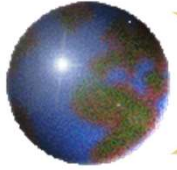


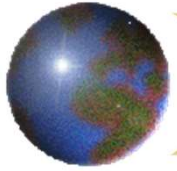
# *Arranjo Físico (Layout)*

Prof. Dr. Rogério Monteiro  
FATEC-TATUAPÉ

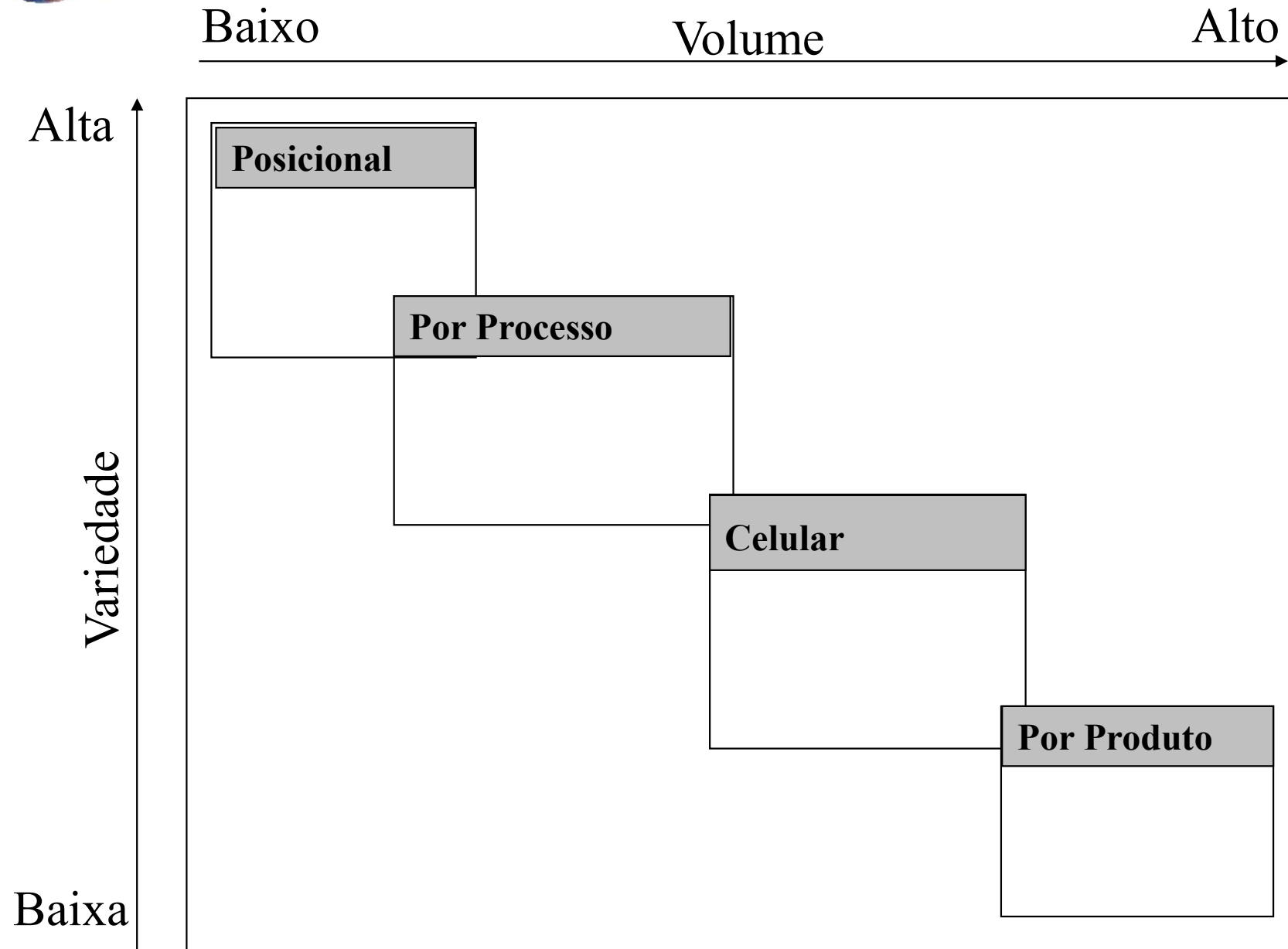


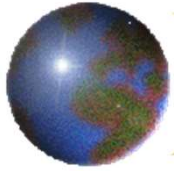
## *Arranjo Físico (Layout)*

- Trata da localização física dos recursos de transformação (máquinas, equipamentos e departamentos)
- Questões estratégicas:
  - Facilita o fluxo de materiais e informações
  - Aumenta a utilização eficiente de mão de obra e equipamentos
  - Aumenta a conveniência do cliente
  - Reduz os riscos para os trabalhadores e clientes
  - Aumenta a moral dos funcionários
  - Melhora a comunicação

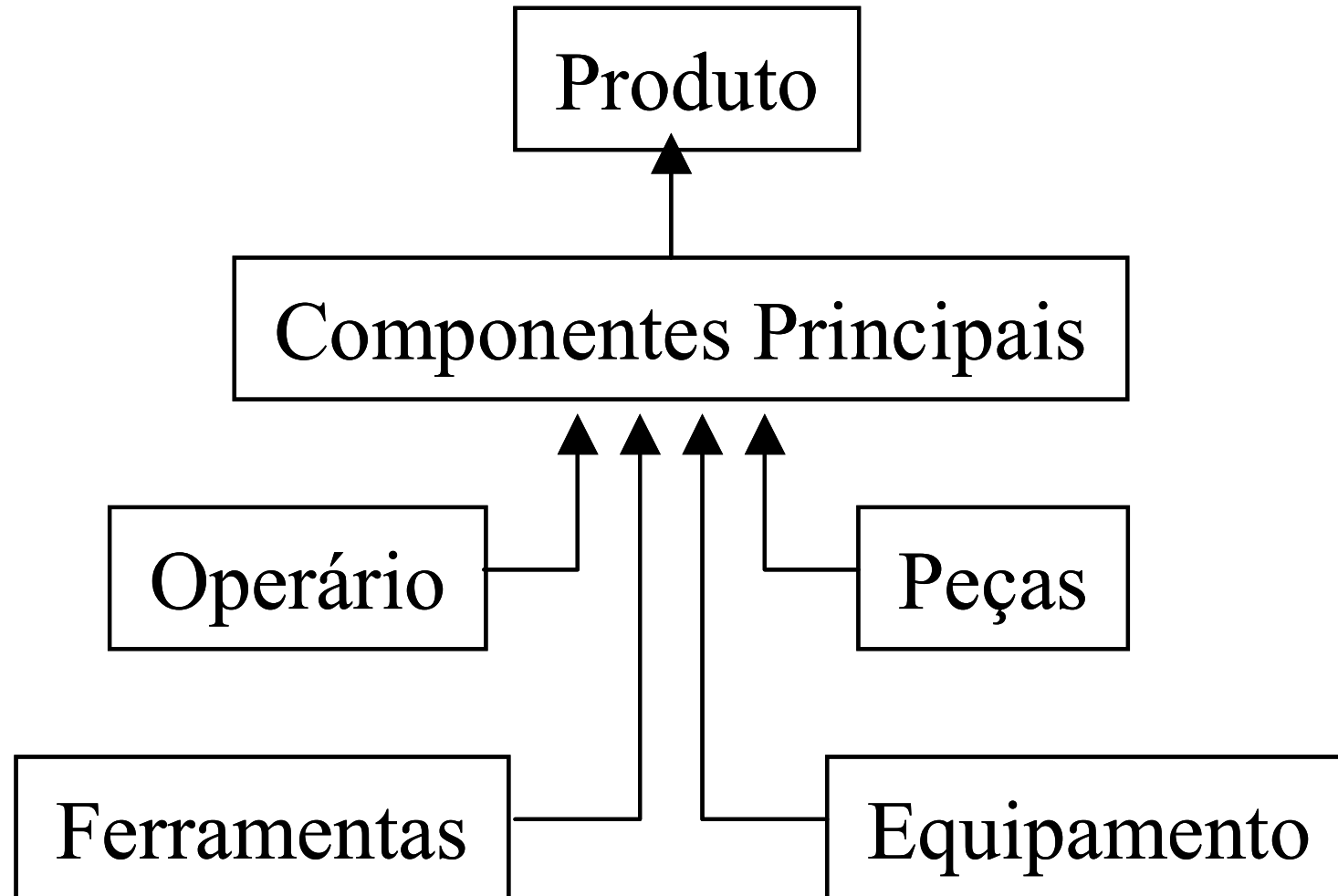


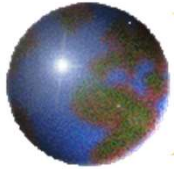
# *Tipos de Arranjos Físicos*



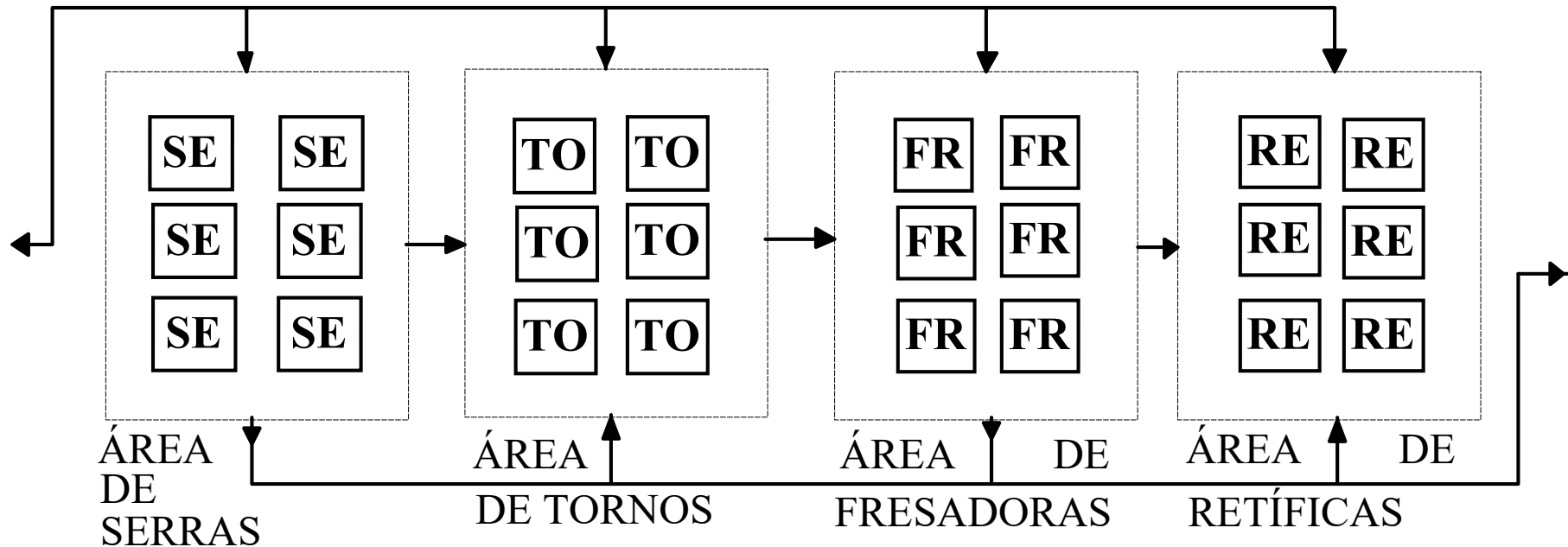


## ARRANJO POSICIONAL OU POR POSIÇÃO FIXA





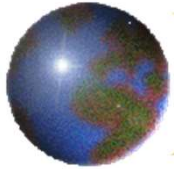
## Layout Funcional ou por Processo (Job Shop)



<https://youtu.be/YRKIKVmhKk>

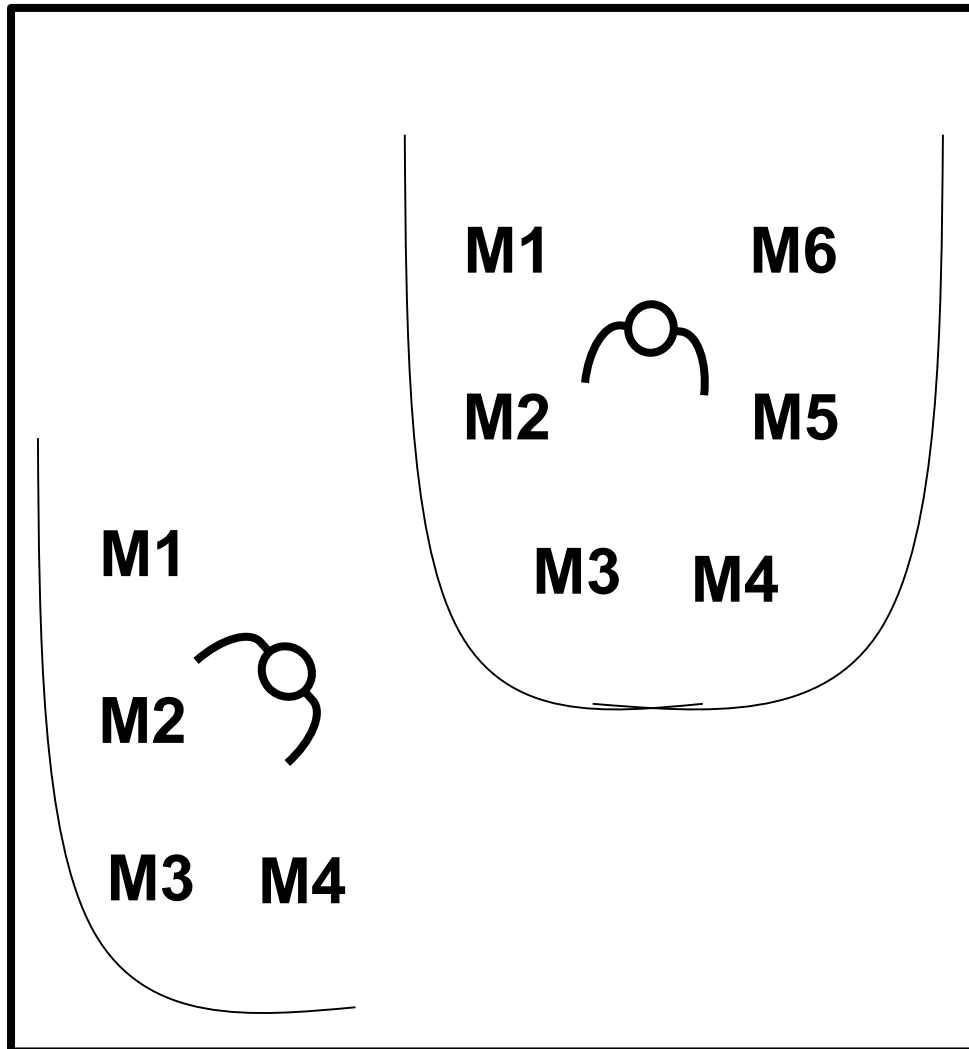
<https://youtu.be/dIbBNQHlKoQ>

<https://youtu.be/YXqBsLRYPKM>



## ARRANJO CELULAR OU TECNOLOGIA DE GRUPO

### Fábrica dentro da Fábrica



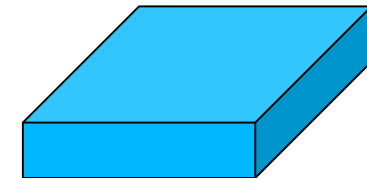
### Tecnologia de Grupo

#### Máquinas

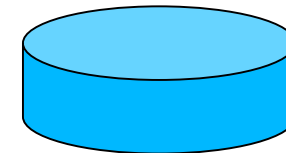
especializadas para processar famílias de produtos específicas.

Tipos de produtos:

Placa

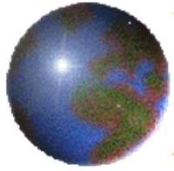


Moeda



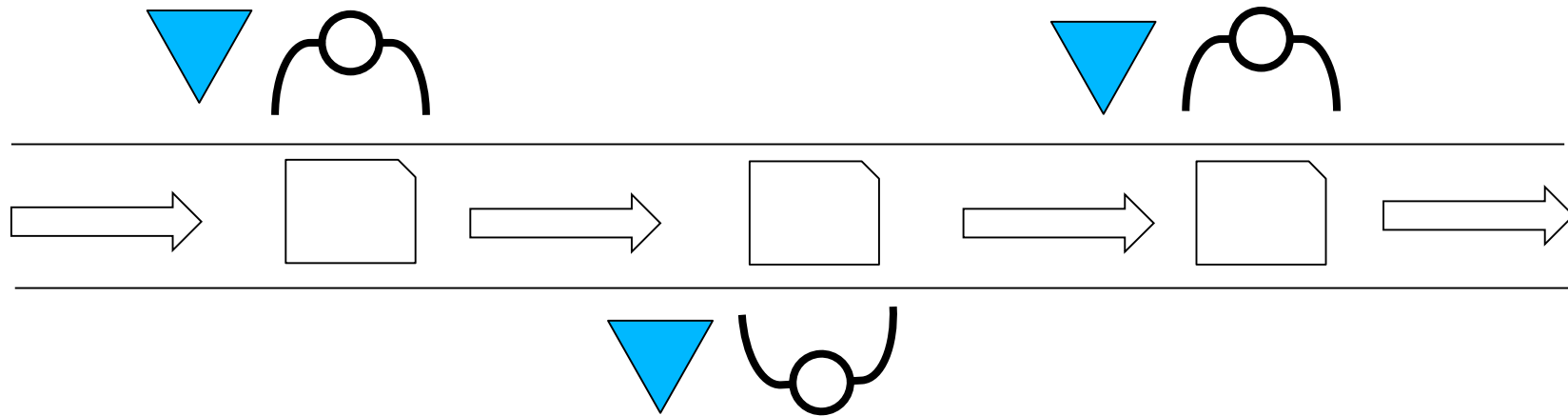
Tarugo

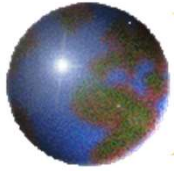




# ARRANJO LINEAR OU POR PRODUTO (*flow shop*)

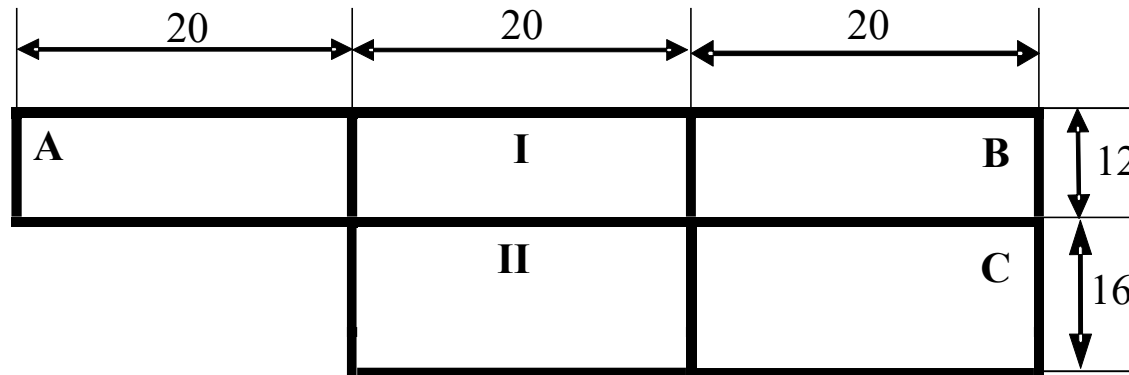
Linha de Montagem





# Arranjo Físico Funcional

Calcule o custo de movimentação de materiais entre os setores A, B e C.

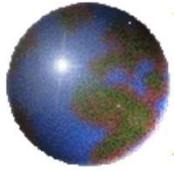


Cargas (Ton) entre Origem e destino

Orig \ Dest	A	B	C
A	-	30	25
B	20	-	40
C	15	50	-

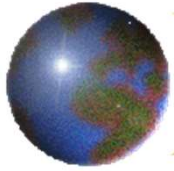
Custos Unitários entre Origem e Destino

Distância (m)	Custo (R\$ / Ton.m)
Até 20 (inclusive)	5,00
Acima de 20	8,00

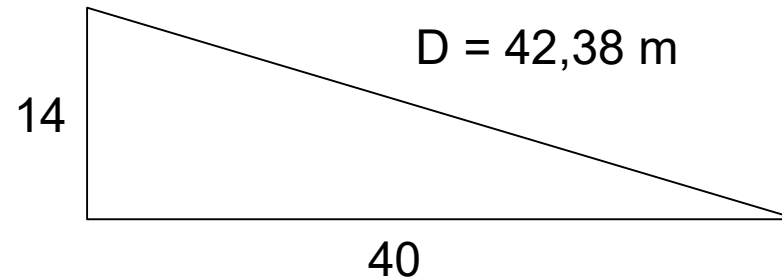


# *Arranjo Físico Funcional*

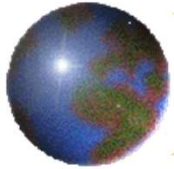
Orig - Dest	Quant (ton)	Dist (m)	Cunit (R\$/Ton.m)	C.Parcial (R\$)
			Custo Total	



# Resolução



<b>O – D</b>	<b>Q (Ton)</b>	<b>D (m)</b>	<b>Cunit (R\$/Ton.m)</b>	<b>Cparc (R\$)</b>
A – B	50	40	8	16.000,00
B – C	90	14	5	6.300,00
A - C	40	42,38	8	13.561,60
			<b>C Total =</b>	<b>35.861,60</b>



# Arranjo Físico Funcional

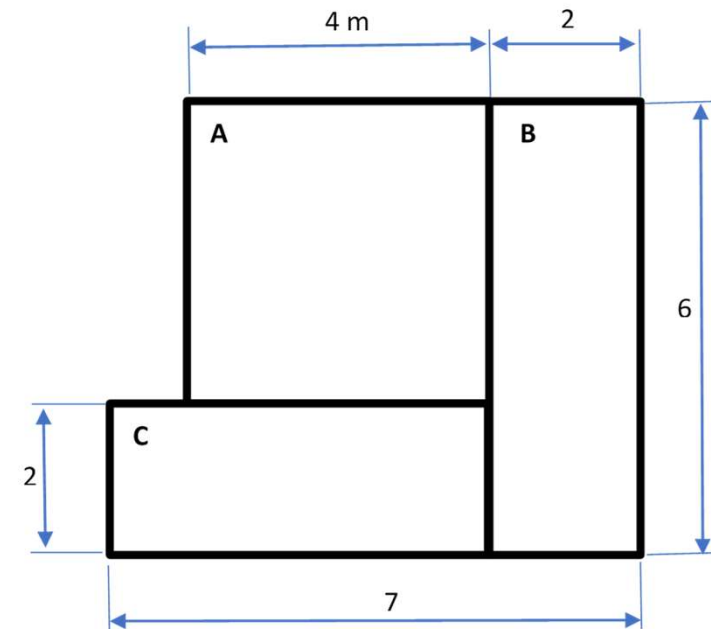
Calcule o custo de movimentação de materiais entre os setores A, B e C.

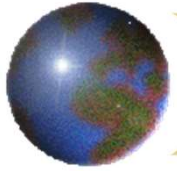
Cargas (Kg) entre Origem e destino

Orig \ Dest	A	B	C
A	-	100	50
B	40	-	20
C	30	80	-

Custos Unitários entre Origem e Destino

Distância (m)	Custo (R\$ / Kg.m)
Até 3,5 (inclusive)	0,78
Acima de 3,5	1,42



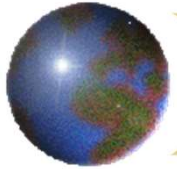


# Arranjo Físico Funcional

$$Dist = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$CT = \sum (Q \times d \times C_{Unit})$$

Orig - Dest	Quant (Kg)	Dist (m)	Cunit (R\$/Kg.m)	C.Parcial (R\$)
			Custo Total	



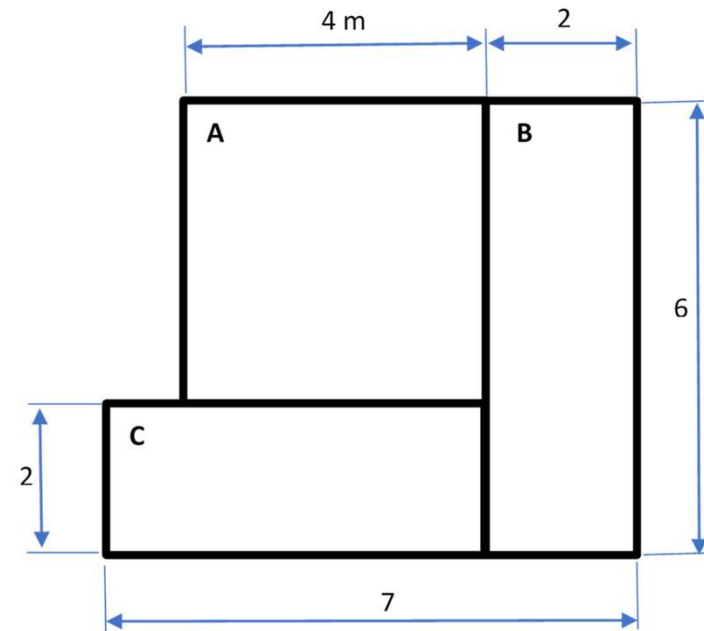
# Arranjo Físico Funcional

Cargas (Kg) entre Origem e destino

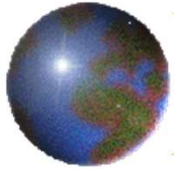
Orig \ Dest	A	B	C
A	-	100	50
B	40	-	20
C	30	80	-

Custos Unitários entre Origem e Destino

Distância (m)	Custo (R\$ / Kg.m)
Até 3,5 (inclusive)	0,78
Acima de 3,5	1,42



Orig - Dest	Quant (Kg)	Dist (m)	Cunit (R\$/Kg.m)	C.Parcial (R\$)
A - B				
			Custo Total	



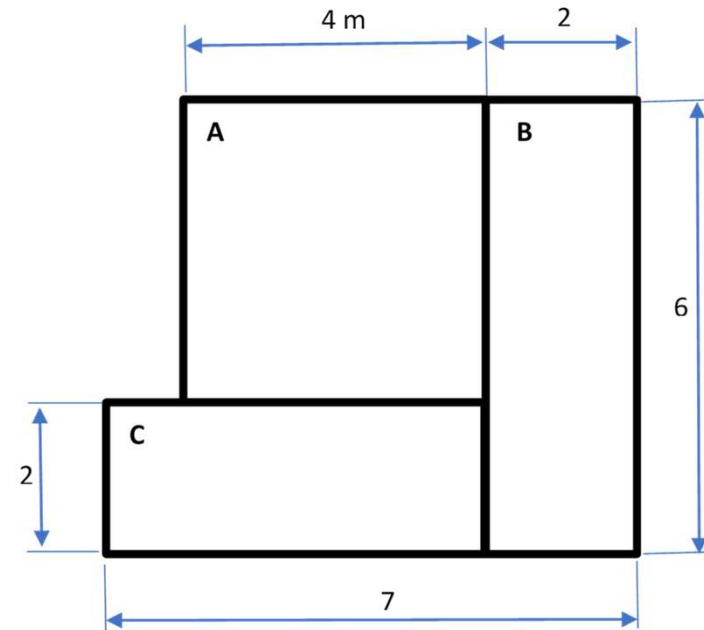
# Arranjo Físico Funcional

Cargas (Kg) entre Origem e destino

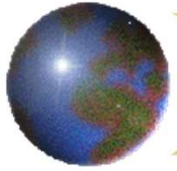
Orig \ Dest	A	B	C
A	-	100	50
B	40	-	20
C	30	80	-

Custos Unitários entre Origem e Destino

Distância (m)	Custo (R\$ / Kg.m)
Até 3,5 (inclusive)	0,78
Acima de 3,5	1,42



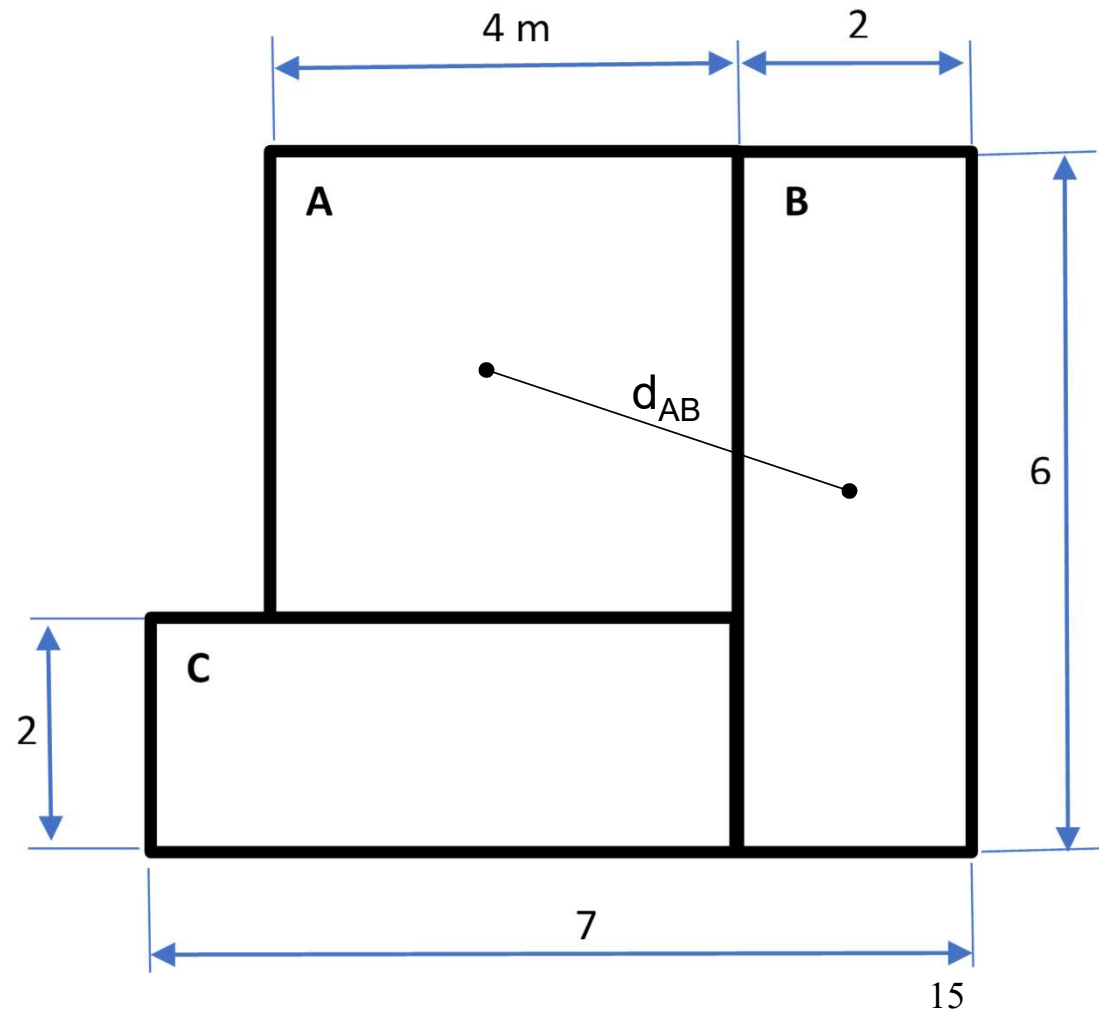
Orig - Dest	Quant (Kg)	Dist (m)	Cunit (R\$/Kg.m)	C.Parcial (R\$)
A - B	140			
			Custo Total	

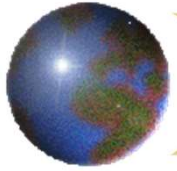


# Arranjo Físico Funcional

Cálculo da distância entre A e B

Marcar uma linha reta ligando o centro de A até o Centro de B.

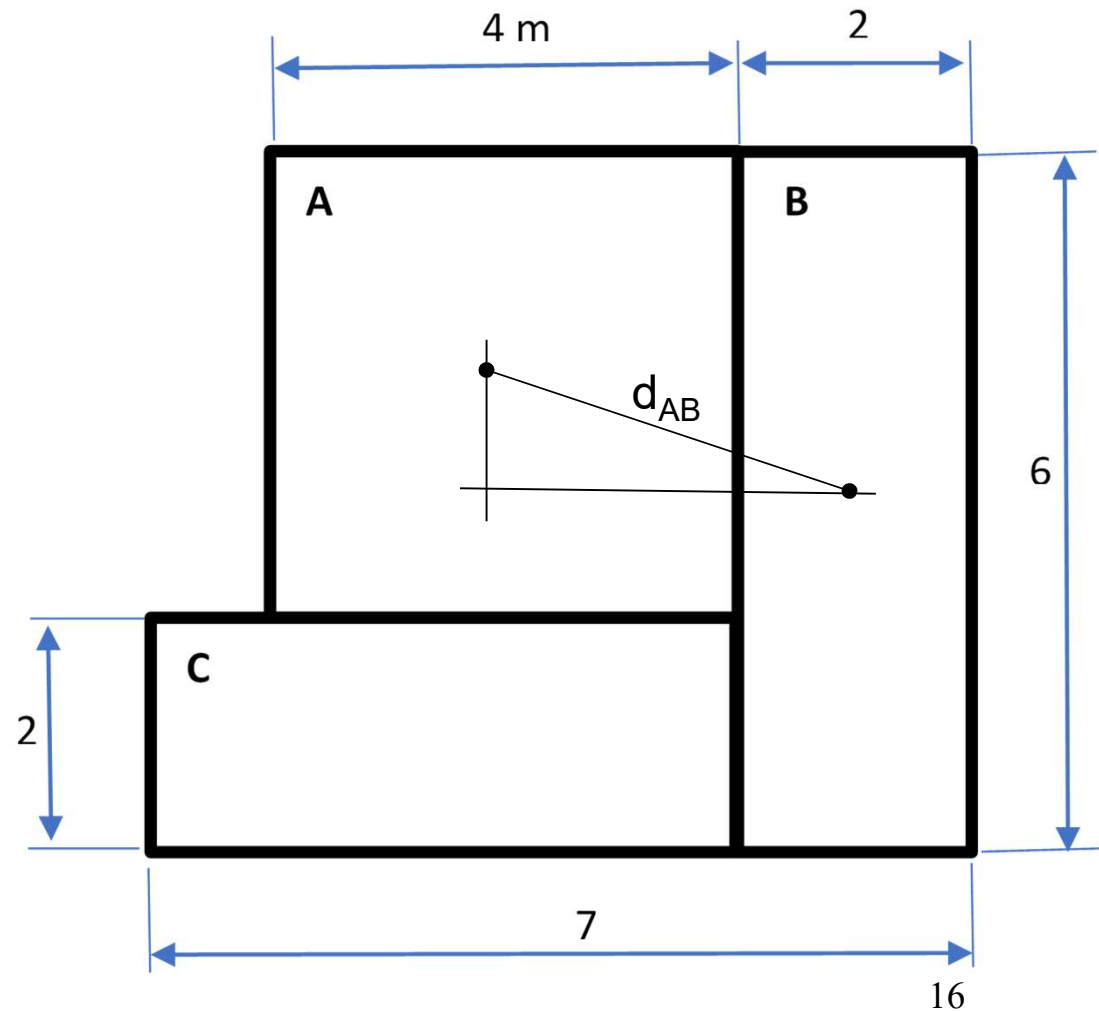


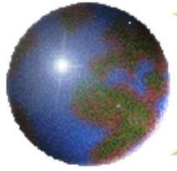


# Arranjo Físico Funcional

Cálculo da distância entre A e B

Traçar duas retas (uma em x e outra em y), formando o triângulo retângulo que servirá para calcular da distância entre A e B.

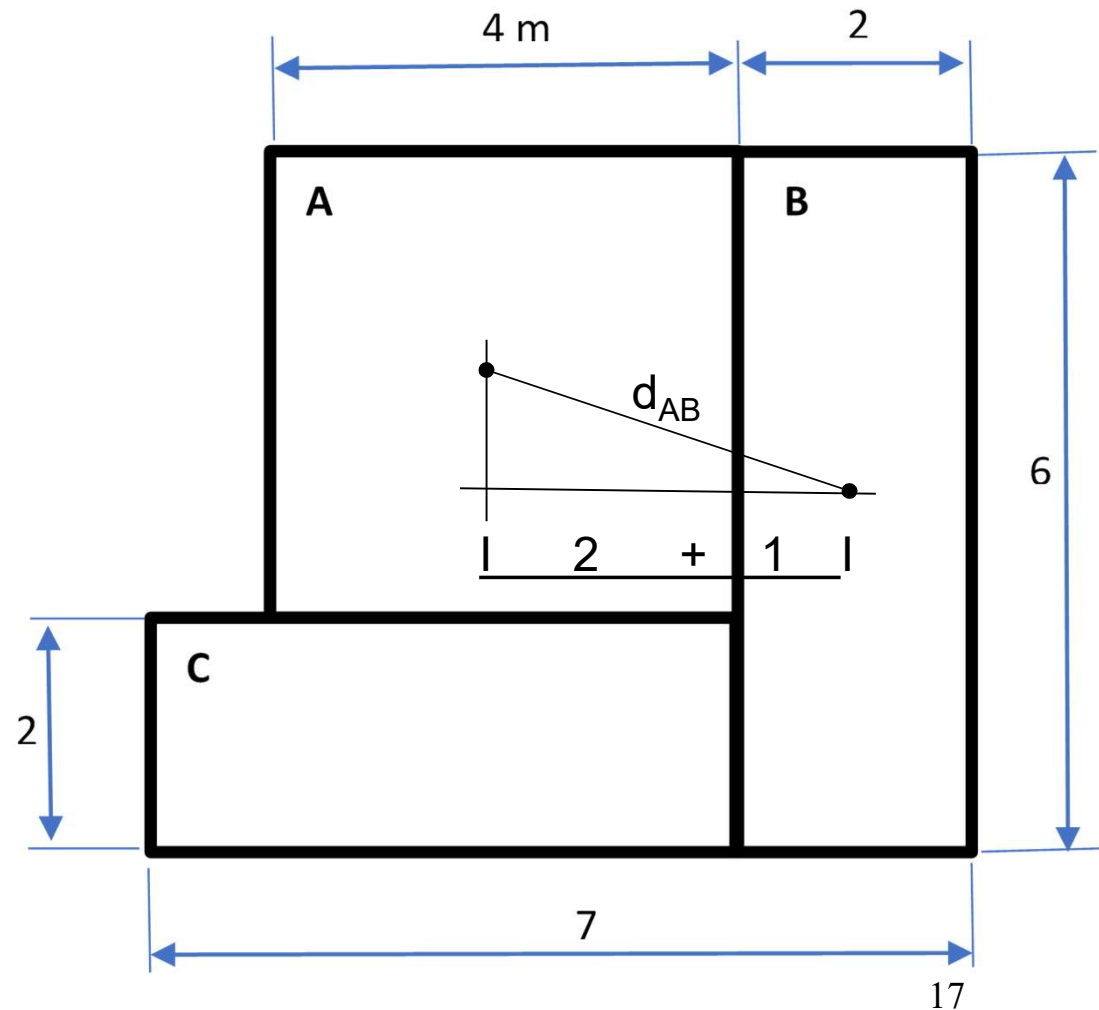


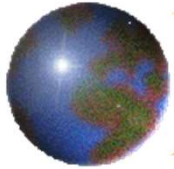


# Arranjo Físico Funcional

Cálculo da distância entre A e B

Calcular a distância em x (horizontal).



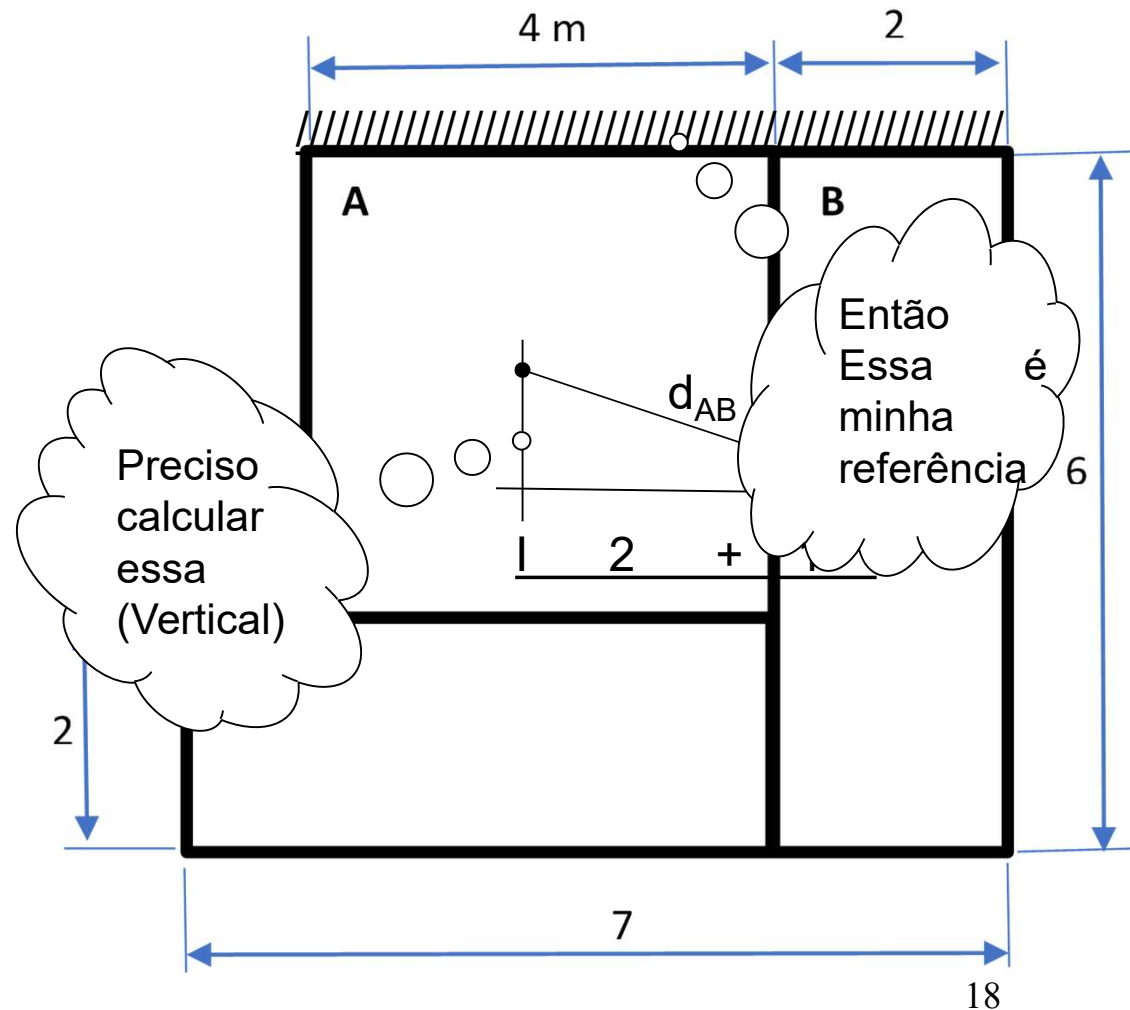


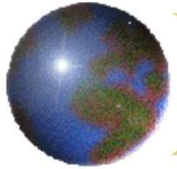
# Arranjo Físico Funcional

Cálculo da distância entre A e B

Calcular a distância em y (vertical).

Nesse caso, precisamos de uma referência (vamos usar a parede horizontal superior, porque ela é perpendicular à medida desejada e “abraça” os departamentos A e B).





# Arranjo Físico Funcional

Cálculo da distância entre A e B

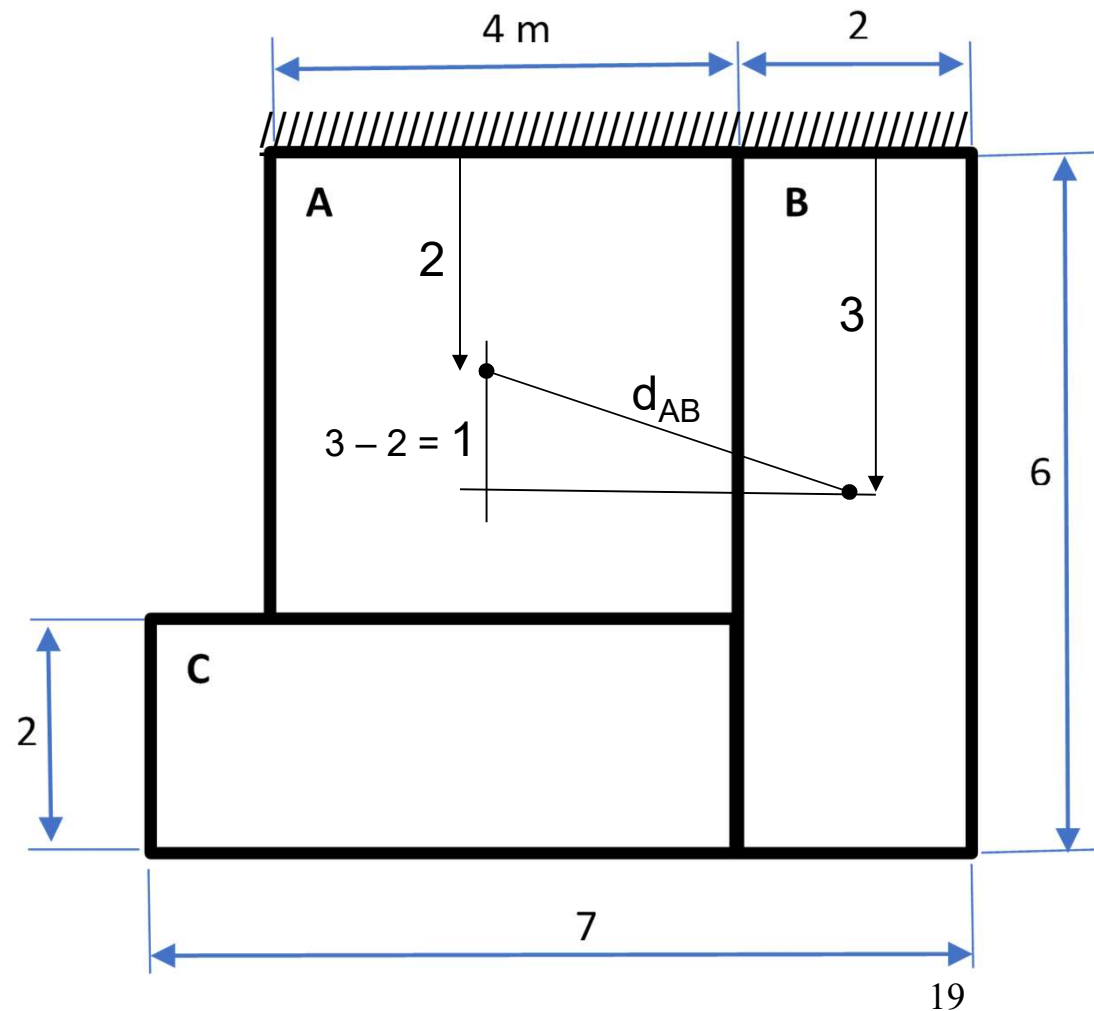
Calcular a distância em y (vertical).

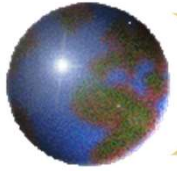
Calcule a distância da Referência até o centro de B e a distância da referência até o centro de A.

Faça a subtração desses valores.

O resultado é a distância em y (vertical)

Fazendo  $3 - 2$ , então a distância em y é 1 m.





# Arranjo Físico Funcional

Cálculo da distância entre A e B

Calcular a distância entre A e B

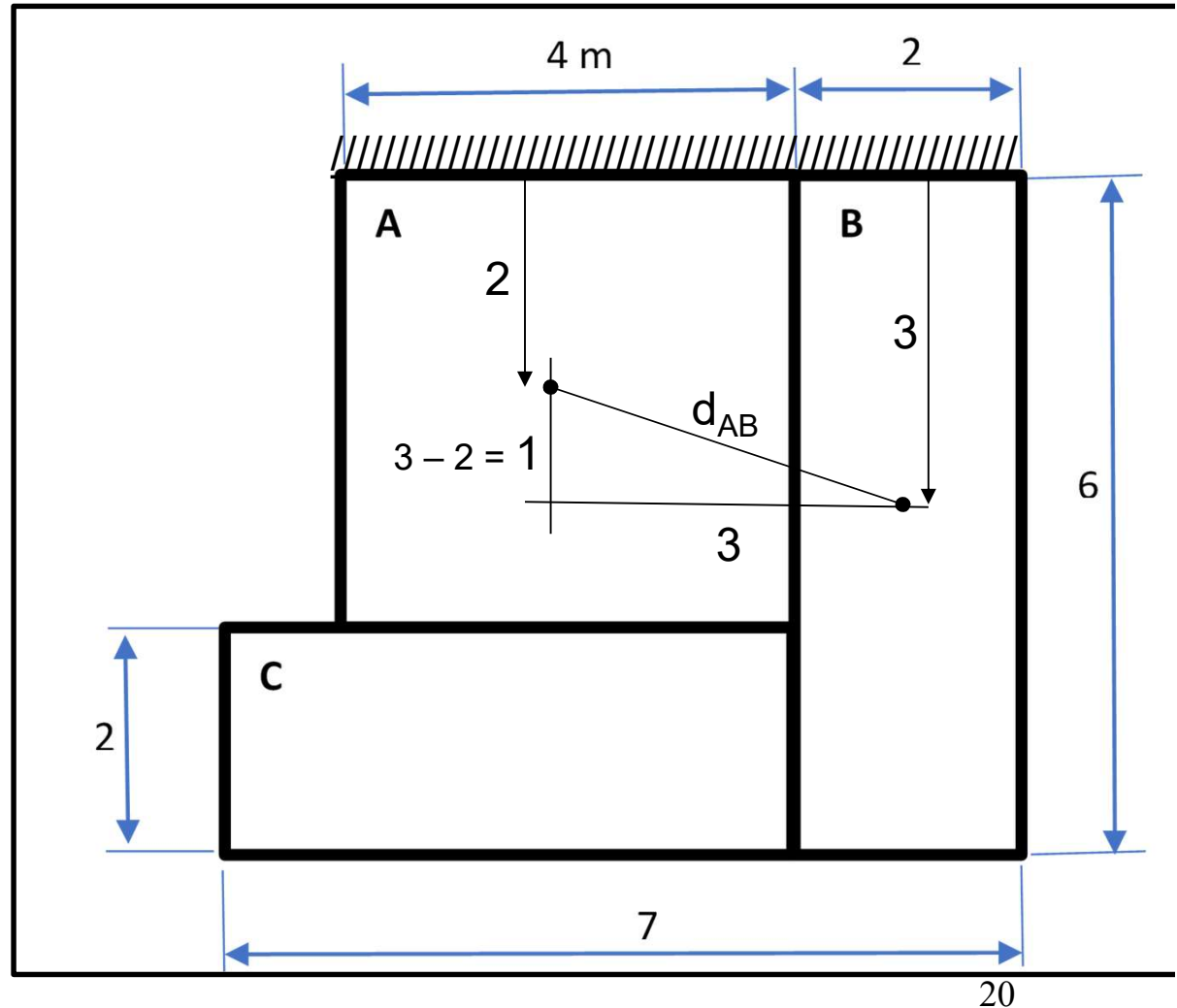
$$Dist = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

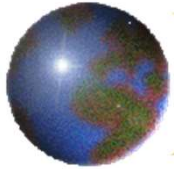
$$d_{AB} = \sqrt{3^2 + 1^2}$$

$$d_{AB} = \sqrt{9 + 1}$$

$$d_{AB} = \sqrt{10}$$

$$d_{AB} = \mathbf{3,16 \text{ m}}$$



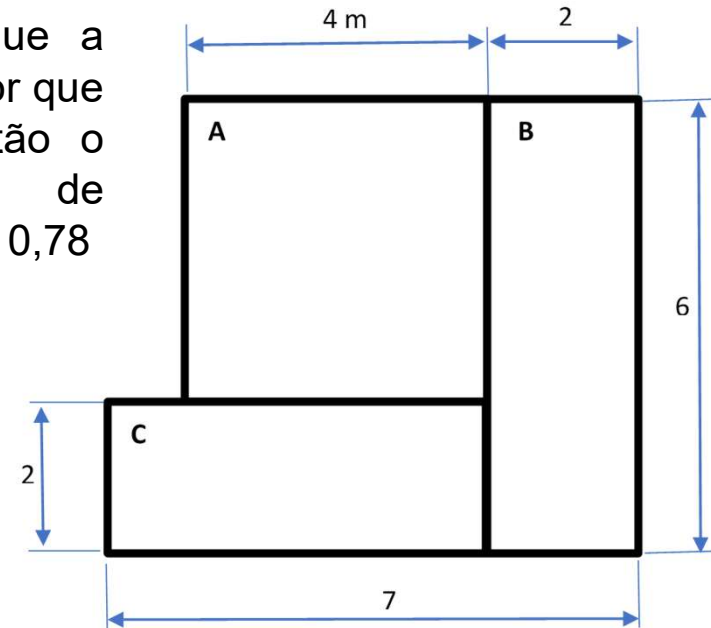


# Arranjo Físico Funcional

Cargas (Kg) entre Origem e destino

Orig \ Dest	A	B	C
A	-	100	50
B	40	-	20
C	30	80	-

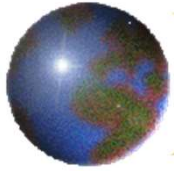
Considerando que a distância é menor que 3,5 metros, então o custo unitário de movimentação é 0,78



Custos Unitários entre Origem e Destino

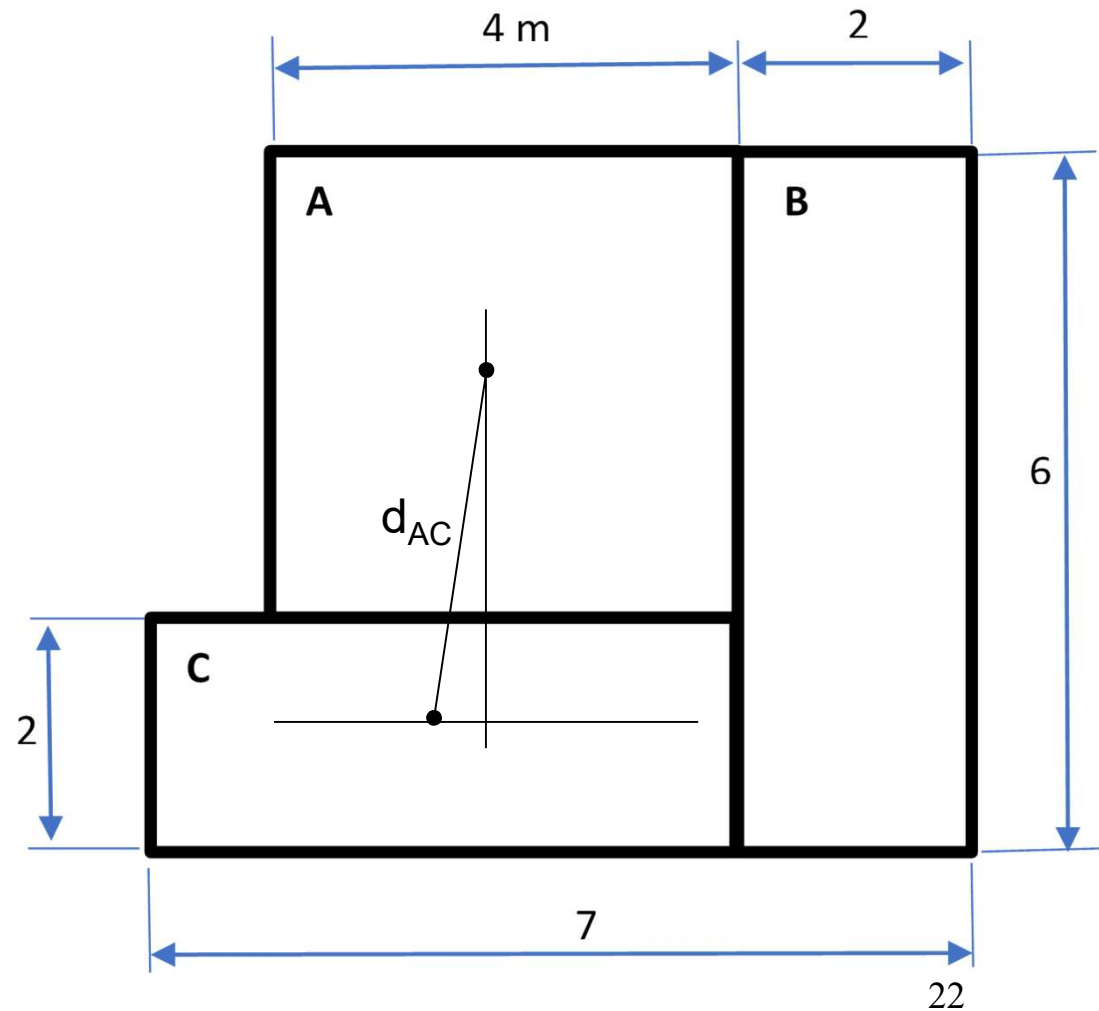
Distância (m)	Custo (R\$ / Kg.m)
Até 3,5 (inclusive)	<b>0,78</b>
Acima de 3,5	1,42

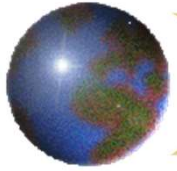
Orig - Dest	Quant (Kg)	Dist (m)	Cunit (R\$/Kg.m)	C.Parcial (R\$)
A - B	140	3,16	0,78	345,07
			Custo Total	



# Arranjo Físico Funcional

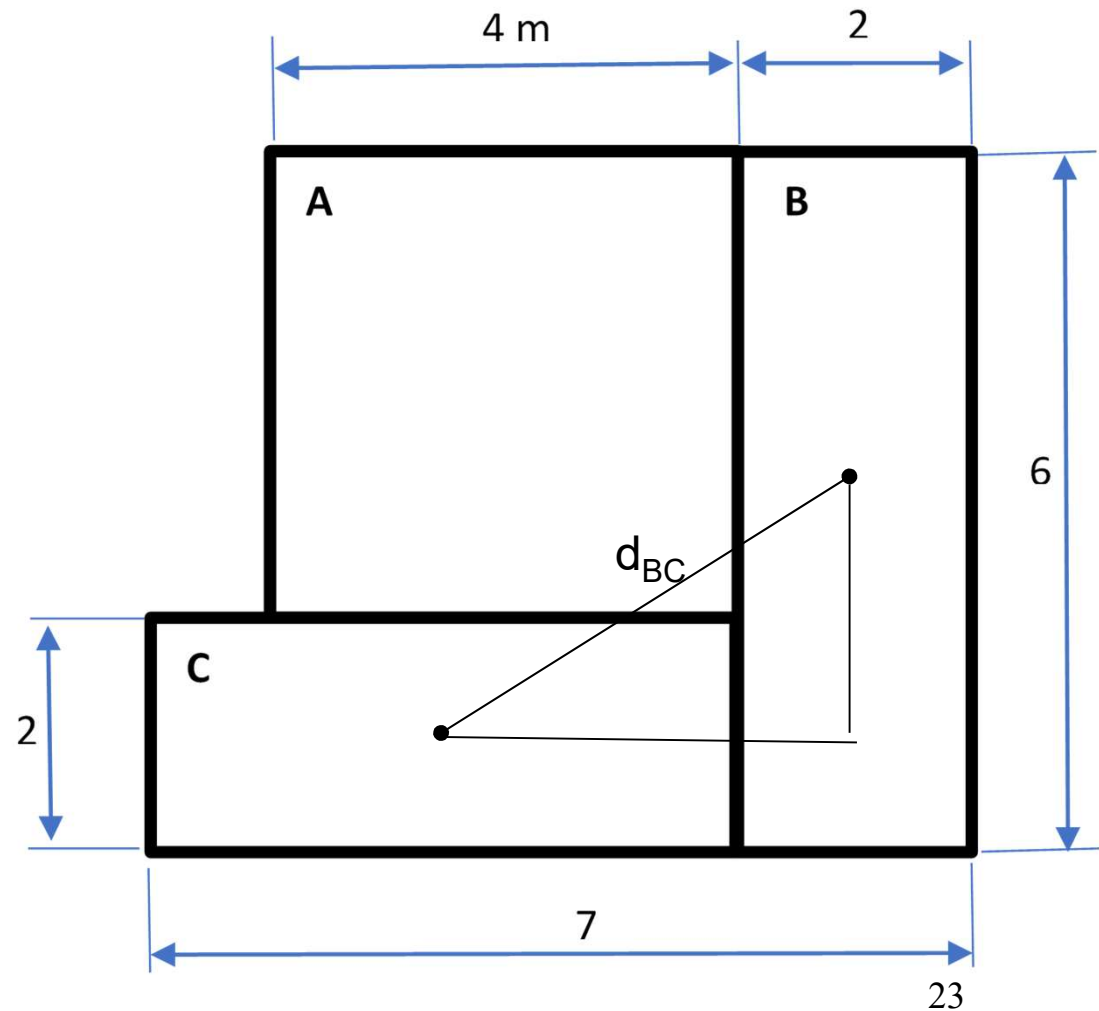
Cálculo da distância entre A e C

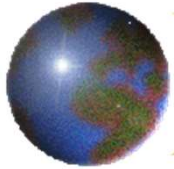




# Arranjo Físico Funcional

Cálculo da distância entre B e C



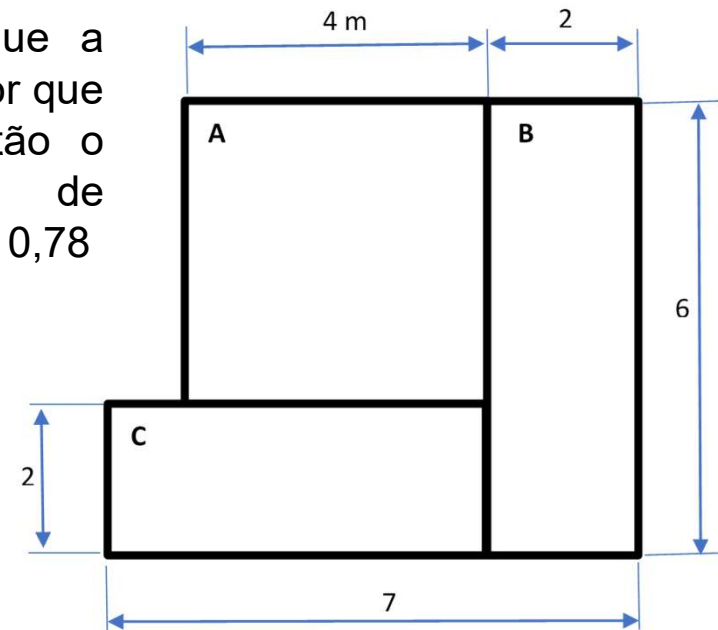


# Arranjo Físico Funcional

Cargas (Kg) entre Origem e destino

Orig \ Dest	A	B	C
A	-	100	50
B	40	-	20
C	30	80	-

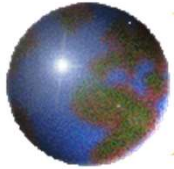
Considerando que a distância é menor que 3,5 metros, então o custo unitário de movimentação é 0,78



Custos Unitários entre Origem e Destino

Distância (m)	Custo (R\$ / Kg.m)
Até 3,5 (inclusive)	0,78
Acima de 3,5	1,42

Orig - Dest	Quant (Kg)	Dist (m)	Cunit (R\$/Kg.m)	C.Parcial (R\$)
A - B	140	3,16	0,78	345,07
A - C		3,04		
B - C		4,03		
			Custo Total	

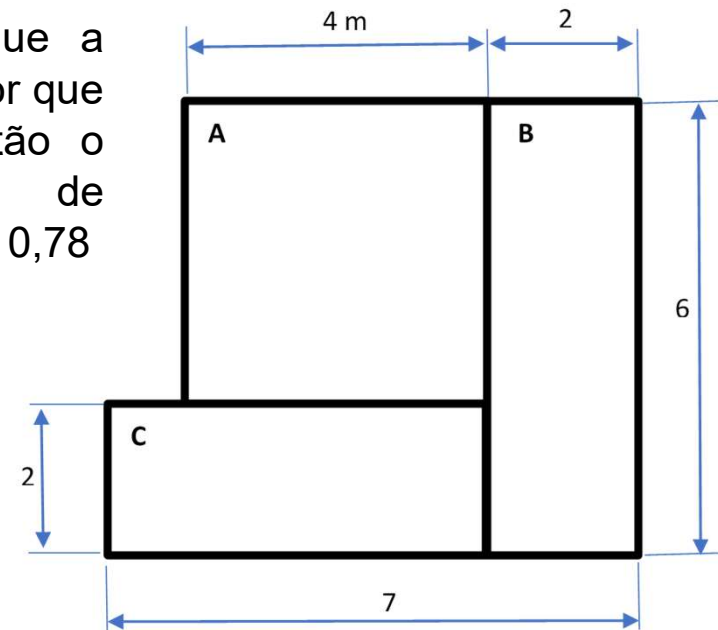


# Arranjo Físico Funcional

Cargas (Kg) entre Origem e destino

Orig \ Dest	A	B	C
A	-	100	50
B	40	-	20
C	30	80	-

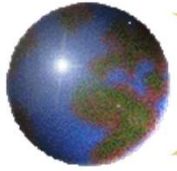
Considerando que a distância é menor que 3,5 metros, então o custo unitário de movimentação é 0,78



Custos Unitários entre Origem e Destino

Distância (m)	Custo (R\$ / Kg.m)
Até 3,5 (inclusive)	0,78
Acima de 3,5	1,42

Orig - Dest	Quant (Kg)	Dist (m)	Cunit (R\$/Kg.m)	C.Parcial (R\$)
A - B	140	3,16	0,78	345,07
A - C	80	3,04	0,78	189,70
B - C	100	4,03	1,42	572,26
			<b>Custo Total</b>	<b>1.107,03</b>



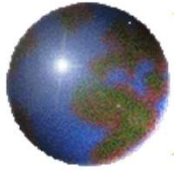
## Balanceamento da Linha de Montagem (Layout por produto)

Trata-se da delegação de tarefas às Estações de Trabalho dentro de um dado tempo de Ciclo e com mínimo tempo ocioso dos trabalhadores.

Tempo do Ciclo (C)

$$C = \frac{\text{Tempo de produção por dia}}{\text{Saída por dia (em unidades)}}$$

$$C = \frac{T_{\text{prod}}}{\text{Saída}}$$

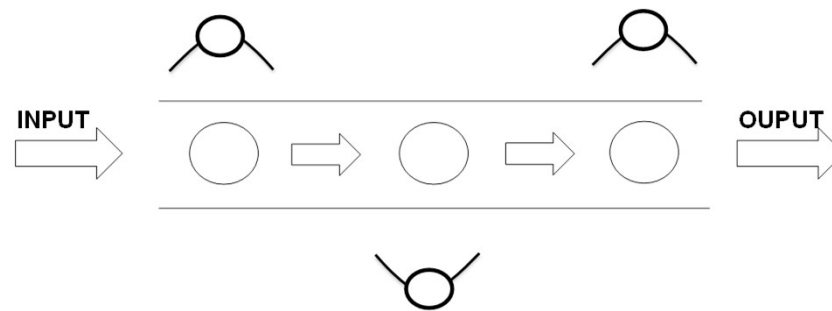


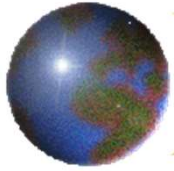
## Balanceamento da Linha de Montagem (Layout por produto)

Número mínimo teórico de estações de trabalho ( $N_t$ ) requerido para satisfazer a restrição de tempo de ciclo.

$$N_t = \frac{\text{Soma dos tempos de tarefas (T)}}{\text{Tempo de ciclo (C)}}$$

$$N_t = \frac{\sum T}{C}$$



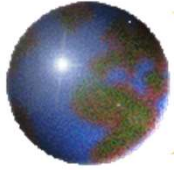


## Balanceamento da Linha de Montagem (Layout por produto)

Alocação de Tarefas: Distribuição das tarefas em cada Estação de Trabalho

Regra de Alocação: Sempre que houver 2 ou mais opções, a tarefa de maior duração é prioridade

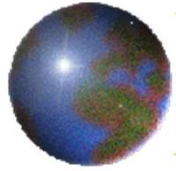
Estação de Trabalho	Tarefa	Tempo da Tarefa	Tempo não Alocado



### Eficiência da linha de montagem

$$Eficiência = \frac{\text{Soma dos tempos (T)}}{\text{Número real de estações de trabalho (Nr)} \times \text{Tempo de ciclo (C)}} \times 100$$

$$Eficiência = \frac{\sum T}{Nr \times C} \times 100$$



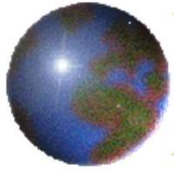
## *Balaceamento de Linha - Exemplo*

Uma companhia de brinquedos produz uma caminhoneta (Wagon Modelo J), que deve ser montada em uma correia transportadora.

Quinhentas caminhonetas são requeridas por dia. A empresa está atualmente operando com uma programação de um turno com oito horas por dia, com uma hora de parada para almoço (isto é, o tempo de produção líquida por dia é de sete horas).

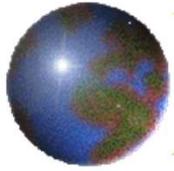
As etapas e os tempos de montagem para a caminhoneta são dados na tabela a seguir.

Tarefa: Encontre o balanceamento que minimize o número de estações de trabalho

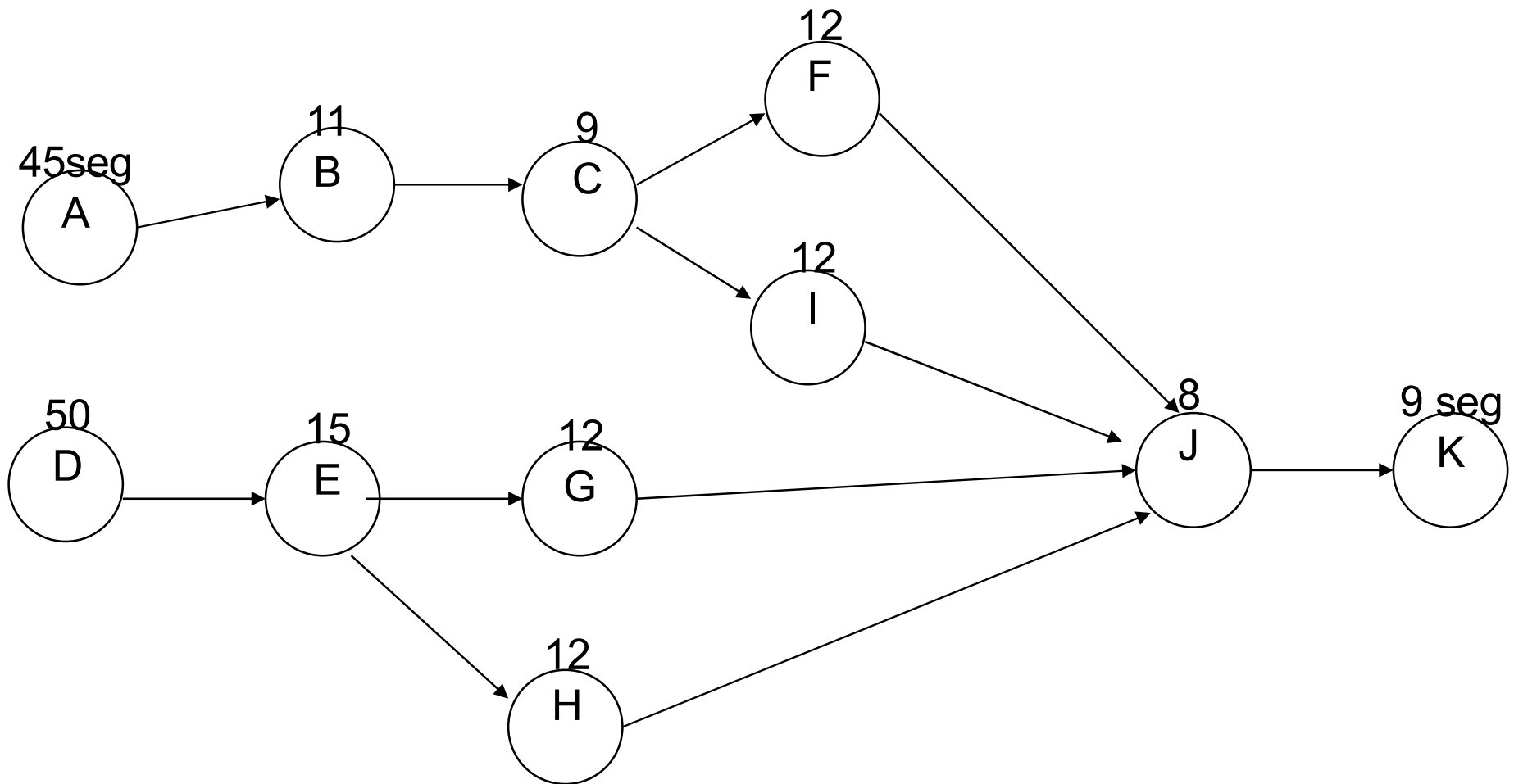


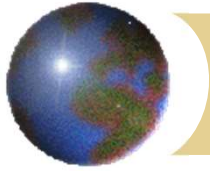
## *Etapas e tempos de montagem para a caminhoneta Modelo J*

Tarefa	Tempo de desempenho (em segundos)	Descrição	Tarefas que devem preceder
A	45	Posicionar apoio do eixo traseiro e apertar manualmente quatro parafusos às porcas	-
B	11	Inserir eixo traseiro	A
C	9	Apertar parafusos do apoio do eixo traseiro às porcas	B
D	50	Posicionar montagem do eixo dianteiro e apertar manualmente quatro parafusos às porcas	-
E	15	Apertar parafusos de montagem do eixo dianteiro	D
F	12	Posicionar roda traseira #1 e colocar calota	C
G	12	Posicionar roda dianteira #2 e colocar calota	E
H	12	Posicionar roda dianteira #1 e colocar calota	E
I	12	Posicionar roda traseira #2 e colocar calota	C
J	8	Posicionar o pára-choque dianteiro na montagem do eixo frontal e apertar manualmente parafuso e porca	F,G,H,I
K	9	Apertar parafuso e porca	J
Total	195		



## *Gráfico de Precedência para Caminhoneta Modelo J*



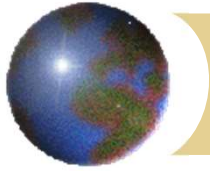


## *Cálculo do Tempo de Ciclo*

Tempo de Produção = 7 horas

Produção diária (Saída) = 500 unidades

$$C = \frac{T_{\text{prod}}}{\text{Saída}}$$



## *Cálculo do Tempo de Ciclo*

$$C = \frac{T_{\text{prod}}}{\text{Saída}}$$

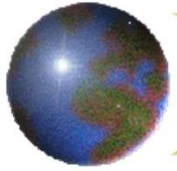
$$\text{Tempo trab} = 7 * 60 * 60$$

$$\Rightarrow \text{Tempo trab} = 25.200 \text{ seg}$$

Quant. Produzida por dia:

$$\text{Saída} = 500 \text{ unid/dia}$$

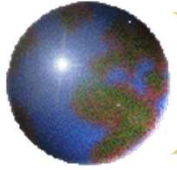
$$C = 25.200 / 500 \Rightarrow \mathbf{C = 50,4 \text{ seg/unid}}$$



## *Cálculo do Número Teórico de Estações de Trabalho*

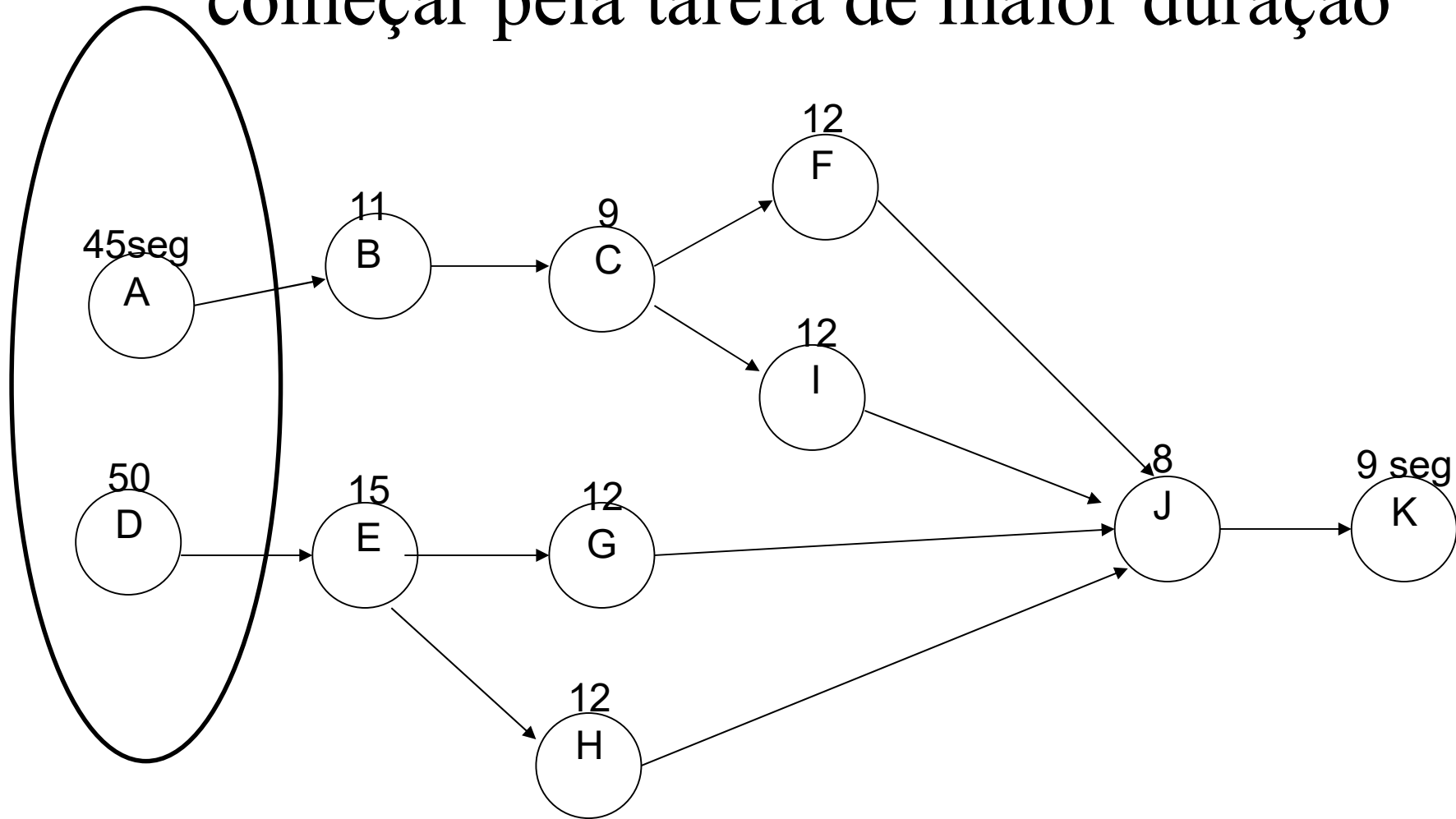
$$N_t = \frac{\sum T}{C}$$

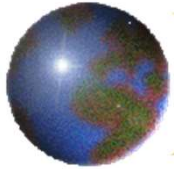
- Tempo de produção de um item
  - $T = 45 + 50 + \dots + 9 \Rightarrow T = 195 \text{ seg/unit}$
- $N_t = 195 / 50,4 = 3,87 \Rightarrow N_t = 4 \text{ ET}$



# Alocação das Tarefas

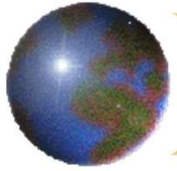
Temos duas opções. Devemos começar pela tarefa de maior duração





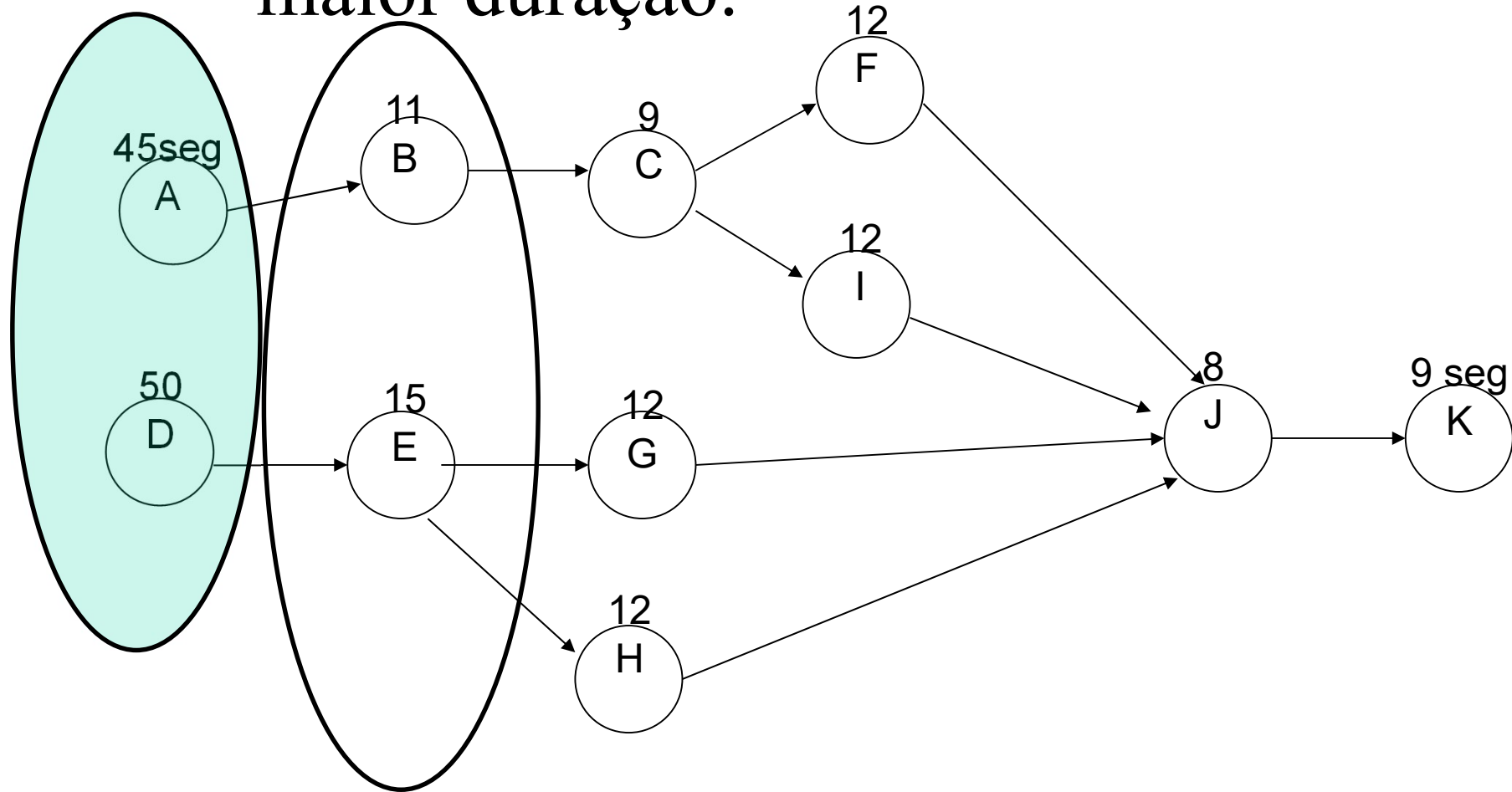
**C = 50,4 seg/unid**

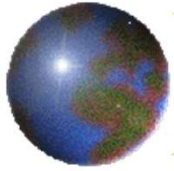
Estação de Trabalho	Tarefa	Tempo da Tarefa	● Tempo não Alocado ● ●
ET1	D	50	$50,4 - 50 = 0,4$ (Tempo Ocioso)
ET2	A	45	$50,4 - 45 = 5,4$ (Tempo Ocioso)



## Alocação das Tarefas

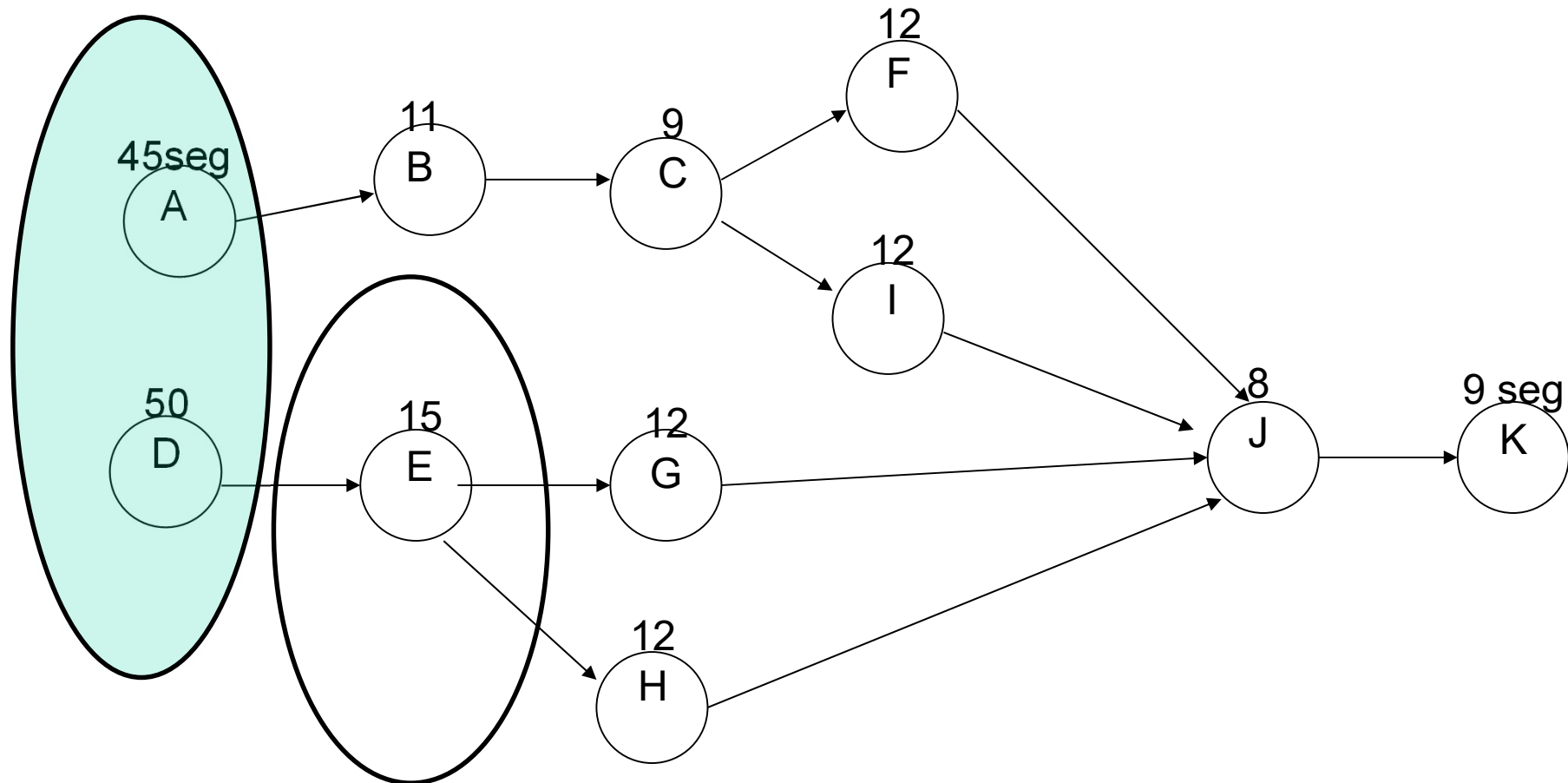
Após resolver A e B, temos duas opções. Devemos escolher a tarefa de maior duração.

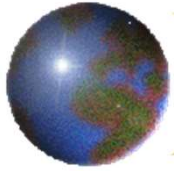




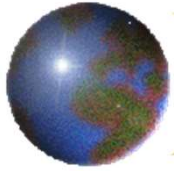
# Alocação das Tarefas

Devemos escolher a tarefa de maior duração.



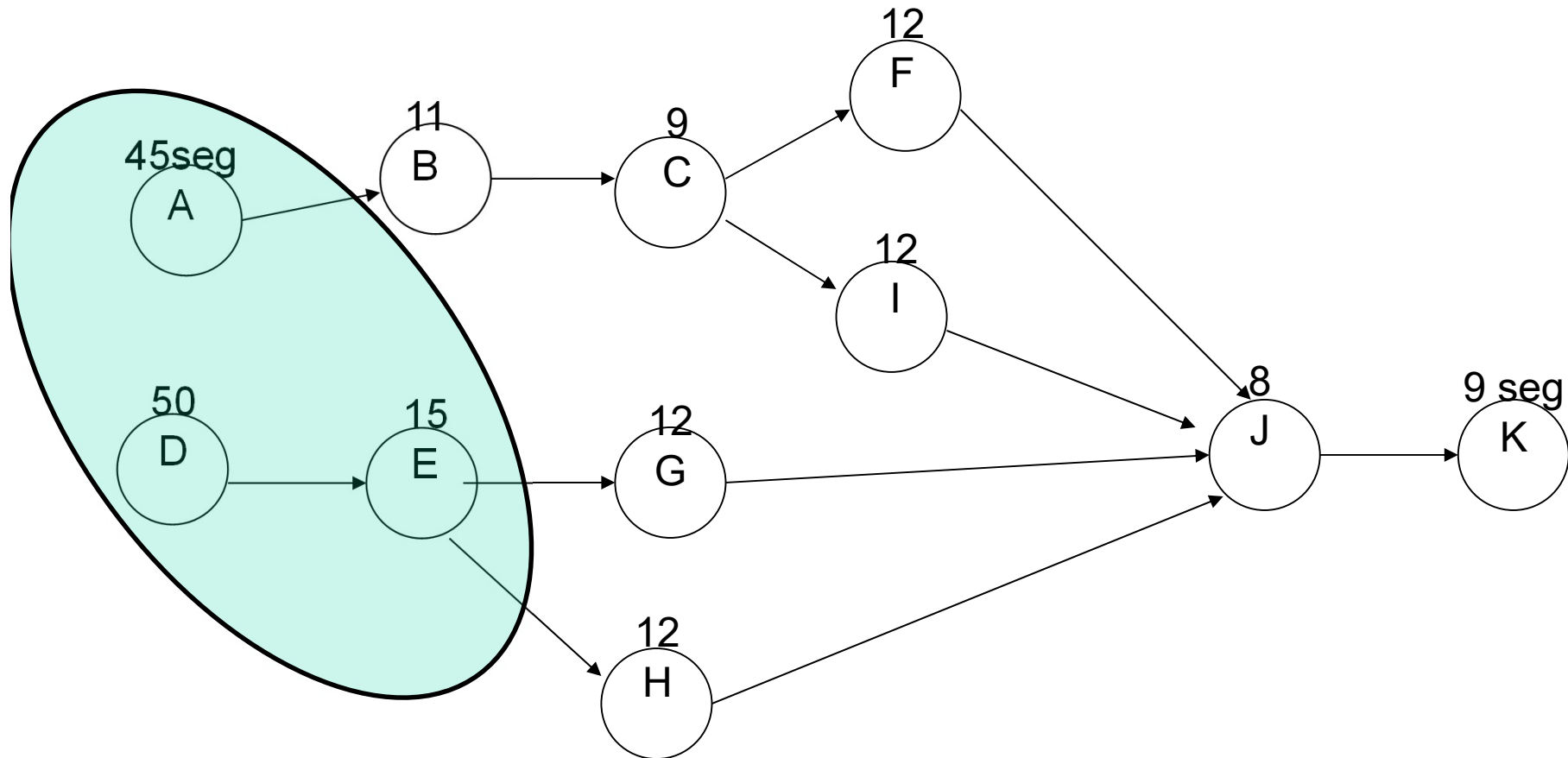


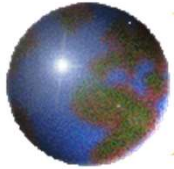
Estação de Trabalho	Tarefa	Tempo da Tarefa	Tempo não Alocado
ET1	D	50	0,4 - Ocioso
ET2	A	45	5,4 - Ocioso
ET3	E	15	$50,4 - 15 = 35,4$



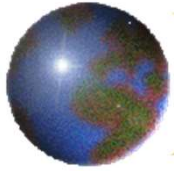
# Alocação das Tarefas

Agora temos três opções. Devemos escolher a tarefa de maior duração.



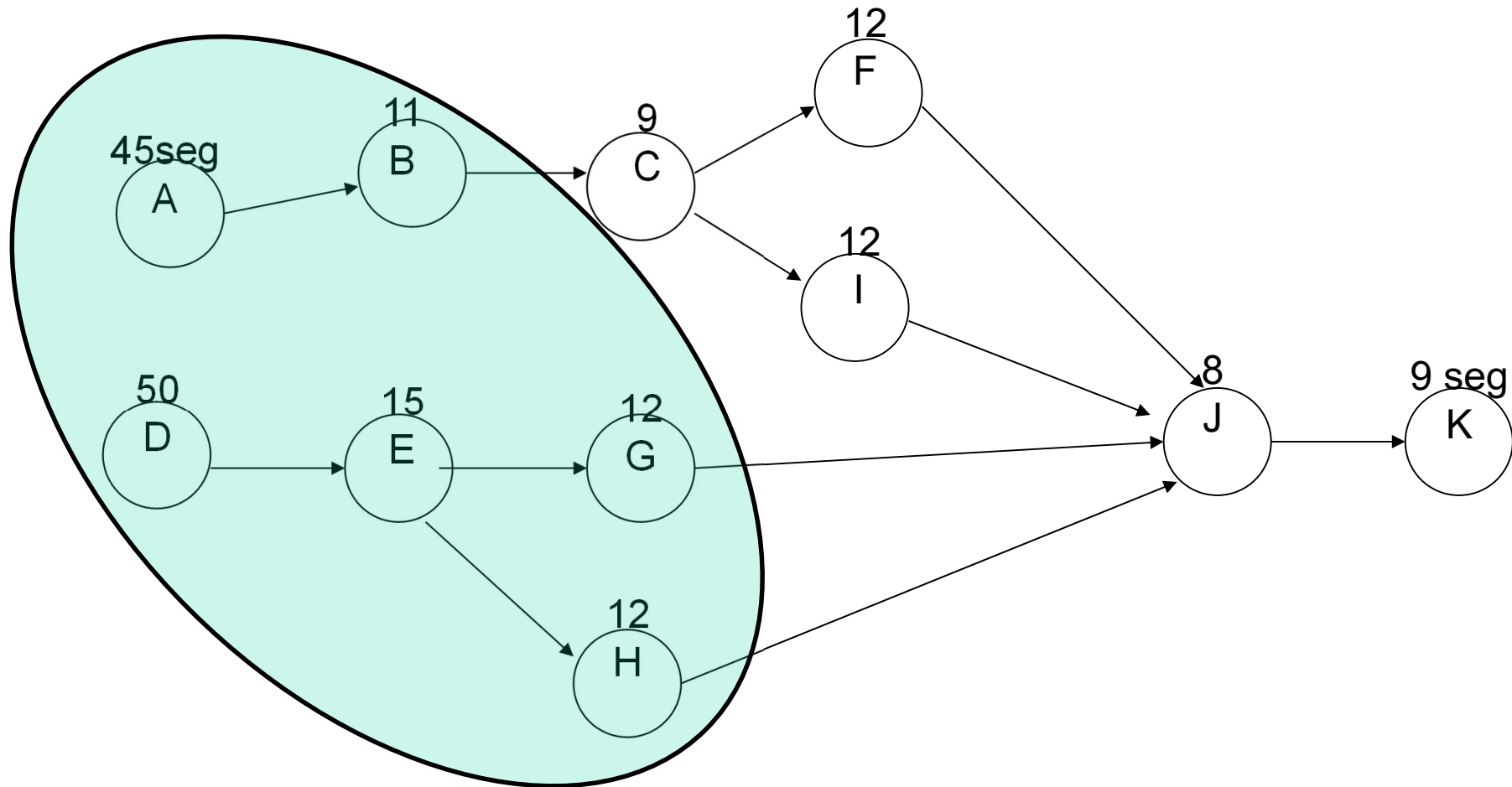


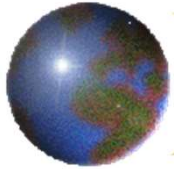
Estação de Trabalho	Tarefa	Tempo da Tarefa	Tempo não Alocado
ET1	D	50	0,4 - Ocioso
ET2	A	45	5,4 - Ocioso
ET3	E	15	$50,4 - 15 = 35,4$
	G	12	$35,4 - 12 = 23,4$
	H	12	$23,4 - 12 = 11,4$
	B	11	$11,4 - 11 = 0,4$ (Tempo Ocioso)



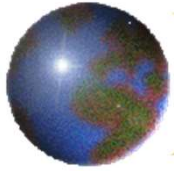
# Alocação das Tarefas

Agora temos apenas uma opção.

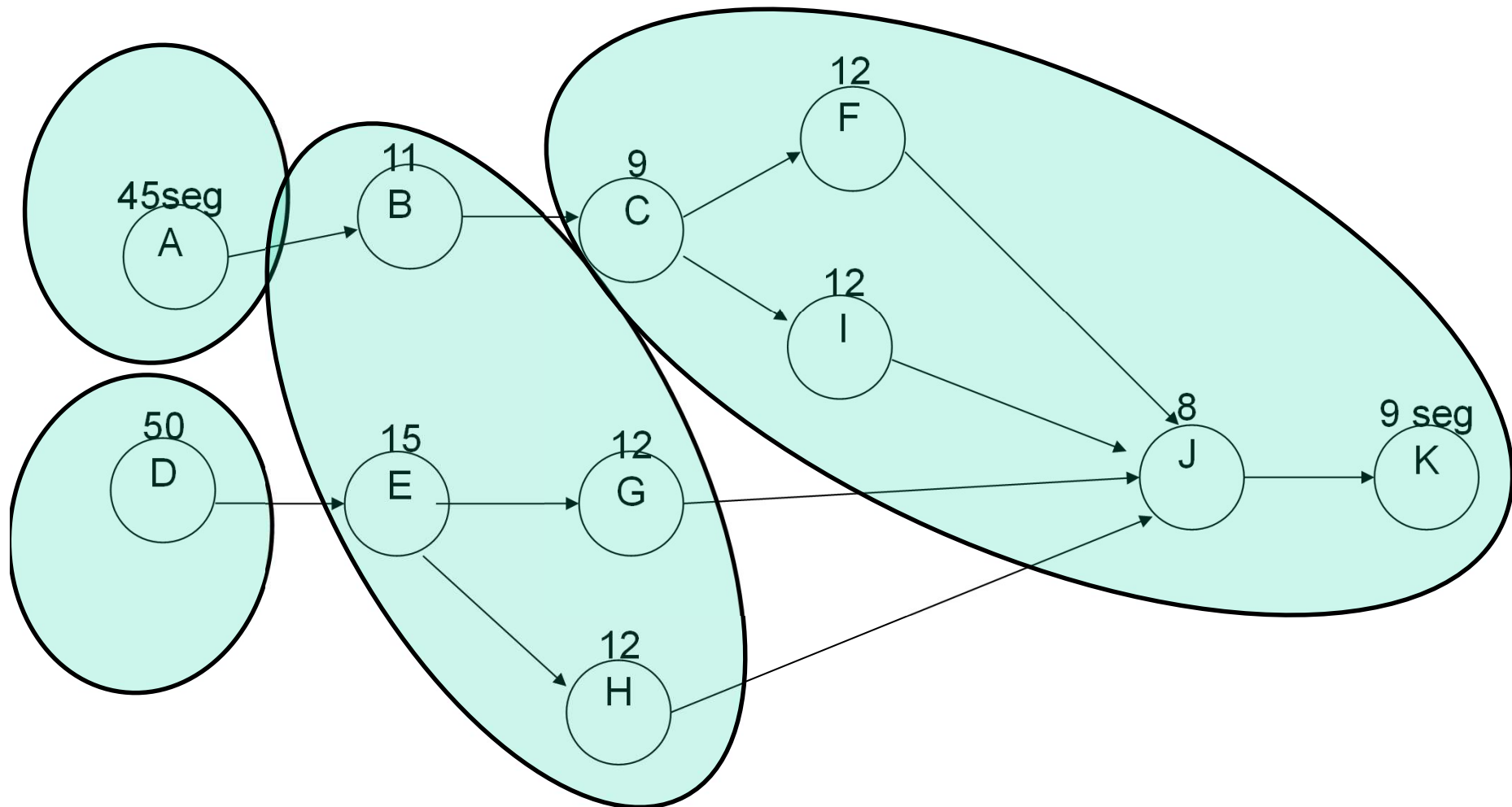


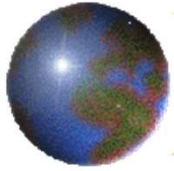


Estação de Trabalho	Tarefa	Tempo da Tarefa	Tempo não Alocado
ET1	D	50	0,4 - Ocioso
ET2	A	45	5,4 - Ocioso
ET3	E	15	35,4
	G	12	23,4
	H	12	11,4
	B	11	0,4 - Ocioso
ET4	C	9	41,4
	F	12	29,4
	I	12	17,4
	J	8	9,4
	K	9	0,4 - Ocioso



# Alocação das Tarefas





## *Cálculo da Eficiência*

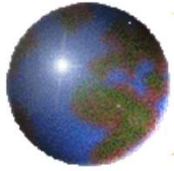
$$Eficiência = \frac{\sum T}{Nr \times C} \times 100$$

$$Eficiência = [195 / (4 * 50,4)] * 100$$

$$\Rightarrow Eficiência = [195/201,6] * 100$$

$$\Rightarrow Eficiência = 0,9673 * 100$$

$$\Rightarrow \mathbf{Eficiência = 96,73 \%}$$



# *Linha de montagem balanceada*

