



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 atividades 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

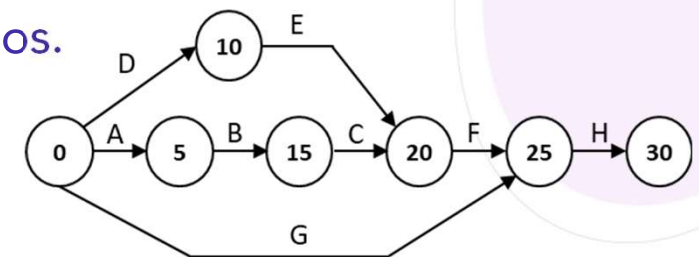
O **planejamento com os métodos PERT e CPM** é realizado através de **rede com sequência lógica de planejamento e interdependência** entre atividades.

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

Método das Flechas (*Arrow Diagramming Method – ADM*)

→ Atividades representadas por flechas que conectam eventos.

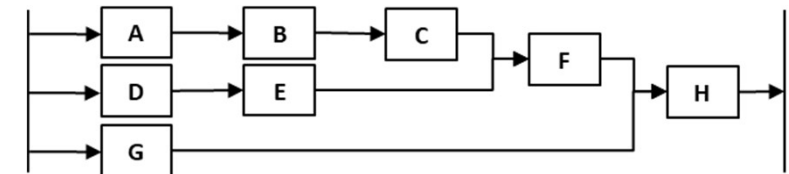
- Existe o conceito de evento (instantes);
- Não é possível ilustrar as ligações IT; II e TT;
- Pode possuir atividades-fantasma.



Método dos Blocos (*Precedence Diagramming Method – PDM*)

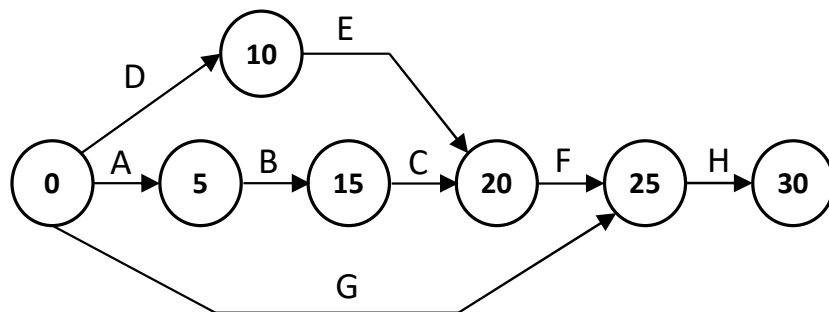
→ Atividades representadas por blocos (ou caixas).

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

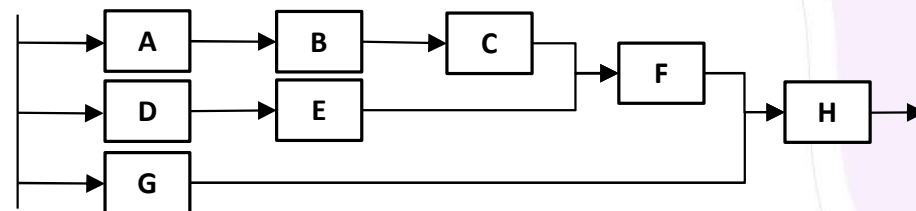


CONSTRUÇÃO DO DIAGRAMA DE REDE

Método das Flechas
(Arrow Diagramming Method – ADM)



Método dos Blocos
(Precedence Diagramming Method – PDM)



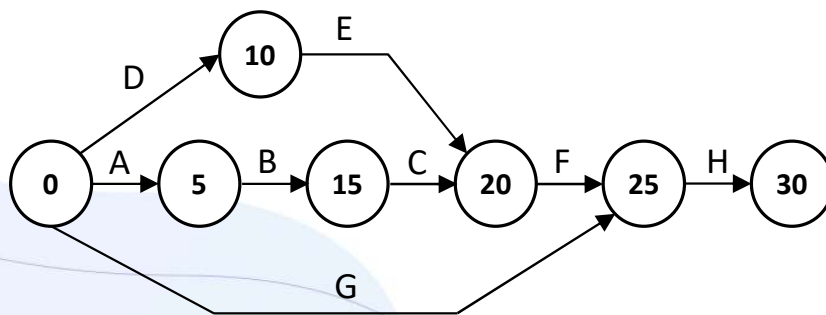
QUADRO DE SEQUENCIAÇÃO		
Código	Atividade	Predecessoras
A	Locação da fundação	-
B	Escavação da fundação	A
C	Montagem das fôrmas	B
D	Obtenção do aço	-
E	Preparação da armação	D
F	Colocação da armação	C, E
G	Mobilização da betoneira	-
H	Concretagem	F, G

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.**

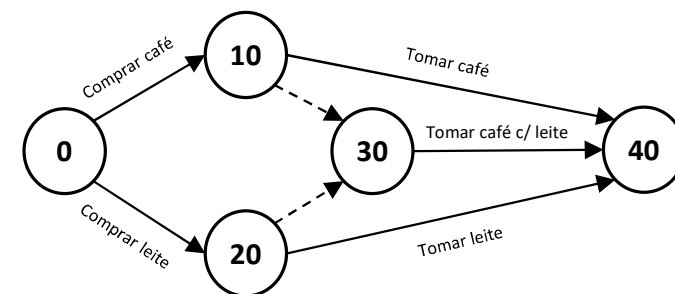
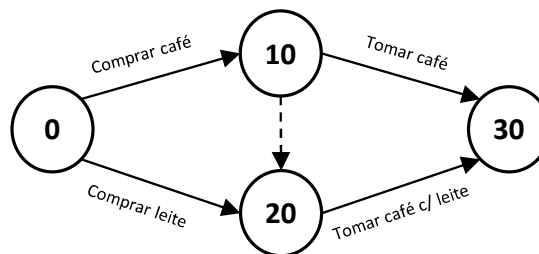
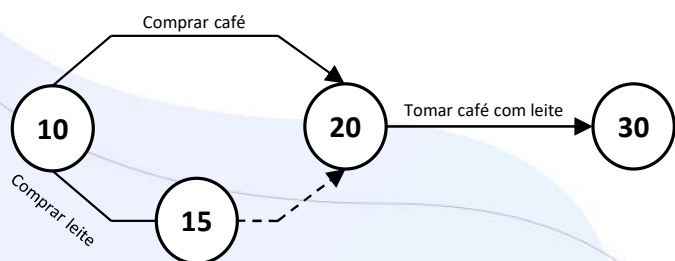
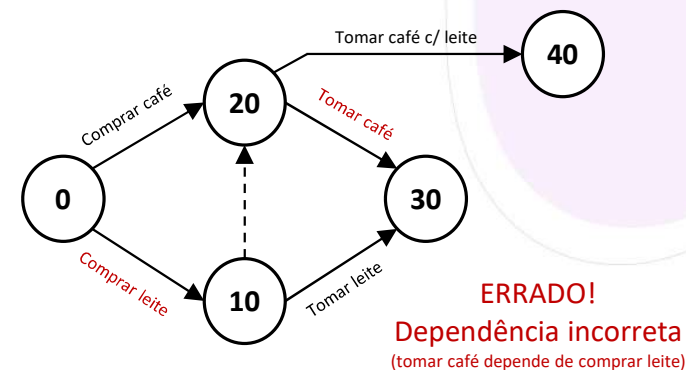
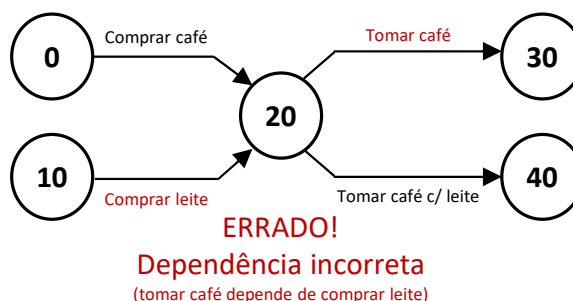
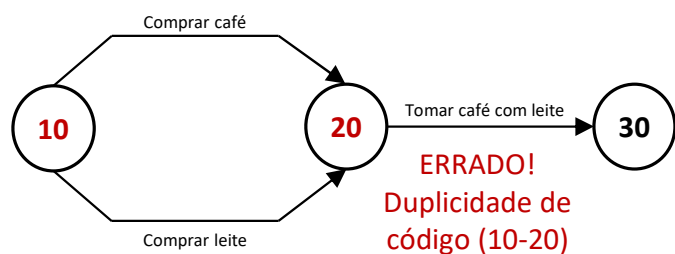


ATIVIDADE	EVENTO
É uma tarefa a ser desempenhada	É um ponto no tempo, um instante do projeto
Possui duração	Não possui duração
Consome recursos (mão de obra; material;	Não consome recursos
Representada por flecha entre 2 eventos	Representado por um círculo (nó)

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.**
 - de programação:** computação não reconhece diferença para os eventos.
 - de sequenciação:** quando as flechas não conseguem refletir a sequência correta.
 - de rompimento de evento:** necessidade de desmembrar um evento em dois.



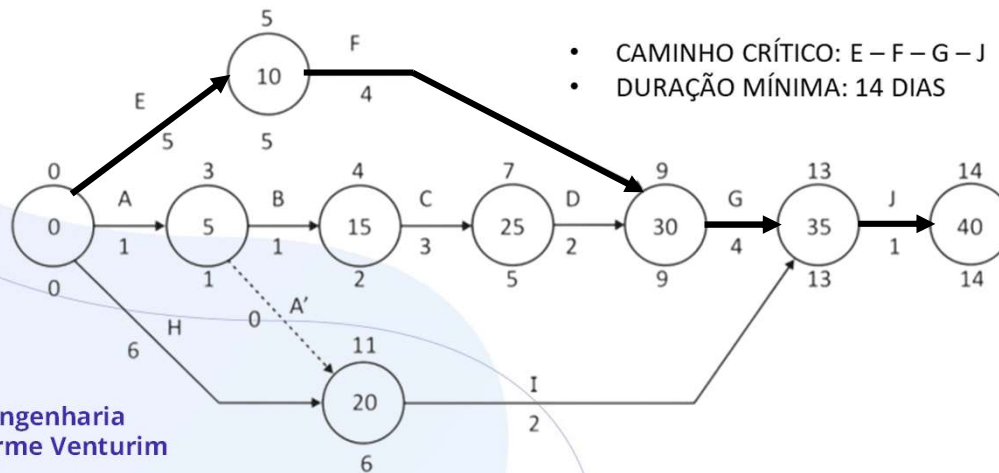
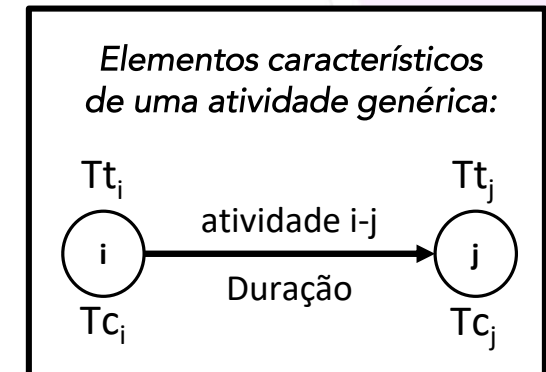
CAMINHO CRÍTICO - MÉTODO DAS FLECHAS

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.*



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).**

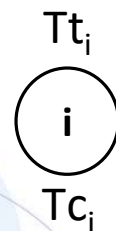
$$Tc_{evento} = \max (Tc_{evento\ predecessor} + D_{atividade\ predecessora})$$

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

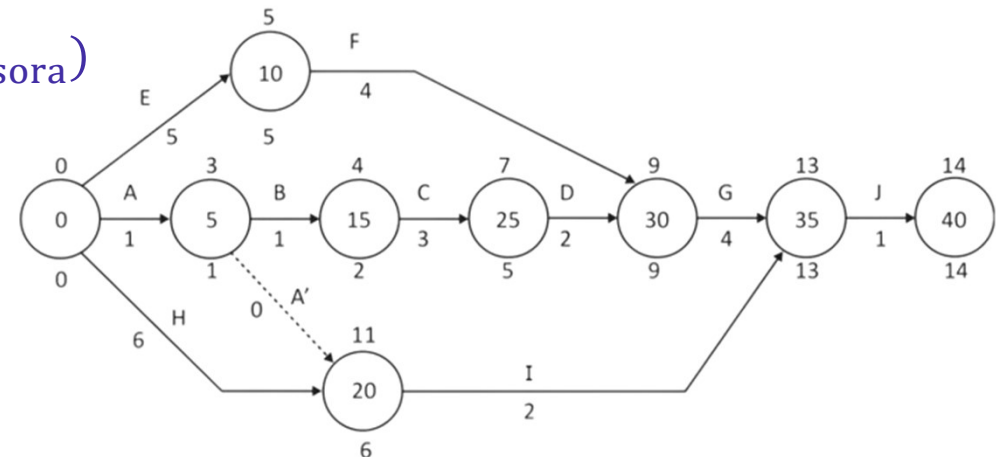
Mínimo valor obtido da subtração da duração das atividades que saem dele, do Tempo Mais Tarde dos eventos a que eles se destinam.

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

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

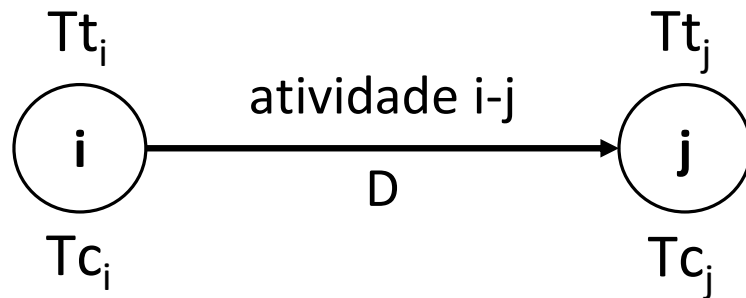


Evento Crítico:
 $Tt = Tc$



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_j 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.**

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

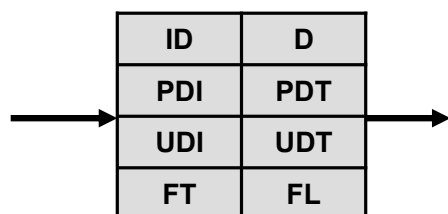
Folga Livre (FL) – representa a quantidade de dias que a atividade pode atrasar **sem comprometer o início mais cedo se suas sucessoras.**

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

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:



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

ID – Identificação (n° ou descrição)

D – Duração

PDI – Primeira data de início

PDT – Primeira data de término

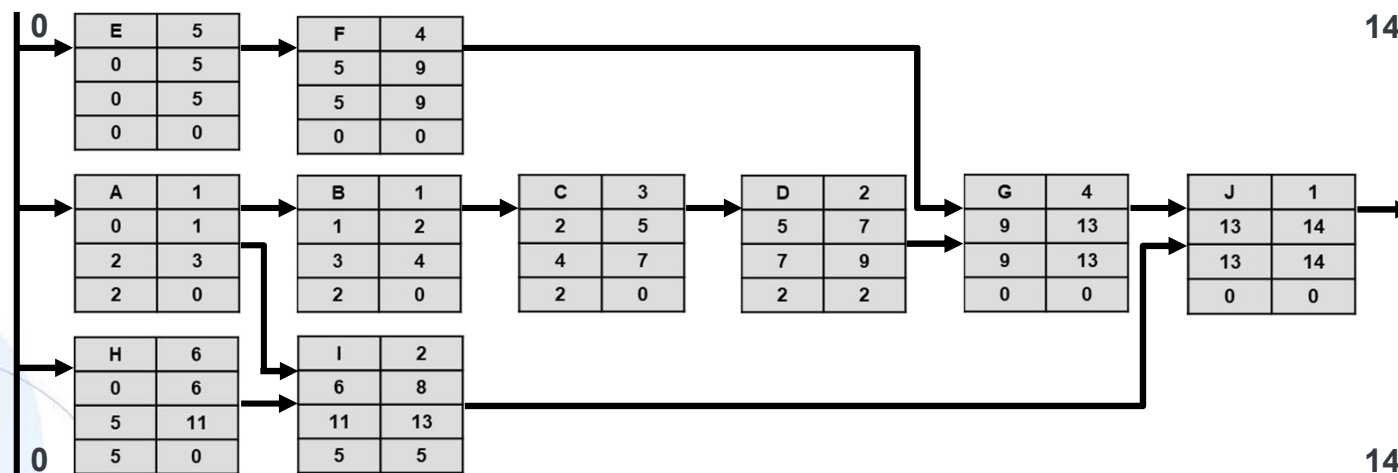
UDI – Última data de início

UDT – Última data de término

FT – Folga total

FL – Folga livre

Tópicos de Engenharia
Prof. Guilherme Venturim



MÉTODO DOS BLOCOS (PDM)

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

ID – Identificação
(n° 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:

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

$$PDT = PDI + D$$

- Passada reversa:

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

$$UDI = UDT - D$$

- **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.

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

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)

MÉTODO DOS BLOCOS (PDM)	MÉTODO DAS FLECHAS (ADM)	MÉTODO DOS BLOCOS (PDM)	MÉTODO DAS FLECHAS (ADM)

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

FGV

(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.

FGV

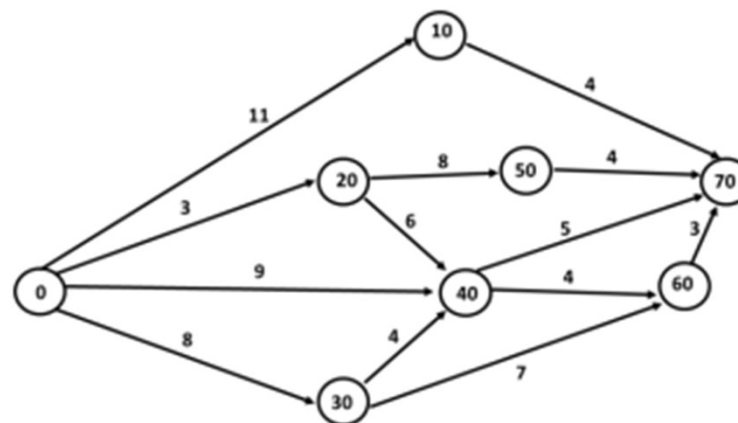
(CGE-SC) Assinale a opção que indica um aspecto que deve ser eliminado, quando ocorrer, durante a realização do planejamento do sequenciamento de atividades de uma obra.

- 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.**

FGV

(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:

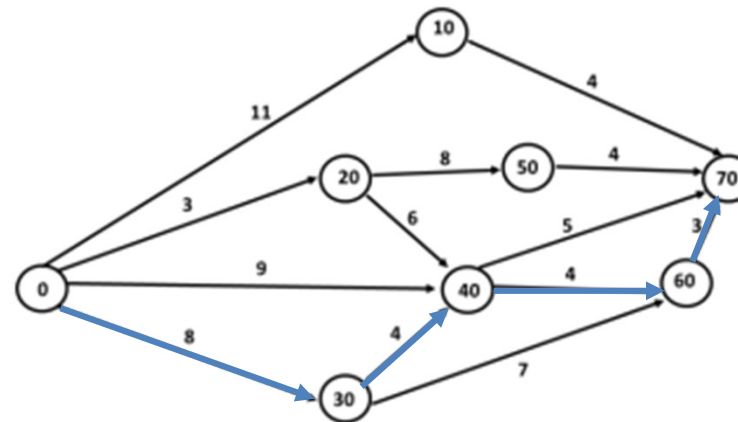
- a) 0 - 20 - 50 - 70;
- b) 0 - 20 - 40 - 60 - 70;
- c) 0 - 30 - 60 - 70;
- d) 0 - 30 - 40 - 60 - 70;
- e) 0 - 30 - 40 - 70.



FGV

(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.

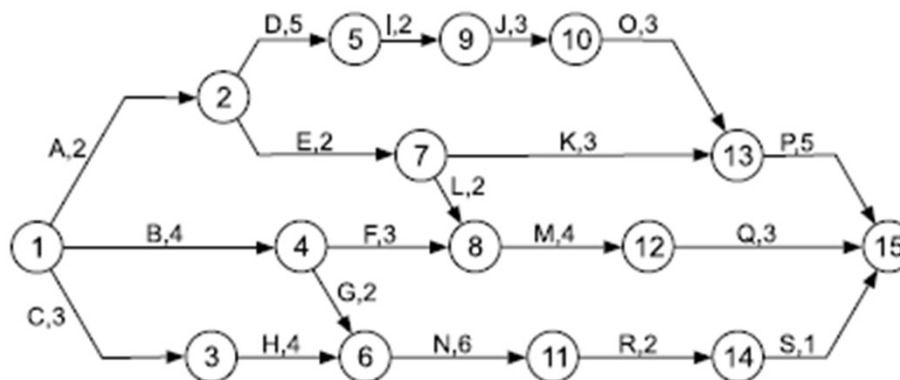


Caminho Crítico: 0 - 30 - 40 - 60 - 70 = 19 dias

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

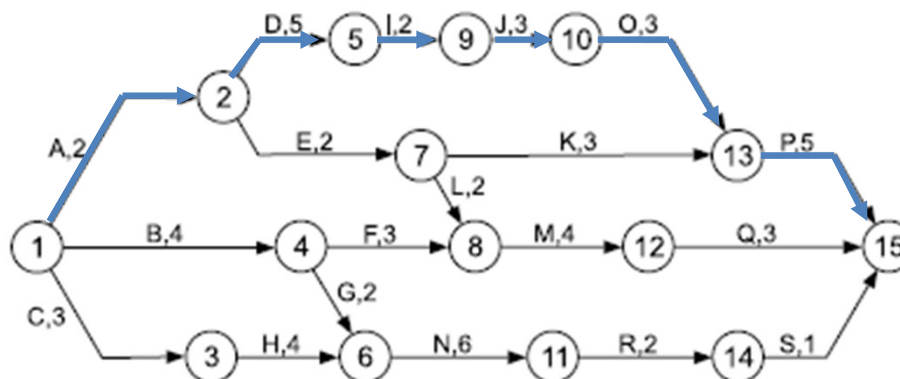
- a) 16.
- b) 20.
- c) 45.
- d) 60.
- e) 90.



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 → 2 → 5 → 9 → 10 → 13 → 15

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

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) $PDT = PDI + D$

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.

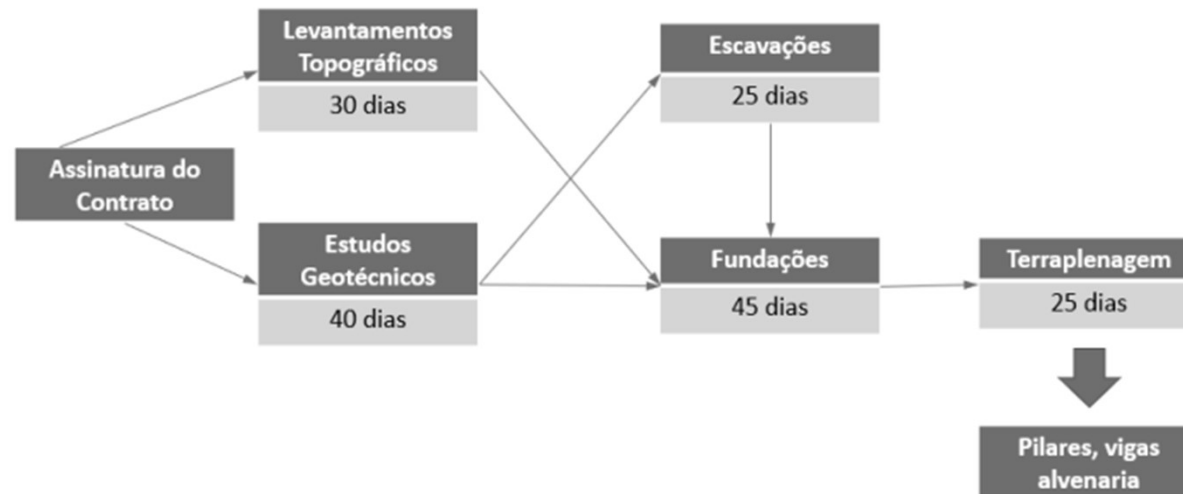
O caminho crítico é composto exclusivamente de atividades críticas.

- a) CERTO
- b) ERRADO

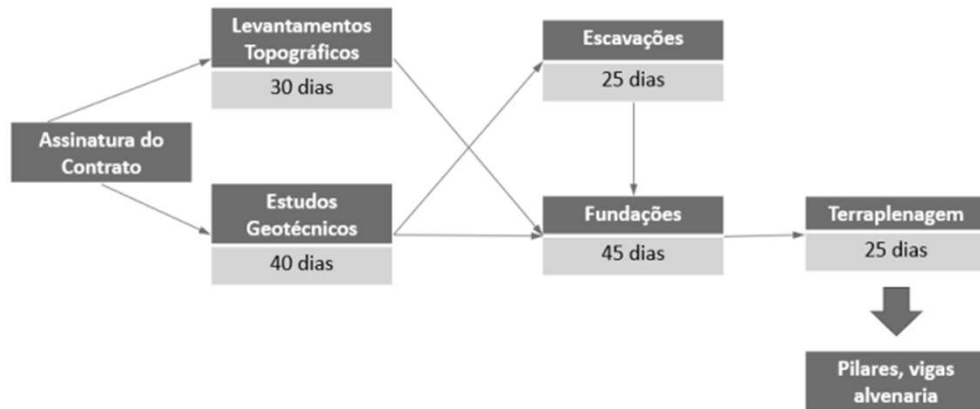
FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS

(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 (n° ou descrição)

D – Duração

PDI – Primeira data de início

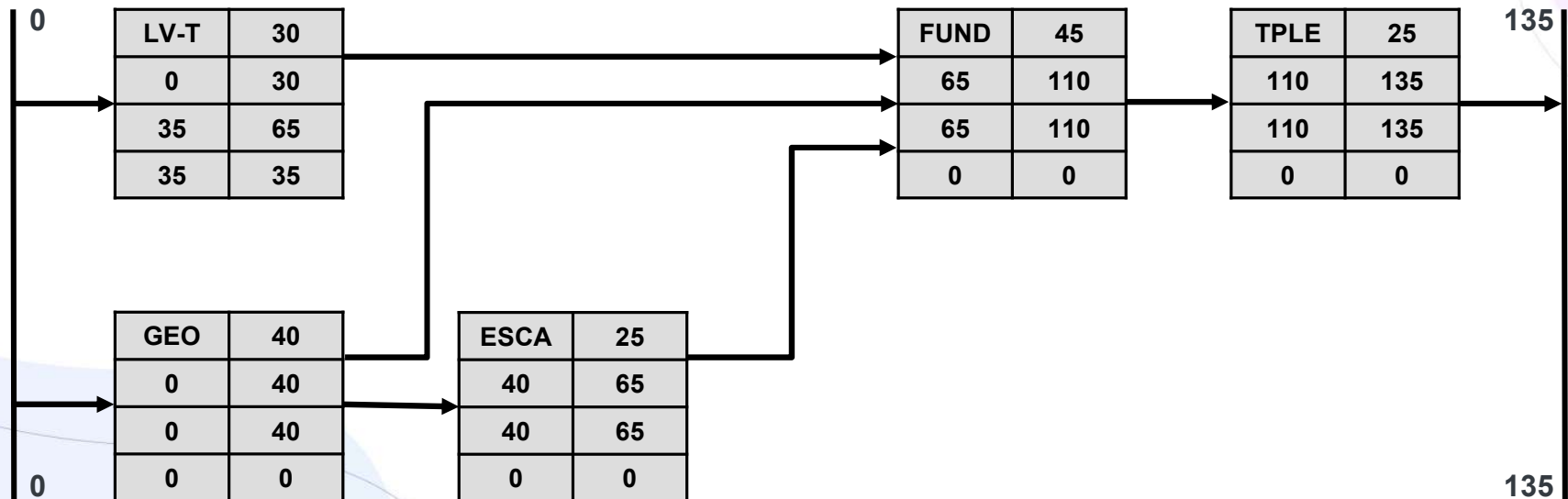
PDT – Primeira data de término

UDI – Última data de início

UDT – Última data de término

FT – Folga total

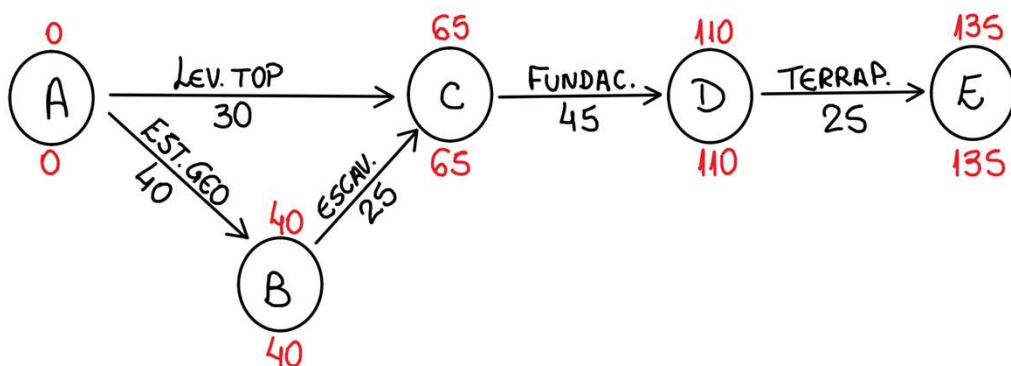
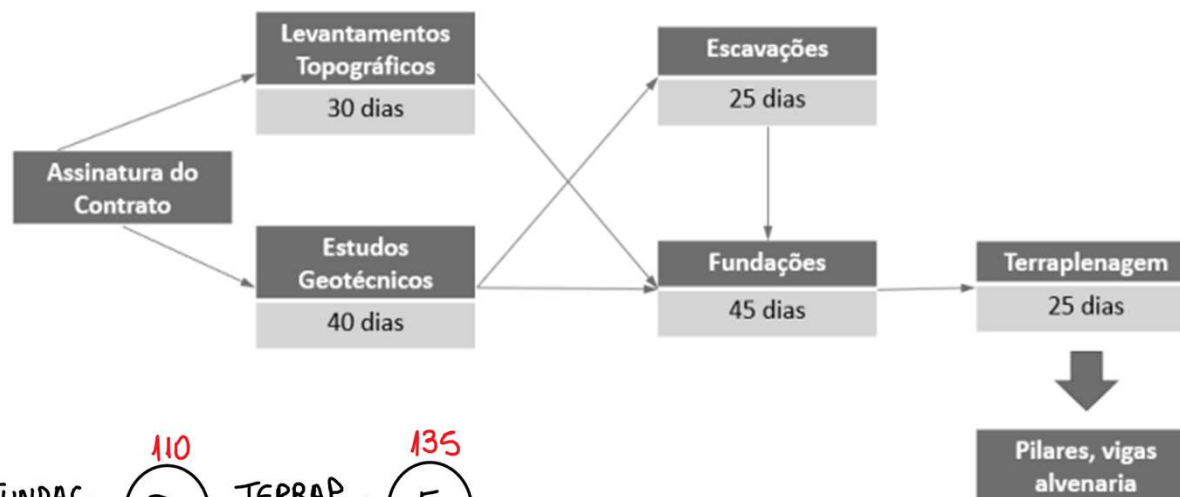
FL – Folga livre



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**



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

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

CESGRANRIO

(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	-

CESGRANRIO

(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	-

