

”

**E-fólio B** | Folha de resolução para E-fólio

■ AbERTA  
[www.ub.pt](http://www.ub.pt)

**UNIDADE CURRICULAR:** Gestão de Projetos Informáticos

**CÓDIGO:** 21062

**DOCENTE:** Joaquim Neto

## Nota Prévia

A presente resolução deve ser entendida como uma resolução de referência do e-fólio, elaborada com base no cumprimento do que é solicitado no enunciado. Em particular, teve-se em consideração:

- O respeito pelo tipo de resolução explicitamente pedido no enunciado;
- A apresentação detalhada de todos os cálculos efetuados, bem como das opções metodológicas adotadas ao longo da resolução, devidamente justificadas;
- A formulação de respostas claras, rigorosas e fundamentadas, com a explicitação dos respetivos raciocínios.

Esta resolução visa, assim, servir de orientação quanto ao nível de detalhe, rigor e fundamentação esperados.

## RESOLUÇÃO:

### Pergunta 1 (Enunciado)

Considere o seguinte projeto, constituído pelas seguintes atividades e precedências:

Atividade	Precedências
A	
B	A
C	A
D	A
E	D
F	D
G	B, C, E
H	B, C, E
I	B, C
J	D, F
L	C, G, J
M	A, E, J

### Pergunta 1 (Resposta):

**Alínea a)** Aplique o método PERT à rede de projeto fornecida, com as seguintes estimativas de duração das atividades. Descreva o método e os passos dados na sua aplicação.

Atividade	Otimista	Provável	Pessimista
A	6-2	6	6+1
B	8-3	8	8+2
C	9-0	9	9+3
D	6-1	6	6+3
E	9-1	9	9+4
F	5-1	5	5+3
G	3-1	3	3+1
H	4-2	4	4+3
I	5-1	5	5+4
J	7-2	7	7+1
L	2-1	2	2+1
	7-2	7	7+5

O método PERT (Program Evaluation and Review Technique) é uma técnica de gestão de projetos desenvolvida para lidar com a incerteza na estimativa de durações das atividades. Em vez de assumir uma única duração determinística, o PERT utiliza três estimativas para cada atividade: otimista, provável e pessimista. A partir desses valores, calcula-se a duração esperada e a variância, através das seguintes fórmulas:

$$\mu = \frac{\text{optimista} + 4 * \text{provável} + \text{pessimista}}{6}$$

$$\sigma^2 = \frac{(\text{optimista} - \text{pessimista})^2}{36}$$

Do ponto de vista de aplicabilidade, o método PERT consiste em:

- 1) Estimar a média e variância para todas as atividades;
- 2) Aplicar o CPM (utilizando as médias das atividades);
- 3) Obter o caminho crítico (caso exista mais que um, escolher o de maior variância);
- 4) Estimar a média e variância da duração total do projeto;

### **Passo 1 - Estimar a média e variância para todas as atividades**

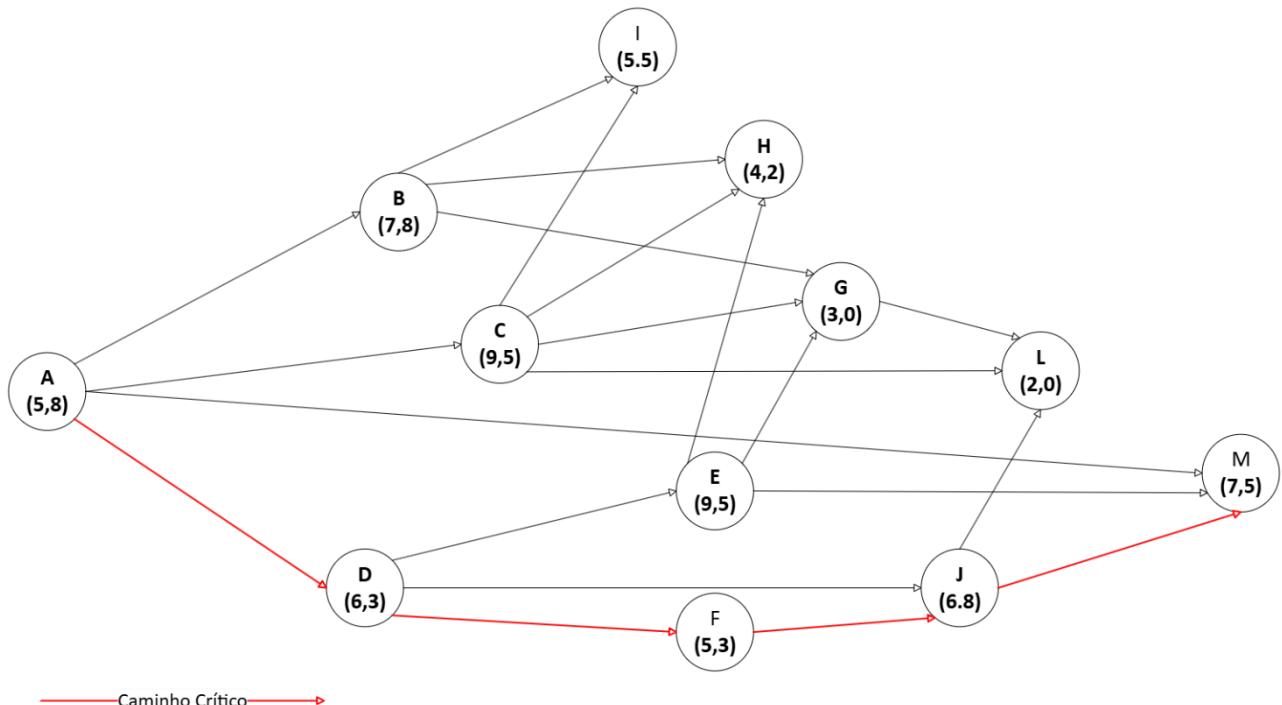
Aplicando as fórmulas da média e da variância, obtém-se o quadro seguinte:

Atividade	Otimista	Provável	Pessimista	$\mu$	$\sigma^2$
A	4	6	7	5,8	0,25
B	5	8	10	7,8	0,69
C	9	9	12	9,5	0,25
D	5	6	9	6,3	0,44
E	8	9	13	9,5	0,69
F	4	5	8	5,3	0,44
G	2	3	4	3,0	0,11
H	2	4	7	4,2	0,69
I	4	5	9	5,5	0,69
J	5	7	8	6,8	0,25
L	1	2	3	2,0	0,11
M	5	7	12	7,5	1,36

## **Passo 2 - Aplicar o CPM (utilizando as médias das atividades):**

Atividade	Prec	Suc.	$\mu$	$\sigma^2$	EST	EFT	LFT	LST	Folga
A		B,C,D,M	5,8	0,25	0	5,8	5,8	0,0	0,0
B	A	G,H,I	7,8	0,69	5,8	13,6	26,2	18,4	12,6
C	A	G,H,I,L	9,5	0,25	5,8	15,3	26,2	16,7	10,9
D	A	E,F,J	6,3	0,44	5,8	12,1	12,1	5,8	0,0
E	D	G,H,M	9,5	0,69	12,1	21,6	24,2	14,7	2,6
F	D	J	5,3	0,44	12,1	17,4	17,4	12,1	0,0
G	B, C, E	L	3,0	0,11	21,6	24,6	29,7	26,7	5,1
H	B, C, E		4,2	0,69	21,6	25,8	31,7	27,5	5,9
I	B, C		5,5	0,69	15,3	20,8	31,7	26,2	10,9
J	D, F	L,M	6,8	0,25	17,4	24,2	24,2	17,4	0,0
L	C, G, J		2,0	0,11	24,6	26,6	31,7	29,7	5,1
M	A, E, J		7,5	1,36	24,2	31,7	31,7	24,2	0,0

Tempo de Duração do Projeto: TD=31,7



## **Passo 3 – Obter o caminho crítico**

Com base na aplicação do CPM obtém-se

**Atividades críticas, com folga zero:** A, D, F, J, M

**Caminho crítico:** A -> D -> F -> J -> M

#### **Passo 4- Estimar a média e variância da duração total do projeto**

$$\text{Média } (\mu) = 5,8 \text{ (A)} + 6,3 \text{ (D)} + 5,3 \text{ (F)} + 6,8 \text{ (J)} + 7,5 \text{ (M)} = 31,7$$

$$\text{Variância } (\sigma^2) = 0,25 \text{ (A)} + 0,44 \text{ (D)} + 0,44 \text{ (F)} + 0,25 \text{ (J)} + 1,36 \text{ (M)} = 2,74$$

$$\text{Desvio Padrão } (\sigma) = 1,655$$

**Alínea b)** Calcule:

- a probabilidade (%) de o projeto acabar dentro do prazo, considerando um prazo de 31 e 35 unidades de tempo.
- a duração total do projeto, para a qual a probabilidade do projeto executar dentro do prazo seja de 88%.

Utilize as seguintes tabelas:

Distribuição Normal:

w:  $P(Z < w) = x$

	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%
50%	0,00	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20	0,23
60%	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36	0,39	0,41	0,44	0,47	0,50
70%	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,67	0,71	0,74	0,77	0,81
80%	0,84	0,88	0,92	0,95	0,99	1,04	1,08	1,13	1,17	1,23
90%	1,28	1,34	1,41	1,48	1,55	1,64	1,75	1,88	2,05	2,33
	0,0%	0,1%	0,2%	0,3%	0,4%	0,5%	0,6%	0,7%	0,8%	0,9%
99%	2,33	2,37	2,41	2,46	2,51	2,58	2,65	2,75	2,88	3,09
	0,0E+00	1,0E-04	2,0E-04	3,0E-04	4,0E-04	5,0E-04	6,0E-04	7,0E-04	8,0E-04	9,0E-04
0,999	3,09	3,12	3,16	3,19	3,24	3,29	3,35	3,43	3,54	3,72

y:  $P(Z < x) = y$

	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	0,500	0,540	0,579	0,618	0,655	0,691	0,726	0,758	0,788	0,816
1	0,841	0,864	0,885	0,903	0,919	0,933	0,945	0,955	0,964	0,971
2	0,977	0,982	0,986	0,989	0,992	0,994	0,995	0,997	0,997	0,998
3	0,999	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

A partir do desvio padrão calculado na alínea anterior pode calcular-se a probabilidade de o projeto acabar dentro de um determinado prazo ou dada uma determinada probabilidade, estimar a duração total do projeto.

Para fazer esse cálculo temos de normalizar a variável do tempo X, transformando-a na sua equivalente de média 0 e desvio padrão 1, por forma a poder fazer consulta à tabela de Distribuição Normal,  $Normal(0;1)$ , dada no enunciado.

Fórmula para normalizar a variável X:

$$X = \mu + Z \cdot \sigma$$

Pelo que:

$$Z = (X - \mu) / \sigma$$

Dado que:

$\mu$	<b>Média</b>	31,7
$\sigma^2$	<b>Variância</b>	2,74
$\sigma$	<b>Desvio Padrão</b>	1,655

Qual a probabilidade (%) de o projeto acabar dentro do prazo, considerando um prazo de 31 e 35 unidades de tempo?

**Prazo de 31 unidades de tempo**

Começamos por calcular Z

$$\text{Temos } Z = (X - \mu) / \sigma \Rightarrow Z = (31 - 31,7) / 1,655 = -0,423$$

$$P(Z < -0,423) = P(Z > 0,423) = 1 - P(Z < 0,423)$$

No Excel, usando ***DIST.S.NORM(0,423;VERDADEIRO)***, obtemos 0,664

Usado a tabela do enunciado, que tem valores de 0 a 3,9 para x, com incrementos de uma décima, consultamos a tabela considerando  $x = 0,4$ .

Obtendo-se o valor de 0,655, assinalado abaixo, valor consistente com o obtido em Excel-

y: $P(Z < x) = y$		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	0,500	0,540	0,579	0,618	0,655	0,691	0,726	0,758	0,788	0,816	
1	0,841	0,864	0,885	0,903	0,919	0,933	0,945	0,955	0,964	0,971	
2	0,977	0,982	0,986	0,989	0,992	0,994	0,995	0,997	0,997	0,998	
3	0,999	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

Assim, obtém-se  $P(Z < -0,423) = 1 - 0,66 = 0,34$

Pelo que a probabilidade de o projeto acabar dentro de um prazo de 31 dias é de cerca de 34%

**Prazo de 35 unidades de tempo**

Temos  $Z = (X - \mu) / \sigma \Rightarrow Z = (35 - 31,7) / 1,655 = 1,994$

$P(Z < 1,994)$

No Excel, usando **DIST.S.NORM(1,994;VERDADEIRO)**, obtemos 0,977

Usado a tabela do enunciado, consultamos a tabela considerando  $x = 2,00$  (valor mais próximo de 1,994), obtendo-se o valor de 0,977, assinalado abaixo, valor consistente com o obtido em Excel-

y: $P(Z < x) = y$		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	0,500	0,540	0,579	0,618	0,655	0,691	0,726	0,758	0,788	0,816	
1	0,841	0,864	0,885	0,903	0,919	0,933	0,945	0,955	0,964	0,971	
2	0,977	0,982	0,986	0,989	0,992	0,994	0,995	0,997	0,997	0,998	
3	0,999	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

Assim, obtém-se  $P(Z < 1,994) = 0,977$

Pelo que a probabilidade de o projeto acabar dentro de um prazo de 35 dias é de cerca de 97,7%

**Qual a duração total do projeto, para a qual a probabilidade do projeto executar dentro do prazo seja de 88%?**

Pretende-se agora calcular  $w$ :  $P(Z < w) = x$ , onde  $x = 88\%$

Recorrendo à tabela seguinte.

w: $P(Z < w) = x$		0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%
50%	0,00	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20	0,23	
60%	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36	0,39	0,41	0,44	0,47	0,50	
70%	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,67	0,71	0,74	0,77	0,81	
80%	0,84	0,88	0,92	0,95	0,99	1,04	1,08	1,13	1,17	1,23	
90%	1,28	1,34	1,41	1,48	1,55	1,64	1,75	1,88	2,05	2,33	
		0,0%	0,1%	0,2%	0,3%	0,4%	0,5%	0,6%	0,7%	0,8%	0,9%
99%	2,33	2,37	2,41	2,46	2,51	2,58	2,65	2,75	2,88	3,09	
	0,0E+00	1,0E-04	2,0E-04	3,0E-04	4,0E-04	5,0E-04	6,0E-04	7,0E-04	8,0E-04	9,0E-04	
0,999	3,09	3,12	3,16	3,19	3,24	3,29	3,35	3,43	3,54	3,72	

Obtém-se:  $w = 1,17$

Pelo que  $P(Z < 1,17) = 88\%$

Pelo que substituído  $Z$  na expressão:  $X = \mu + Z \cdot \sigma$

Obtém:  $X = 31,7 + 1,17 \cdot 1,655 = 33,6$

Pelo que, a duração total do projeto, para a qual a probabilidade do projeto executar dentro do prazo é de 88%, é de **33,6 Unidades de tempo**

## Pergunta 2 (Enunciado):

Considerando as durações médias do método PERT (arredondadas a uma casa decimal), e tendo em conta as restrições de recursos apresentados na tabela seguinte:

Atividade	Recurso 1	Recurso 2
A	0	0
B	3	1
C	3	1
D	4	1
E	2	1
F	4	2
G	3	1
H	4	1
I	2	0
J	3	1
L	0	1
M	5	3

Número de unidades disponíveis:

- Recurso 1: 5
- Recurso 2: 3

Aplique o método da cadeia crítica, da seguinte forma:

1. Converter restrições de recursos em restrições de precedências, adicionando precedências de acordo com o calendário obtido.
2. Aplicar o método CPM, e identificar as atividades críticas, para identificar a cadeia crítica, bem como todas as cadeias.
3. Insira os buffers que considere adequados, nomeadamente na cadeia crítica e nas cadeias alimentadoras. Justifique a localização e o tipo de cada buffer aplicado.
4. Remover metade do tempo de todas as atividades, e inserir esse tempo no buffer da atividade
5. Calendarizar o projeto o mais tarde possível

Indicar para cada atividade a que cadeia pertence e respetivo buffer. Destacar o tempo de início de cada cadeia.

Utilize na calendarização, a ordem decrescente da duração (maior duração primeiro).

## Pergunta 2: Resposta

**Passo 1:** Converter restrições de recursos em restrições de precedências, adicionando precedências de acordo com o calendário obtido

Considerando que o enunciado refere que se **utilize na calendarização, a ordem decrescente da duração (maior duração primeiro)**.

Assim, através dos passos seguintes:

#	Atividade A iniciar	Observações	Prec. Recurso
1	A	A é a primeira a iniciar, não tem precedências e não consome recursos. Inicia a 0 e termina em 5,8.	
2	C	B, C e D dependem de A, pelo que inicia primeiro a de maior duração: C. O tempo de início de C é 5,8 e o tempo fim é 15,3. B e D não podem iniciar porque com os recursos usados por C, não existem recursos disponíveis.	
3	B	Após C terminar, apenas B ou D podem iniciar. Inicia a de maior duração: B. C passa a precedente de B. B inicia a 15,3 e termina 23,1. D não pode iniciar, não há recursos suficientes.	C
4	D	Terminada B, podem iniciar D(A) ou I (B.C). Inicia a de maior duração: D. B passa a precedente de D. Inicia a 23,1 e termina em 29,4. I não pode iniciar por falta de recursos.	B
5	E	Com A, B, C e D terminadas, podem iniciar: E, F, I. Inicia E, que é a de maior duração, mas também I, dado que há recursos suficientes. E já tinha D como precedente, pelo que não é afetada pela limitação de recursos. I passou a ter D como precedente. Ambas (E, I) iniciam a 29,4 I termina em 34,9 e E termina em 38,9.	
	I		D
7	F	Com A, B, C, D, E e I terminadas, podem iniciar F, G, H. A de maior duração é F, que inicia em 38,9 e termina em 44,2. F passa a ter E como precedente por via da limitação de recursos. Nem G, nem H, podem iniciar por falta de recursos.	E
8	J	Com A, B, C, D, E, F e I terminadas, podem iniciar G, H, J. Inicia J, que é a de maior duração. Tem início em 44,2 e termina em 51,0. J já tinha F como precedente. G e H não podem iniciar por falta de recursos.	
9	M	Com A, B, C, D, E, F, I e J terminadas, podem iniciar G, H, M. Inicia M, que é a de maior duração. O seu tempo de início é 51,0 e termina em 58,5. G e H não podem iniciar por falta de recursos. M já tinha J como precedente.	
10	H	Com A, B, C, D, E, F, I, J e M terminadas, podem iniciar G, H. Inicia H que é de maior duração. H inicia em 58,5 e termina em 62,7. M passa a ser precedente de H.	M
11	G	Com A, B, C, D, E, F, I, H, J e M terminadas, só pode iniciar G, que inicia a 62,7 e termina em 65,7. H passa a ser precedente de G por via da limitação de recursos.	H
12	L	Apenas falta iniciar L, que inicia em 65,7 e termina em 67,7. G já precedia L.	

A partir da tabela anterior, obtém-se a calendarização abaixo

Ativ.	Prec.	Sucess.	Méd. (μ)	R1	R2	Tempo inicio (calendarização paralela)										Prc. Rec	#		
						0	5,8	15,3	23,1	29,4	38,9	44,2	51	58,5	62,7	65,7			
A		B,C,D,M	5,8	0	0	5,8											C	1	
B	A,C	G,H,I,D	7,8	3	1			23,1										3	
C	A	G,H,I,L,B	9,5	3	1		15,3											2	
D	A,B	E,F,J,I	6,3	4	1			29,4										4	
E	D	G,H,M,F	9,5	2	1				38,9									5	
F	D,E	J	5,3	4	2					44,2								7	
G	B,C,E,H	L	3,0	3	1											65,7		11	
H	B,C,E,M	G	4,2	4	1											62,7		10	
I	B,C,D		5,5	2	0				34,9									5	
J	D,F	L,M	6,8	3	1					51,0								8	
L	C,G,J		2,0	0	1													12	
M	A,E,J	H	7,5	5	3						58,5								9
Recursos disponíveis			R1	5		0	3	3	4	4	4	3	5	4	3	0	Em uso		
			R2		3	0	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	Em uso		

DT = 67,7

As atividades a vermelho nas colunas “Prec.” e “Sucess.”, resultam da restrição de recursos. A coluna “Prc. Rec.” Contém as atividades que passam a ser precedentes da atividade da coluna “Ativ” em consequências da restrição de recursos. A última coluna é ordem pela qual as atividades têm início. No quadro do tempo, apresenta-se no topo os tempos de início e a verde no quadro o tempo fim da respetiva atividade.

**Passo 2:** Aplicar o método CPM, e identificar as atividades críticas, para identificar a cadeia crítica, bem como todas as cadeias

Aplicando o CPM obtém-se:

Ordem	Atividade	Prec. & Prec.Rec		Suc.Total	Média (μ)	EST	EFT	LST	LFT	Folga	CPM	
		Prec.	Prec.Rec									
1	A			B,C,D,M	5,8	0	5,8	0,0	5,8	0,0		
2	C	A		G,H,I,L,B	9,5	5,8	15,3	5,8	15,3	0,0		
3	B	A,C		D,G,H,I	7,8	15,3	23,1	15,3	23,1	0,0		
4	D	A,B		E,F,J,I	6,3	23,1	29,4	23,1	29,4	0,0		
5	E	D		G,H,M,F	9,5	29,4	38,9	29,4	38,9	0,0		
5	I	B,C,D			5,5	29,4	34,9	62,2	67,7	32,8		
7	F	D,E		J	5,3	38,9	44,2	38,9	44,2	0,0		
8	J	D,F		L,M	6,8	44,2	51,0	44,2	51,0	0,0		
9	M	A,E,J		H	7,5	51,0	58,5	51,0	58,5	0,0		
10	H	B,C,E,M		G	4,2	58,5	62,7	58,5	62,7	0,0		
11	G	B,C,E,H		L	3,0	62,7	65,7	62,7	65,7	0,0		
12	L	C,G,J			2,0	65,7	67,7	65,7	67,7	0,0		

DT = 67,7

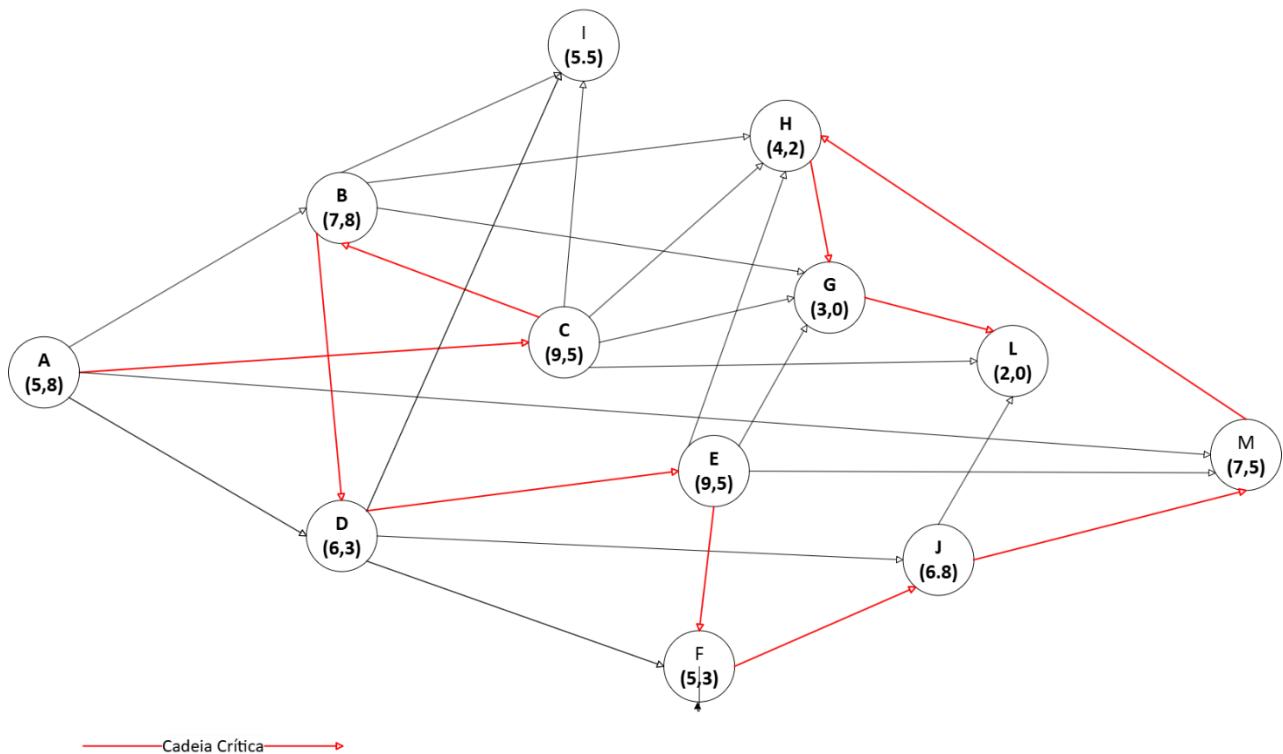
À exceção da atividade I, todas as restantes atividades são críticas.

A cadeia crítica é: A → C → B → D → E → F → J → M → H → G → L (DT= 67,7)

Cadeias não críticas, que terminam em I:

- A → B → I (Duração: 19,1)
- A → C → I (Duração: 20,8)
- A → D → I (Duração: 17,6)
- A → C → B → D → I (Duração: 34,9)

Gráfico da Rede



**Passo 3:** Insira os buffers que considere adequados, nomeadamente na cadeia crítica e nas cadeias alimentadoras. Justifique a localização e o tipo de cada buffer aplicado.

Uma análise dos resultados obtidos no passo anterior sugere a introdução de um Project Buffer (PB) no final do projeto, após a atividade L, com a duração de metade da duração do conjunto de atividades da Cadeia Critica ACBDEFJMHGL.

Verifica-se que não existem cadeias alimentadoras que entram na cadeia crítica, não havendo assim risco de atrasos por essa via. Assim não há necessidade de introduzir Feeding Buffers (FB).

Relativamente à cadeia ACBDI, com duração de 34,9 unidades de tempo, considerando que a atividade I tem uma folga bastante elevada (32,8), 6 vezes a duração da própria atividade, não se justifica a introdução de buffer a seguir a I.

Nota: A alternativa de colocar um buffer após I, ficando esse buffer como precedente de PB, também é admissível. Esse buffer é mais um buffer de sincronização do que um buffer de alimentação, pois não entra na cadeia crítica.

Atividade	Prec. & Prec.Rec	Sucessores
A		B,C,D,M
C	A	G,H,I,L,B
B	A,C	D,G,H,I
D	A,B	E,F,J,I
E	D	G,H,M,F
I	B,C,D	
F	D,E	J
J	D,F	L,M
M	A,E,J	H
H	B,C,E,M	G
G	B,C,E,H	L
L	C,G,J	PB
PB	L	

**Passo 4:** Remover metade do tempo de todas as atividades, e inserir esse tempo no buffer da atividade

O quadro abaixo apresenta as durações das atividades da cadeia crítica reduzidas em 50% e o PB com uma duração igual à soma das durações retiradas das atividades.

Manteve-se a duração de I, dado que não tem nenhum buffer associado.

Atividade	Prec. & Prec.Rec	Sucessores	Média ( $\mu$ )	Novas Durações
A		B,C,D,M	5,8	2,9
C	A	G,H,I,L,B	7,8	3,9
B	A,C	D,G,H,I	9,5	4,8
D	A,B	E,F,J,I	6,3	3,2
E	D	G,H,M,F	9,5	4,8
I	B,C,D		5,5	5,5
F	D,E	J	5,3	2,7
J	D,F	L,M	6,8	3,4
M	A,E,J	H	7,5	3,8
H	B,C,E,M	G	4,2	2,1
G	B,C,E,H	L	3,0	1,5
L	C,G,J	PB	2,0	1,0
PB	L		34,0	

## Passo 5: Calendarizar o projeto o mais tarde possível

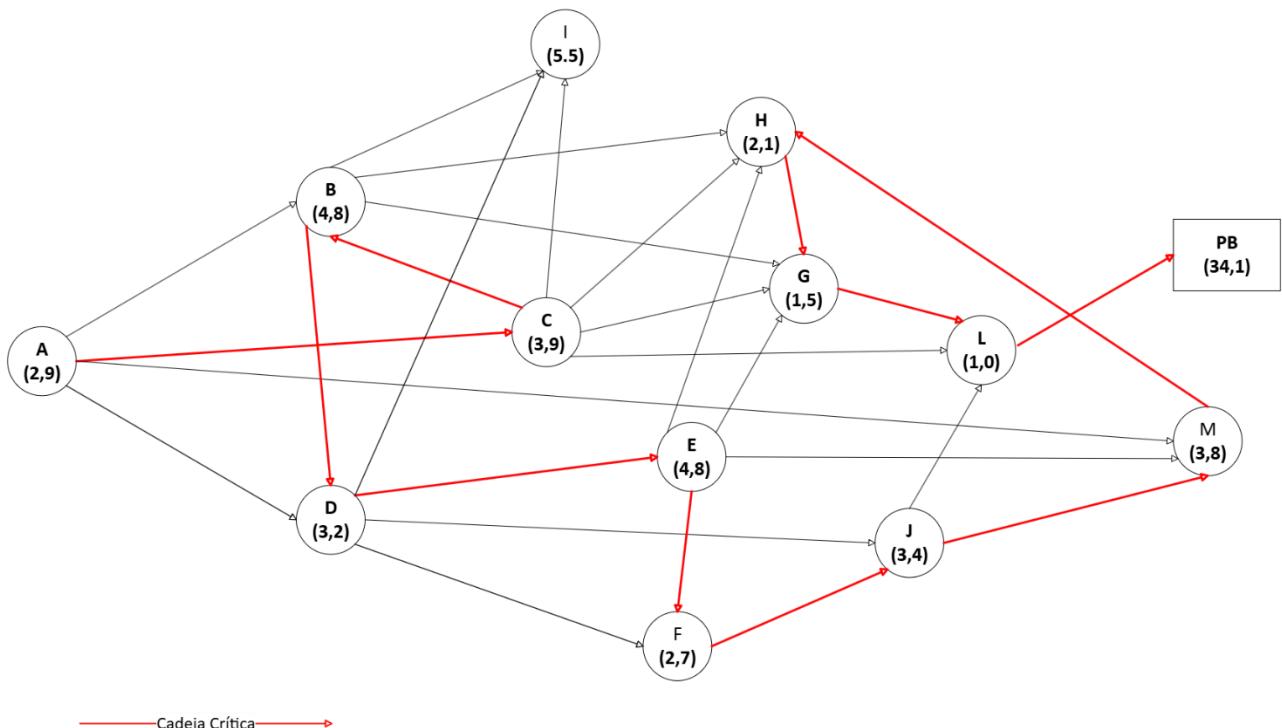
A partir da tabela do passo anterior, vamos aplicar o CPM, para determinar a calendarização o mais tarde possível (LST)

Atividade	Prec. & Prec.	Sucessores	Durações	CPM				
				EST	EFT	LST	LFT	Folga
A		B,C,D,M	2,9	0	2,9	0,0	2,9	0,0
C	A	G,H,I,L,B	3,9	2,9	6,8	2,9	6,8	0,0
B	A,C	D,G,H,I	4,8	6,8	11,6	6,8	11,6	0,0
D	A,B	E,F,J,I	3,2	11,6	14,8	11,6	14,8	0,0
E	D	G,H,M,F	4,8	14,8	19,6	14,8	19,6	0,0
I	B,C,D		5,5	14,8	20,3	62,7	68,2	47,9
F	D,E	J	2,7	19,6	22,3	19,6	22,3	0,0
J	D,F	L,M	3,4	22,3	25,7	22,3	25,7	0,0
M	A,E,J	H	3,8	25,7	29,5	25,7	29,5	0,0
H	B,C,E,M	G	2,1	29,5	31,6	29,5	31,6	0,0
G	B,C,E,H	L	1,5	31,6	33,1	31,6	33,1	0,0
L	C,G,J	PB	1	33,1	34,1	33,1	34,1	0,0
PB	L		34,1	34,1	68,2	34,1	68,2	0,0
				DT = 68,2				

**Cadeia crítica:** A → C → B → D → E → F → J → M → H → G → L → PB (DT= 68,2)  
À cadeia critica inicial foi adicionado o PB.

A folga da atividade I (47,9 unidades de tempo) confirma a desnecessidade de um buffer após I.

## Gráfico da rede



### **Pergunta 3 (Enunciado):**

Com base na aplicação dos métodos PERT e da Cadeia Crítica ao projeto fornecido, apresente uma análise crítica dos resultados obtidos.

### **Pergunta 3 (Resposta)**

A aplicação dos métodos PERT e CCPM ao projeto fornecido permite uma comparação abrangente entre duas abordagens importantes em gestão de projetos, considerando a incerteza das durações das atividades e as restrições de recursos.

#### **Comparação Crítica entre PERT e CCPM**

O método PERT parte de estimativas probabilísticas (otimista, provável, pessimista) e calcula uma duração esperada e a variância para cada atividade. Aplicando o CPM com base nestas médias, identificou-se o caminho crítico A → D → F → J → M, com uma duração esperada de 31,7 unidades de tempo (UT) e uma variância de 2,74 UT. Verifica-se uma probabilidade de cumprimento de prazos de 34% para 31 UT, 88% para 33,6 e UT 97,7% para 35 UT. Ou seja, o PERT oferece uma previsão estatística, mas não incorpora limitações de recursos nem proteção ativa contra atrasos.

Já relativamente ao método CCPM, este introduz restrições de recursos no modelo, resultando numa redefinição da lógica do projeto. A cadeia crítica passou a ser A → C → B → D → E → F → J → M → H → G → L, com 67,7 UT antes dos buffers. Aplicando a técnica de redução de duração em 50% e a inserção do Project Buffer (PB) de 34,1 unidades, obteve-se um novo plano, mais robusto, com duração total de 68,2 UT. Ao contrário do PERT, o CCPM protege de forma ativa o prazo com buffers e lida de forma integrada com recursos, precedências e incerteza operacional.

#### **Reflexão sobre a Robustez e Fiabilidade**

O plano baseado em PERT é otimista e frágil, pois assume disponibilidade ilimitada de recursos e distribui a incerteza pelas tarefas, dificultando o controlo em execução. Já o CCPM é mais fiável: centraliza a margens no PB, permitindo melhor gestão da incerteza e respostas mais ágeis a desvios.

Importa realçar, a decisão de não inserir um Buffer após a atividade I: Por um lado a atividade I não alimenta diretamente a cadeia crítica, por outro apresenta uma folga substancial (47,9 UT), margem que é muito superior à sua duração, pelo que qualquer desvio realista na sua execução não compromete a conclusão do projeto nem consome recursos críticos. Em face do referido, a ausência de buffer adicional nesta posição é tecnicamente justificada.

#### **Propostas de Melhoria e Estratégias**

Com base nos resultados, é recomendável:

- Adotar o plano do CCPM como referência de execução, por ser mais robusto.
- Utilizar o Project Buffer como indicador de desempenho, monitorando o seu consumo ao longo do tempo.
- Revisão das estimativas de duração com base em dados históricos para melhorar as médias PERT. Reavaliar as estimativas de atividades com maior variância (como M).
- Redistribuição de recursos ou reforço temporário para encurtar a cadeia crítica no CCPM.

A análise conjunta dos métodos PERT e CCPM evidencia que, embora ambos contribuam para o planeamento e controlo de projetos, o CCPM oferece uma abordagem mais completa e realista ao integrar simultaneamente incertezas e restrições de recursos. A sua estrutura de buffers e foco na cadeia crítica proporcionam maior resiliência e previsibilidade na execução. Assim, a escolha do método deve alinhar-se com a complexidade do projeto e os riscos envolvidos, sendo o CCPM especialmente indicado em contextos onde a gestão eficaz do tempo e dos recursos é determinante para o sucesso.