

Rotas e tempos mínimos

Suponha que você é o gerente de logística da Empresa PACOLUTOS ELETRÔNICOS S/C que atende a uma determinada região geográfica real dos estados do Paraná e Santa Catarina.

Você precisa regularmente enviar pacolutos para seus clientes localizados nessas cidades. Cada pacoluto pesa um certo número de quilogramas, já que os há de diversos tipos e tamanhos.

Essa área é servida pela JÁFUI transportes especiais, uma empresa de transporte de carga, com a qual a PACOLUTOS ELETRÔNICOS firmou um contrato de exclusividade. As linhas regulares da JÁFUI e seus detalhes estão descritas na tabela a seguir e podem ser colocadas diretamente sobre o mapa anexo. Note que preços que aparecem como 0 (zero) não indicam gratuidade e sim que não está disponível a viagem neste trecho. Os números diferentes de zero indicam o preço por quilograma de material transportado naquele trecho.



A cada trecho, há um custo por quilograma obtido diretamente da tabela de preços. Note que todas as ligações são unidirecionais, já que a JÁFUI atende também a outras empresas e as viagens do contrafluxo já estão todas contratadas (e lotadas). Logo, as viagens do contrafluxo não estão disponíveis para você. As variações de preço se justificam pela tonelagem disponível em cada trecho além de outras regras de negócio da JÁFUI e que não estão sujeitas à discussão. Entretanto, para efeitos deste exercício considere que as disponibilidades de tonelagem nos trechos precificadas são praticamente infinitas e não restringem em nada a análise.

Suponha ainda a necessidade de transportar diversas cargas entre 2 cidades no mapa. Você deve descobrir o caminho cujo frete é **mais barato**. Tal escolha deve ser feita ainda que existam caminhos mais curtos (passando por menos cidades) mas que custem mais. O único critério de escolha é o de menor custo por quilograma transportado.

Para efeito de cálculo do tempo gasto pelo transporte, imagine que cada estada em uma cidade demora 1 dia, incluindo-se aí um dia para o despacho na origem e um dia para o recebimento no destino. Assim, se uma carga é transportada em uma única viagem sem cidades intermediárias, ela demora 2 dias. Se a viagem constar de 2 trechos, com uma cidade intermediária, ela demora 3 dias. Se passa em 7 cidades intermediárias, demora 9 dias.

Você não precisa informar por quais cidades a carga passa, apenas o tempo gasto na viagem. Por óbvio, para descobrir o tempo, precisa saber a quantidade de cidades pelas quais o pacote passa.

Exemplo Seja a seguinte situação: Você precisa transportar pacolutos de 7 Kg (o modelo extra-luxo), nas seguintes quantidades:

de Paranaguá para Pato Branco, 11 pacolutos; de Londrina para Irati, 13 pacolutos; de Curitiba para Telemaco Borba, 20 pacolutos. Sujeito à seguinte tabela de preços:

	BL	CM	CA	CT	DV	IR	JO	LO	MA	PA	PB	PG	PU	TB	XX
1-blumenau	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	24	
2-campo mourão	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	
3-cascavel	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	
4-curitiba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	
5-dois vizinhos	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	
6-irati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	
7-joinville	22	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8-londrina	0	27	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9-maringá	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	
10-paranaguá	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	
11-pato branco	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12-ponta grossa	0	0	0	22	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	
13-porto união	29	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	
14-telemaco borba	0	35	0	0	0	0	39	0	23	0	29	0	0	0	
15-xanxerê	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0	

As perguntas são: Qual o preço de cada remessa ? Quantos dias demorará ?
A resposta: Aplicando o algoritmo de Warshall modificado para obter custos e rotas, obtiveram-se a matriz de custo

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 -	0	202	245	99	300	121	66	206	234	18	262	196	71	167	24
2 -	269	0	98	368	153	290	335	59	32	287	115	365	240	336	193
3 -	171	273	0	270	55	192	237	277	305	189	17	267	142	238	95
4 -	69	171	214	0	269	90	135	175	203	87	231	165	40	136	93
5 -	116	218	40	215	0	137	182	222	250	134	57	212	87	183	40
6 -	139	81	124	97	179	0	117	85	113	69	141	75	137	46	163
7 -	22	204	247	33	302	123	0	208	236	40	264	198	73	169	46
8 -	210	27	39	309	94	231	276	0	59	228	56	306	181	277	134
9 -	237	54	66	336	121	258	303	27	0	255	83	333	208	304	161
10 -	70	252	295	81	350	171	48	256	284	0	312	246	121	217	94
11 -	154	256	78	253	38	175	220	260	288	172	0	250	125	221	78
12 -	91	116	159	22	214	35	152	120	148	104	176	0	62	81	115
13 -	29	131	174	128	229	50	95	135	163	47	191	125	0	96	53
14 -	93	35	78	51	133	64	71	39	67	23	95	29	91	0	117
15 -	76	178	221	175	276	97	142	182	210	94	238	172	47	143	0

e a matriz de rotas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 -	1	15	15	10	15	15	10	15	15	10	15	15	15	15	15
2 -	9	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
3 -	11	11	3	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
4 -	13	13	13	4	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
5 -	15	15	3	15	5	15	15	15	15	15	3	15	15	15	15
6 -	14	14	14	14	14	6	14	14	14	14	14	14	14	14	14
7 -	1	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	1
8 -	3	2	3	3	3	3	3	8	2	3	3	3	3	3	3
9 -	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
10 -	7	7	7	7	7	7	7	7	10	7	7	7	7	7	7
11 -	5	5	5	5	5	5	5	5	5	11	5	5	5	5	5
12 -	4	6	6	4	6	6	6	6	6	6	12	4	6	4	4
13 -	1	6	6	1	6	6	1	6	6	1	6	6	13	6	1
14 -	10	2	8	12	8	12	10	8	2	10	8	12	12	4	10
15 -	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	15

- Olhando e estudando tais matrizes, chega-se às respostas que são:
- De Paranaguá a Pato Branco, 11 pacolutos de 7 Kg custarão $11 \times 7 \times 312 = \text{R\$ } 24024$, e demorarão 9 dias. A explicação para os 9 dias: $10 \rightarrow 7 \rightarrow 4 \rightarrow 13 \rightarrow 6 \rightarrow 14 \rightarrow 8 \rightarrow 3 \rightarrow 11$ (ou 9 cidades).
 - De Londrina a Irati = $13 \times 7 \times 231 = \text{R\$ } 21021$ e demorarão 7 dias. Aqui: $8 \rightarrow 3 \rightarrow 11 \rightarrow 5 \rightarrow 15 \rightarrow 13 \rightarrow 6$, com 7 cidades.
 - De Curitiba a Telemaco Borba = $20 \times 7 \times 136 = \text{R\$ } 19040$ e demorarão 4 dias. Aqui: $4 \rightarrow 13 \rightarrow 6 \rightarrow 14$, com 4 cidades.

Para você fazer

O pacoluto que você deverá transportar neste exercício é o modelo de 6 quilogramas, de acordo com a tabela de cidades

Viagem	Origem	Destino	Quantidade
1	9-maringa	8-londrina	17
2	9-maringa	1-blumenau	25
3	13-porto uniao	3-cascavel	20

Considere a seguinte tabela de preços:

	BL	CM	CA	CT	DV	IR	JO	LO	MA	PA	PB	PG	PU	TB	XX
1-blumenau	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0
2-campo mourao	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0
3-cascavel	0	0	0	0	43	0	0	0	0	0	21	35	0	0	0
4-curitiba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0
5-dois vizinhos	0	22	27	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	0
6-irati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
7-joinville	14	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8-londrina	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0
9-maringa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0
10-paranagua	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0
11-pato branco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
12-ponta grossa	0	0	0	41	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-porto uniao	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	22
14-telemaco borba	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	17	0	0	0	0
15-xanxere	0	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0

Ache o custo das menores rotas e envie os pacolutos por ela. Descubra também por quantas cidades esse trajeto passa e informe a demora esperada para o transporte.

	custo total da remessa	dias de demora
1	R\$	dias
2	R\$	dias
3	R\$	dias

