

ALGORITMOS PARA PLANEJAMENTO DE MACRO-LAYOUT

- a. Diagrama de relacionamentos
- b. Método da troca de pares
- c. Método de construção baseado em Grafos

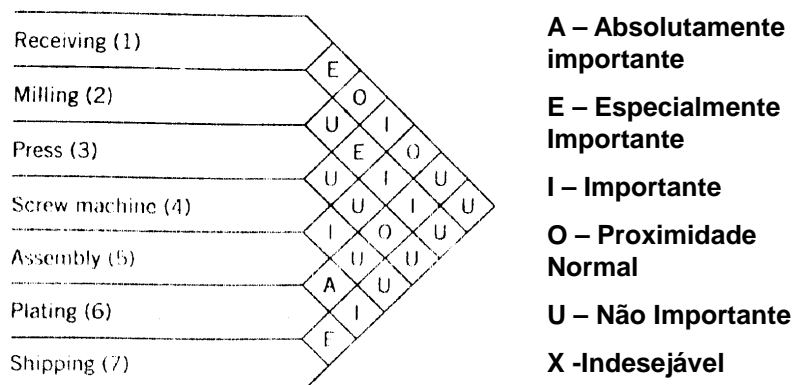
DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS

Ex: dada a tabela de áreas e análise de relacionamentos a seguir, elaborar um layout que atenda as exigências.

Code	Function	Area	Number of Unit Area Templates
1	Receiving	12.000	6
2	Milling	8.000	4
3	Press	6.000	3
4	Screw Machine	12.000	6
5	Assembly	8.000	4
6	Plating	12.000	6
7	Shipping	12.000	6

Áreas das seções e nº templates

DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS



Análise de Relacionamentos

DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS

Rel.	Seção1	Seção2	Seção3	Seção4	Seção5	Seção6	Seção7
A	-	-	-	-	6	5	-
E	2	14	-	2	-	7	6
I	4	5 6	-	1 5	2 4 7	2	5
O	3 5	-	1 6	-	1	3	-
U	6 7	3 7	2 4 5 7	3 6 7	3	1 4	1 2 3 4
X	-	-	-	-	-	-	-

Planilha de Diagrama de Relacionamentos

DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS

- **Passo 1:** *selecione a primeira seção a entrar no layout*
- A seção com maior número de “A” é selecionada e colocada no centro do layout
- Regra para desempate: o maior nº de “E”, o maior nº de “I”, o menor nº de “X”

DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS

Rel.	Seção1	Seção2	Seção3	Seção4	Seção5	Seção6	Seção7
A	-	-	-	-	6	5	-
E	2	14	-	2	-	7	6
I	4	5 6	-	1 5	2 4 7	2	5
O	3 5	-	1 6	-	1	3	-
U	6 7	3 7	2 4 5 7	3 6 7	3	1 4	1 2 3 4
X	-	-	-	-	-	-	-

(A-0) (A-0) (A-0) (A-0) (A-1) (A-1) (A-0)
 (E-0) (E-1)

Planilha de Diagrama de Relacionamentos

DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS

- **Passo 2:** *selecione a segunda seção a entrar no layout*
- A seção deve ter um relacionamento do tipo “A” com a primeira seção já selecionada
- Empates: regra de desempate do passo 1

DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS

Rel.	Seção1	Seção2	Seção3	Seção4	Seção5	Seção6	Seção7
A	-	-	-	-	6	5	-
E	2	14	-	2	-	7	6
I	4	5 6	-	1 5	2 4 7	2	5
O	3 5	-	1 6	-	1	3	-
U	6 7	3 7	2 4 5 7	3 6 7	3	1 4	1 2 3 4
X	-	-	-	-	-	-	-

(O) (I) (U) (I) (A) (I)

Planilha de Diagrama de Relacionamentos

DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS

- **Passo 3:** *selecione a terceira seção a entrar no layout*
- A seção deve ter a mais alta combinação de relacionamentos com as duas seções já selecionadas
- **Ranking:** AA, AE, AI, AO(U), EE, EI, EO(U), II, IO(U)
- **Empates:** regra de desempate do passo 1

DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS

Rel.	Seção1	Seção2	Seção3	Seção4	Seção5	Seção6	Seção7
A	-	-	-	-	6	5	-
E	2	14	-	2	-	7	6
I	4	5 6	-	1 5	2 4 7	2	5
O	3 5	-	1 6	-	1	3	-
U	6 7	3 7	2 4 5 7	3 6 7	3	1 4	1 2 3 4
X	-	-	-	-	-	-	-

(OU)

(II)

(OU)

(IU)

(EI)

Planilha de Diagrama de Relacionamentos

DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS

- **Passo 4:** *selecione a quarta seção a entrar no layout*
- Segue a mesma lógica do passo 3
- **Ranking:** AAA, AAE, AAI, AAO(U), AEE, AEI, AEO(U), AII, AIO(U), AOO(UU), EEE, EEI, EEO(U), EII, EIO(U), EOO(UU), III, IIO(U), IOO(UU)
- **Passo n:** *selecione a seção 'n' a entrar no layout*
- Seção 'n' é localizada de acordo com as regras descritas nos passos 3 e 4

DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS

Rel.	Seção1	Seção2	Seção3	Seção4	Seção5	Seção6	Seção7
A	-	-	-	-	6	5	-
E	2	14	-	2	-	7	6
I	4	5 6	-	15	2 4 7	2	5
O	3 5	-	1 6	-	1	3	-
U	6 7	3 7	2 4 5 7	3 6 7	3	1 4	1 2 3 4
X	-	-	-	-	-	-	-

(OUU) (IIU) (OUU) (IIU)

Planilha de Diagrama de Relacionamentos

DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS

Rel.	Seção1	Seção2	Seção3	Seção4	Seção5	Seção6	Seção7
A	-	-	-	-	6	5	-
E	2	14	-	2	-	7	6
I	4	5 6	-	1 5	2 4 7	2	5
O	3 5	-	1 6	-	1	3	-
U	6 7	3 7	2 4 5 7	3 6 7	3	1 4	1 2 3 4
X	-	-	-	-	-	-	-

(EOUU) (OUUU) (EIUU)

Planilha de Diagrama de Relacionamentos

DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS

Rel.	Seção1	Seção2	Seção3	Seção4	Seção5	Seção6	Seção7
A	-	-	-	-	6	5	-
E	2	14	-	2	-	7	6
I	4	5 6	-	1 5	2 4 7	2	5
O	3 5	-	1 6	-	1	3	-
U	6 7	3 7	2 4 5 7	3 6 7	3	1 4	1 2 3 4
X	-	-	-	-	-	-	-

(EIOUU) (OUUUU)

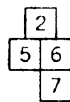
Planilha de Diagrama de Relacionamentos

Ordem: 6-5-7-2-4-1-3

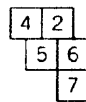
DIAGRAMA DE RELACIONAMENTOS



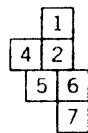
(a)



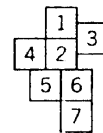
(b)



(c)



(d)



(e)

Resultado dos Posicionamentos

Layout Final

		1	1	1
4	4	1	1	
4	4	3	1	
4	2	3	3	
4	2	2	2	
5	6	6	6	
5	6	6	6	
5	7	7	7	
5	7	7	7	

MÉTODO DA TROCA DE PARES

- Utilizado para **melhorias no layout**
 - Busca minimizar custo total de transporte de materiais
 - Considera distância retilínea entre as seções
 - Resultado final dependente da configuração inicial
- É a base do método **CRAFT** (*Computerized Relative Allocation of Facilities Technique*), desenvolvido por Armour *et al.* (1963)

MÉTODO DA TROCA DE PARES

Ex: considerando 4 seções de mesmo tamanho, construímos uma matriz de **fluxo de materiais** e outra com a distância entre os blocos

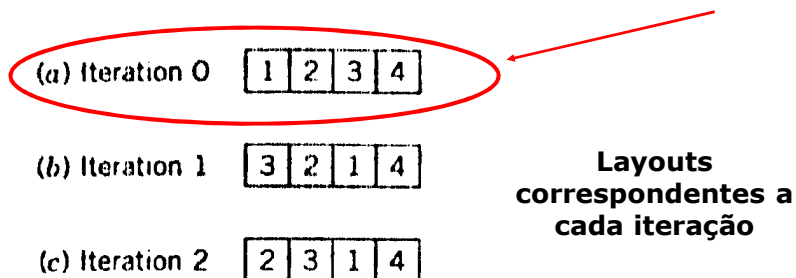
Do Depto	Para o Depto			
	1	2	3	4
1	-	10	15	20
2		-	10	5
3			-	5
4				-

Matriz de Fluxo de Materiais

MÉTODO DA TROCA DE PARES

Do Depto	Para o Depto			
	1	2	3	4
1	-	1	2	3
2		-	1	2
3			-	1
4				-

Matriz de distâncias baseada no layout existente



MÉTODO DA TROCA DE PARES

- Custo total para o layout existente:
- $TC_{1234} = 10(1) + 15(2) + 20(3) + 10(1) + 5(2) + 5(1) = 125$
- O método propõe que, para cada iteração, todas as mudanças possíveis nas localizações dos pares de departamentos sejam avaliadas
- A mudança que resultar na maior redução de custo total é selecionada
- Trocas viáveis no exemplo: 1-2, 1-3, 1-4, 2-3, 2-4, 3-4
($C = n!/k!(n-k)!$) $\rightarrow C = 4!/2!(4-2)!$ $\rightarrow 4!/2! \times 2!$ $\rightarrow 4 \times 3 \times 2!/2 \times 2!$ $\rightarrow 12/2 = 6$ combinações

MÉTODO DA TROCA DE PARES

Iteração 1:

$$TC_{2134} (1-2) = 10(1) + 15(1) + 20(2) + 10(2) + 5(3) + 5(1) = 105$$

$$TC_{3214} (1-3) = 10(1) + 15(2) + 20(1) + 10(1) + 5(2) + 5(3) = 95$$

$$TC_{4231} (1-4) = 10(2) + 15(1) + 20(3) + 10(1) + 5(1) + 5(2) = 120$$

$$TC_{2134} (1-2) = 10(1) + 15(1) + 20(2) + 10(2) + 5(3) + 5(1) = 105$$

$$TC_{1324} (2-3) = 10(2) + 15(1) + 20(3) + 10(1) + 5(1) + 5(2) = 120$$

$$TC_{1432} (2-4) = 10(3) + 15(2) + 20(1) + 10(1) + 5(2) + 5(1) = 105$$

$$TC_{1243} (3-4) = 10(1) + 15(3) + 20(2) + 10(2) + 5(1) + 5(1) = 125$$

MÉTODO DA TROCA DE PARES

Interação 2:

$$TC3124 (1-2)=10(1)+15(1)+20(2)+10(1)+5(1)+5(3)=95$$

$$TC1234 (1-3)=10(1)+15(2)+20(3)+10(1)+5(2)+5(1)=125$$

$$TC3241 (1-4)=10(2)+15(3)+20(1)+10(1)+5(1)+5(2)=110$$

$$TC2314 (2-3)=10(2)+15(1)+20(1)+10(1)+5(3)+5(2)=90$$

$$TC3412 (2-4)=10(1)+15(2)+20(1)+10(3)+5(2)+5(2)=105$$

$$TC4213 (3-4)=10(1)+15(1)+20(2)+10(2)+5(1)+5(3)=105$$

Interação 3:

$$TC3214 (1-2)=10(1)+15(2)+20(1)+10(1)+5(2)+5(3)=95$$

$$TC1324 (1-3)=10(2)+15(1)+20(3)+10(1)+5(1)+5(2)=120$$

$$TC3421 (1-4)=10(1)+15(3)+20(2)+10(2)+5(1)+5(1)=125$$

$$TC2134 (2-3)=10(1)+15(1)+20(2)+10(2)+5(3)+5(1)=105$$

$$TC3142 (2-4)=10(2)+15(1)+20(1)+10(3)+5(1)+5(2)=100$$

$$TC4123 (3-4)=10(1)+15(2)+20(1)+10(1)+5(2)+5(3)=95$$

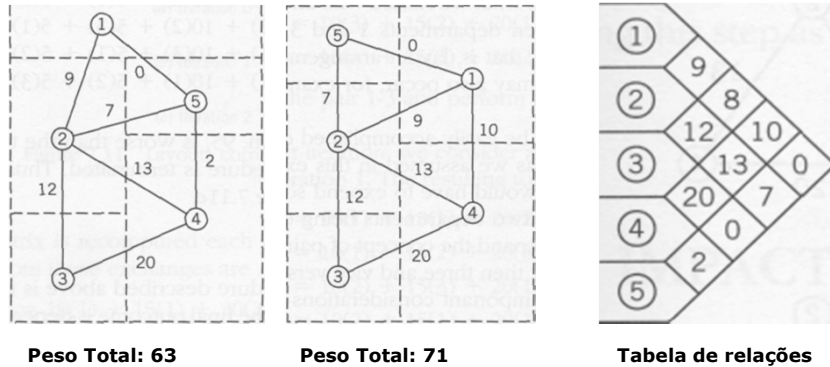
MÉTODO DA TROCA DE PARES

- Neste exemplo, parar na terceira iteração, visto que o menor custo na mesma (95) foi maior que o custo de 90 na segunda iteração

- Melhor seqüência no exemplo:

2-3-1-4

Método de Construção baseado em Grafos



Peso Total: 63

Peso Total: 71

Tabela de relações

Gráficos de adjacência para alternativas de layout de blocos.

Método de Construção baseado em Grafos

- Passos (algoritmo para inserção de um nodo na construção de um gráfico de adjacência):
 1. Selecione o par de departamentos (seções) com o maior peso.
 2. Selecione consecutivamente os demais departamentos (seções) baseado na soma dos pesos relativos aos departamentos (seções) já selecionados.
 3. Posicione o departamento (seção) selecionado em uma das faces do gráfico.
 4. Construa o layout de blocos baseado no gráfico de adjacência final.

Método de Construção baseado em Grafos

Exemplo

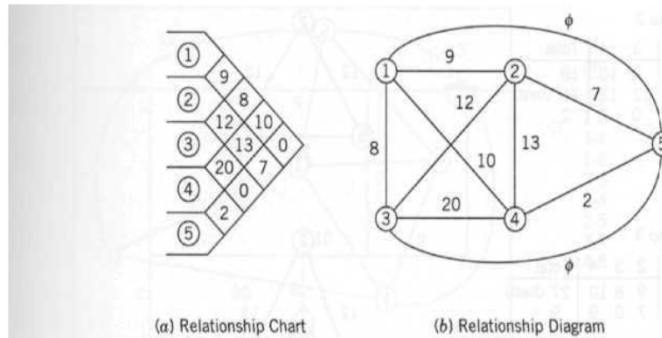
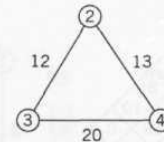


Figure 6.12 Relationship chart and relationship diagram for graph-based example.

Método de Construção baseado em Grafos

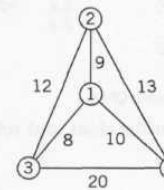
a. Step 2

	3	4	Total
1	8	10	18
2	12	13	25 (best)
5	0	2	2



b. Step 3

	2	3	4	Total
1	9	8	10	27 (best)
5	7	0	9	9



c. Step 4

	1	2	3	4
5	0	7	0	2

Faces	Total
1-2-3	7
1-2-4	9 (best)
1-3-4	2
2-3-4	9 (best)

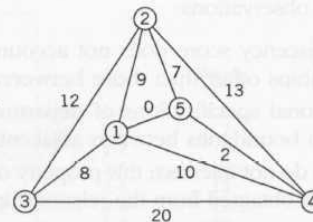
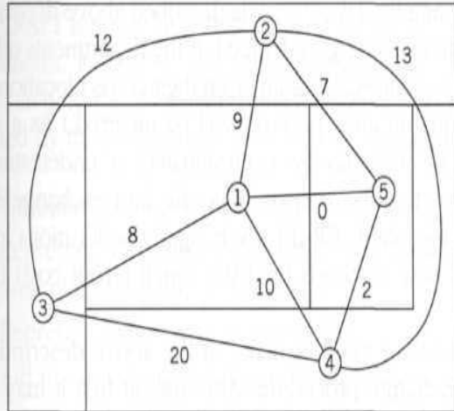


Figure 6.13 Steps in graph-based procedure.



Arc	Weight
1-2	9
1-3	8
1-4	10
1-5	0
2-3	12
2-4	13
2-5	7
3-4	20
4-5	2
	<u>81 (total)</u>

Figure 6.14 Block layout from the final adjacency graph.