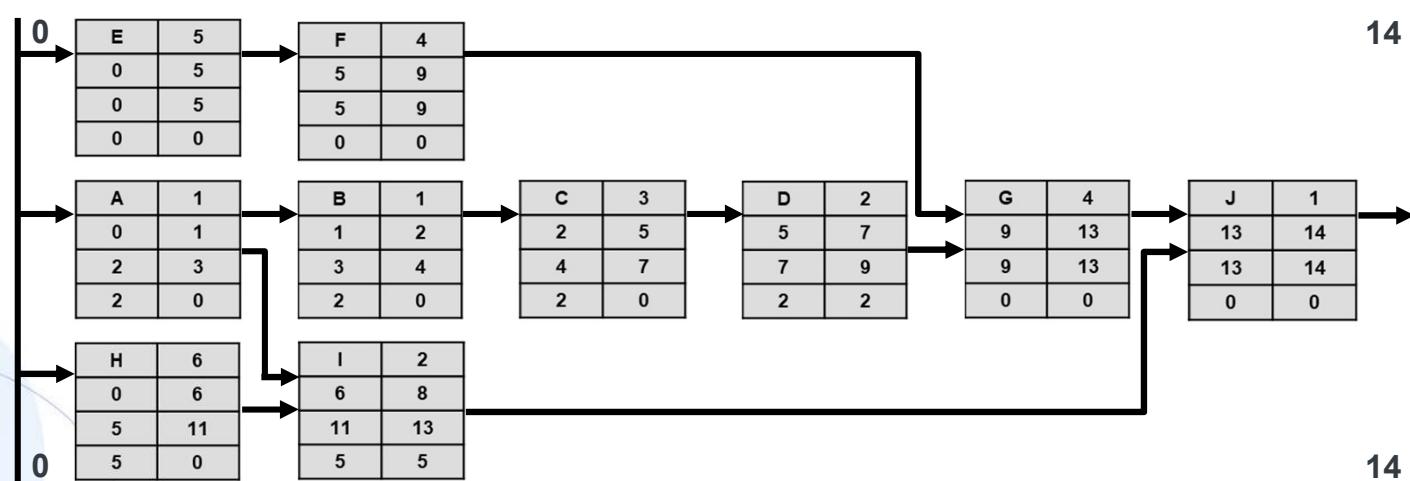
UDI – Última data de início

UDT – Última data de término

FT – Folga total

FL – Folga livre

CÓDIGO	ATIVIDADE	PREDECESSORAS	DURAÇÃO (DIAS)
A	Limpeza do terreno	-	1
B	Locação da fundação	A	1
C	Escavação da fundação	B	3
D	Montagem das formas	C	2
E	Fornecimento do aço	-	5
F	Preparação da armação	E	4
G	Colocação da armação	D, F	4
H	Mobilização da betoneira	-	6
I	Intalação da betoneira	A, H	2
J	Concretagem	G, I	1



MÉTODO DOS BLOCOS (PDM)

O cálculo da rede tem os registros feitos nos próprios blocos que representam atividades.

ID – Identificação
(nº ou descrição)

D – Duração

PDI – Primeira
data de início

PDT – Primeira
data de término

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL

UDI – Última
data de início

UDT – Última
data de término

FT – Folga total

FL – Folga livre

- Passada para frente:

$$PDI = \max(PDT_{\text{predecessora}})$$

$$PDT = PDI + D$$

- Passada reversa:

$$UDT = \min(UDI_{\text{sucessora}})$$

$$UDI = UDT - D$$

- Folga Total (FT) – representa a quantidade de dias que a atividade pode atrasar sem comprometer o prazo total da rede.

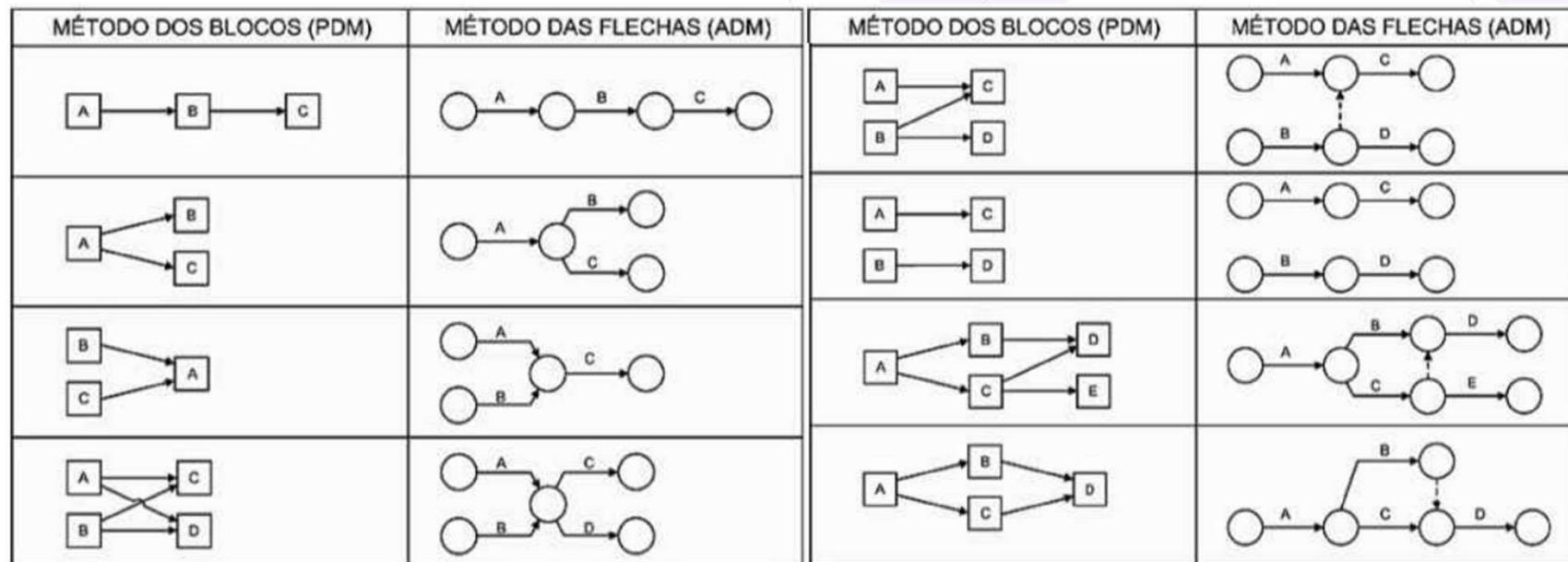
$$FT = UDI - PDI \rightarrow (\text{ou } UDT - PDT)$$

- Folga Livre (FL) – representa a quantidade de dias que a atividade pode atrasar sem comprometer o início mais cedo se suas sucessoras.

$$FL = \min(PDI_{\text{sucessora}} - PDT)$$

Caminho crítico: aquele em que suas atividades têm as **datas mais cedo iguais às datas mais tarde (folga nula).**

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS (ADM e PDM)



Aspecto	Método das Flechas (ADM)	Método dos Nós (PDM)
Atividade	Flecha	Bloco
Evento	Círculo (nó)	-----
Atividade-fantasma	Pode existir	-----
Quantidade de atividades	Maior (admite fantasmas)	Menor
Ligações com defasagem	Não admite	Admite
Facilidade de traçar	Menor	Maior
Outras denominações	ADM, AOA	PDM, AON

(CGE-SC) Assinale a opção que indica um aspecto que deve ser eliminado, quando ocorrer, durante a realização do planejamento do sequenciamento de atividades de uma obra.

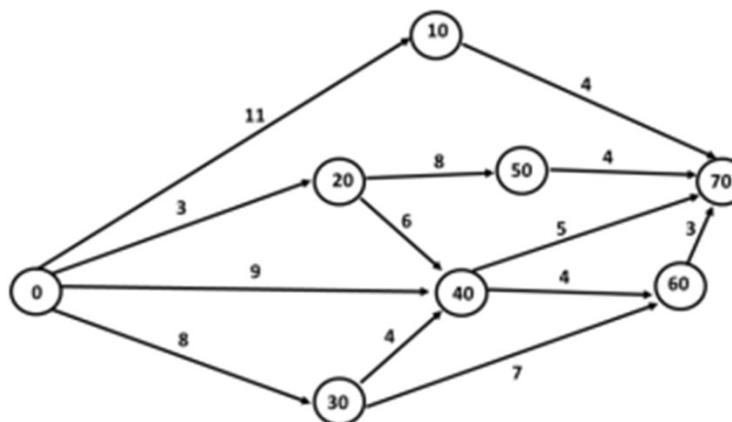
- a) Atividade que não possui atividade antecessora.
- b) Atividade que não possui atividade predecessora.
- c) Ausência de folga para realização de determinada atividade.
- d) Existência de caminhos críticos.
- e) Existência de circularidade.

(CGE-SC) Assinale a opção que indica um aspecto que deve ser eliminado, quando ocorrer, durante a realização do planejamento do sequenciamento de atividades de uma obra.

- a) Atividade que não possui atividade antecessora.
- b) Atividade que não possui atividade predecessora.
- c) Ausência de folga para realização de determinada atividade.
- d) Existência de caminhos críticos.
- e) Existência de circularidade.

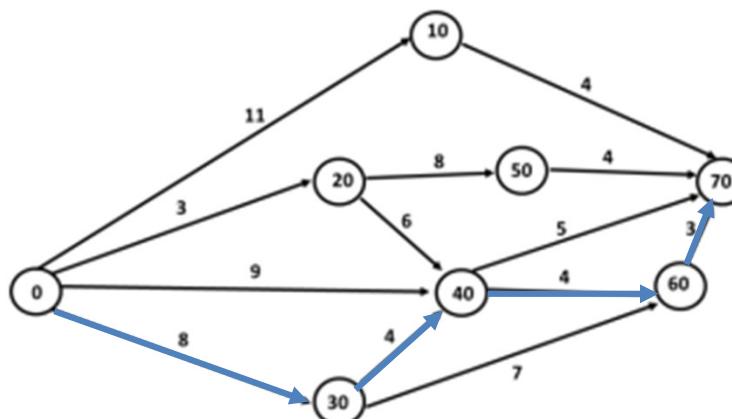
(MPE-SC) O Program Evaluation and Review Technique / Critical Path Method (PERT/CPM) é muito utilizado no controle de obras. A figura mostra uma rede onde as atividades, representadas por setas, possuem duração em dias corridos indicada pelo número no centro da seta. Os círculos mostram as incidências de início e término das atividades e o projeto se inicia em 0 e termina em 70. O caminho crítico da rede apresentada na figura é:

- a) 0 - 20 - 50 - 70;
- b) 0 - 20 - 40 - 60 - 70;
- c) 0 - 30 - 60 - 70;
- d) 0 - 30 - 40 - 60 - 70;
- e) 0 - 30 - 40 - 70.



(MPE-SC) O Program Evaluation and Review Technique / Critical Path Method (PERT/CPM) é muito utilizado no controle de obras. A figura mostra uma rede onde as atividades, representadas por setas, possuem duração em dias corridos indicada pelo número no centro da seta. Os círculos mostram as incidências de início e término das atividades e o projeto se inicia em 0 e termina em 70. O caminho crítico da rede apresentada na figura é:

- a) 0 - 20 - 50 - 70;
- b) 0 - 20 - 40 - 60 - 70;
- c) 0 - 30 - 60 - 70;
- d) 0 - 30 - 40 - 60 - 70;
- e) 0 - 30 - 40 - 70.

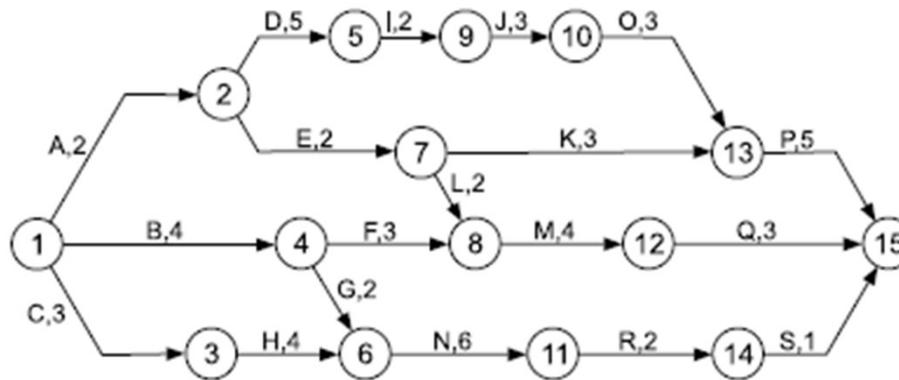


Caminho Crítico: 0 - 30 - 40 - 60 - 70 = 19 dias

VUNESP

(EBSERH) A reforma de um hospital foi planejada segundo o cronograma PERT-CPM a seguir, no qual as atividades são representadas por letras, seguidas de suas durações em dias. O tempo de conclusão dessa reforma, em dias, é

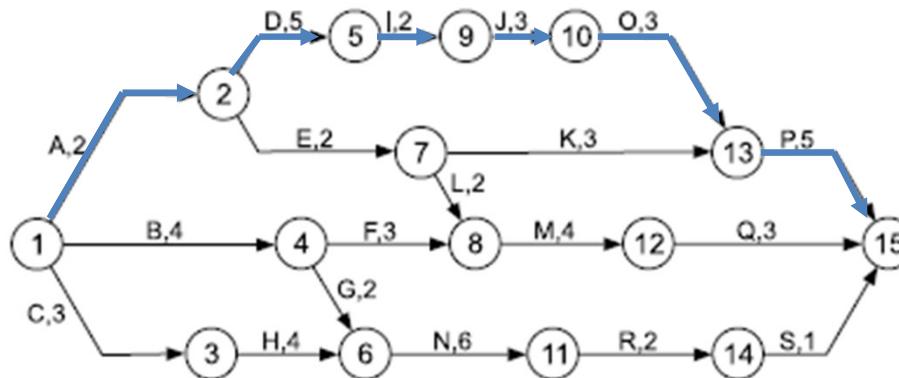
- a) 16.
- b) 20.
- c) 45.
- d) 60.
- e) 90.



VUNESP

(EBSERH) A reforma de um hospital foi planejada segundo o cronograma PERT-CPM a seguir, no qual as atividades são representadas por letras, seguidas de suas durações em dias. O tempo de conclusão dessa reforma, em dias, é

- a) 16.
- b) 20.
- c) 45.
- d) 60.
- e) 90.



Caminho Crítico: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 9 \rightarrow 10 \rightarrow 13 \rightarrow 15$

Caminho Crítico: $2 + 5 + 2 + 3 + 3 + 5 = 20$ dias

(FIOCRUZ) Num diagrama de rede de atividades, a relação entre a primeira data de início (PDI), primeira data de término (PDT) e a duração (D) de uma atividade é:

- a) $PDI = PDT - D$
- b) $PDI = PDT * D$
- c) $PDI = PDT + D$
- d) $PDT = PDI - D$
- e) $PDT = PDI + D$

FGV

(FIOCRUZ) Num diagrama de rede de atividades, a relação entre a primeira data de início (PDI), primeira data de término (PDT) e a duração (D) de uma atividade é:

- a) $PDI = PDT - D$
- b) $PDI = PDT * D$
- c) $PDI = PDT + D$
- d) $PDT = PDI - D$
- e) $PDT = PDI + D$

CESPE/CEBRASPE

(TRE-RJ) Julgue os itens subsecutivos, referentes à fiscalização de obras.

A atividade fantasma em uma rede PERT-CPM é uma atividade física e refere-se a um recurso necessário de diagramação sem valor lógico.

- a) CERTO
- b) ERRADO

(SEFIN - Fortaleza/CE) No que se refere a programação de obras e a seu cronograma executivo, julgue o item subsequente.

O caminho crítico é composto exclusivamente de atividades críticas.

- a) CERTO
- b) ERRADO

CESPE/CEBRASPE

(TRE-RJ) Julgue os itens subsecutivos, referentes à fiscalização de obras.

A atividade fantasma em uma rede PERT-CPM é uma atividade física e refere-se a um recurso necessário de diagramação sem valor lógico.

- a) CERTO
- b) ERRADO

(SEFIN - Fortaleza/CE) No que se refere a programação de obras e a seu cronograma executivo, julgue o item subsequente.

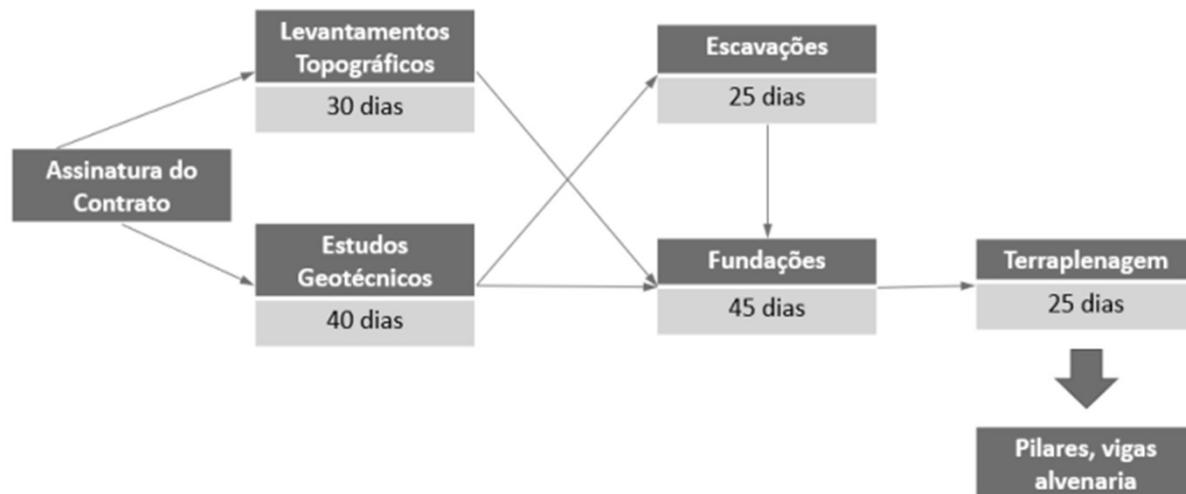
O caminho crítico é composto exclusivamente de atividades críticas.

- a) CERTO
- b) ERRADO

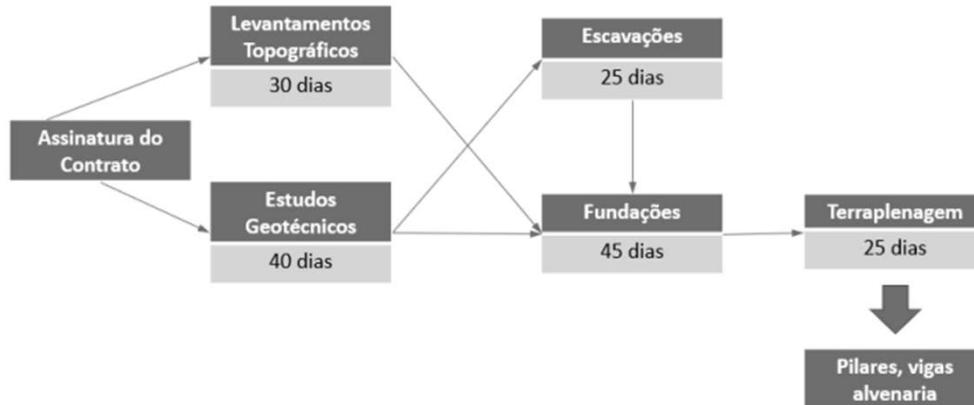
FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS

(AL-MA) Um engenheiro deve gerir a produção de uma obra, cujo esquema de dependência das atividades, até a fase de levantamento da estrutura visível em si, é mostrado a seguir. Considerando que a realização das atividades irá durar exatamente o tempo indicado em cada caixa, o máximo atraso que a etapa de levantamentos topográficos pode sofrer sem comprometer o cronograma da obra é de:

- a) 10 dias
- b) 15 dias
- c) 20 dias
- d) 30 dias
- e) 35 dias



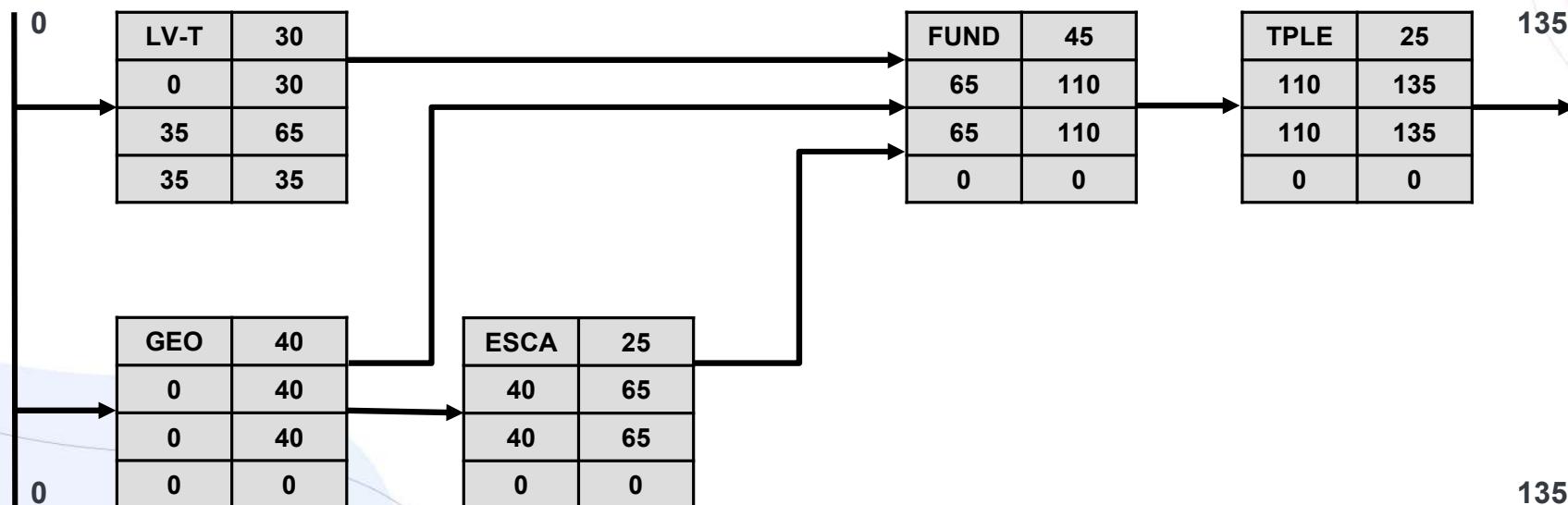
FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS



Arranjo usual:

ID	D
PDI	PDT
UDI	UDT
FT	FL

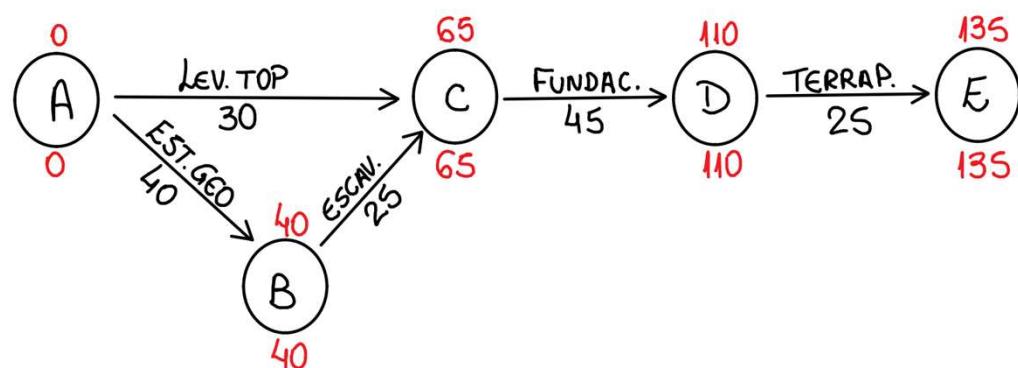
- ID – Identificação (nº ou descrição)
- D – Duração
- PDI – Primeira data de início
- PDT – Primeira data de término
- UDI – Última data de início
- UDT – Última data de término
- FT – Folga total
- FL – Folga livre



FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS

(AL-MA) Um engenheiro deve gerir a produção de uma obra, cujo esquema de dependência das atividades, até a fase de levantamento da estrutura visível em si, é mostrado a seguir. Considerando que a realização das atividades irá durar exatamente o tempo indicado em cada caixa, o máximo atraso que a etapa de levantamentos topográficos pode sofrer sem comprometer o cronograma da obra é de:

- a) 10 dias
- b) 15 dias
- c) 20 dias
- d) 30 dias
- e) 35 dias



$$FT = DMT_{sucessora} - (DMC_{predecessora} + duração)$$

$$FT = 65 - (0 + 30) = 35 \text{ dias}$$

(ELETROBRAS-ELETRONUCLEAR) Considere o seguinte Quadro de sequenciação composto de seis atividades, para a montagem de uma rede PERT, no qual a data mais tarde do caminho crítico é a data limite para o cálculo de eventuais folgas. A data de término do projeto é a data

- a) 13
- b) 11
- c) 9
- d) 8
- e) 7

Atividade imediatamente antes	Atividade		Atividade imediatamente depois
	Nome	Duração	
-	T1	3	T5
-	T2	5	T3, T4
T2	T3	3	T6
T2	T4	8	-
T1	T5	3	-
T3	T6	1	-

(ELETROBRAS-ELETRONUCLEAR) Considere o seguinte Quadro de sequenciação composto de seis atividades, para a montagem de uma rede PERT, no qual a data mais tarde do caminho crítico é a data limite para o cálculo de eventuais folgas. A data de término do projeto é a data

- a) 13
- b) 11
- c) 9
- d) 8
- e) 7

Atividade imediatamente antes	Atividade		Atividade imediatamente depois
	Nome	Duração	
-	T1	3	T5
-	T2	5	T3, T4
T2	T3	3	T6
T2	T4	8	-
T1	T5	3	-
T3	T6	1	-

