



PESQUISA OPERACIONAL II

O CAIXEIRO VIAJANTE: INSERÇÃO DE MAIOR AFASTAMENTO

Prof. Dr. Daniel Caetano

2019 - 1

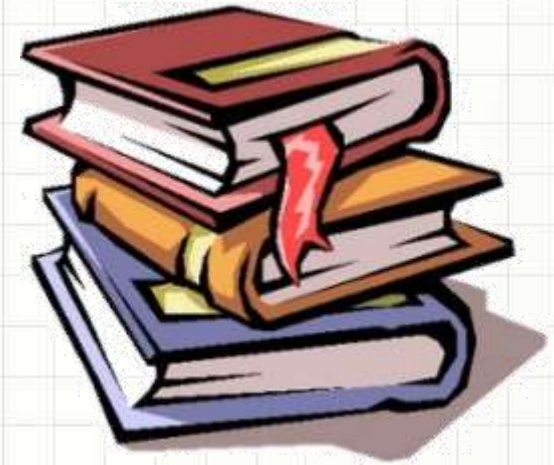
Objetivos

- Capacitar para aplicação do método da inserção de maior afastamento

- **Atividade Aula 13 – SAVA!**



Material de Estudo



Material

Acesso ao Material

Apresentação

<http://www.caetano.eng.br/>
(Pesquisa Operacional II – Aula 13)

Minha Biblioteca

Pesquisa Operacional – Fundamentos e Modelos
(Loesch;Heiin) – Seção 7.2

Recursos na Web

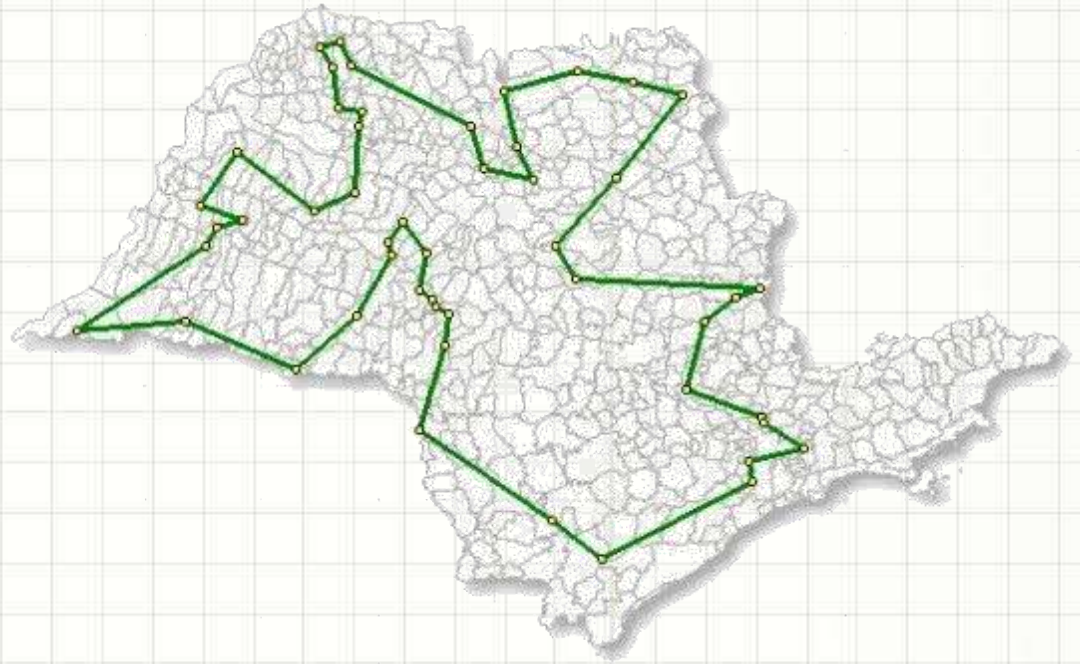
Grafos – Caixeiro Viajante:
<https://tinyurl.com/y5ygp3gf>



O PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE

Problema do Caixeiro Viajante

- Visitar todas as cidades, sem repetir, com a menor distância





PROBLEMA DO CAIXEIRO VIAJANTE:

MÉTODO DA INSERÇÃO DE MAIOR AFASTAMENTO

Inserção de Maior Afastamento

- Encontrar o par de cidades: ciclo de **maior** custo
- Passos
 1. Verificar a distância de todos os nós do caminho para todos os nós que ainda não estão no caminho
 2. Para cada nó fora do caminho, anotar a menor distância
 3. Escolher para entrar na solução o nó que tem a “maior ‘menor distância’”
 4. Procurar o ponto de inserção: aquele que causa o menor incremento de custo
 5. Se ainda houver nós não visitados, volte para 1

Escolha de nó inicial guiada!

Não leva sempre ao ótimo!

Inserção de Maior Afastamento

- Basta Tabela de Distâncias (ou a calcular)

O/D	1	2	3	4
1	-	45	38	31
2	45	-	42	29
3	38	42	-	36
4	31	29	36	-

Inserção de Maior Afastamento

- Qual par inicial?

O/D	1	2	3	4
1	-	45	38	31
2	45	-	42	29
3	38	42	-	36
4	31	29	36	-

- Escolha de circuito inicial

1	1,2,1: 90	1,3,1: 76	1,4,1: 62
2	-	2,3,2: 84	2,4,2: 58
3	-	-	3,4,3: 72

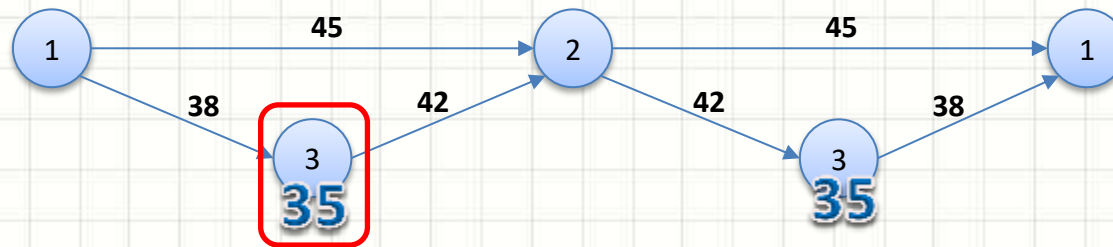
Inserção de Maior Afastamento

- Procurar qual nó entrar

NS/FS	3	4
1	38	31
2	42	29
	38	29

O/D	1	2	3	4
1	-	45	38	31
2	45	-	42	29
3	38	42	-	36
4	31	29	36	-

- Onde entrar?



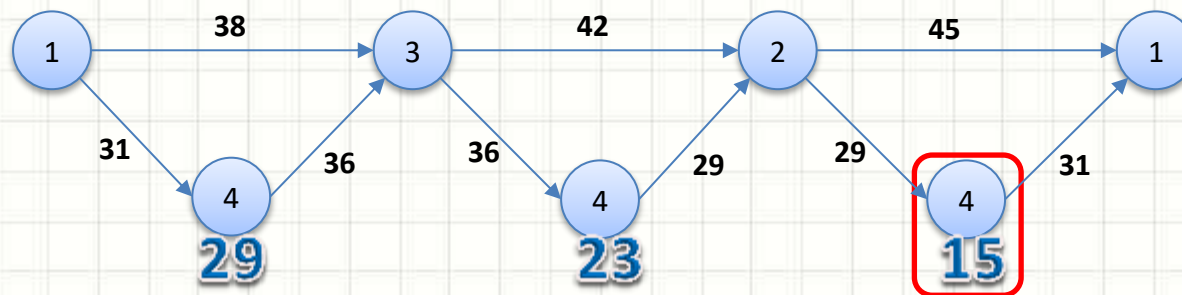
Inserção de Maior Afastamento

- Procurar qual nó entrar

NS/FS	4
1	31
2	29
3	36
4	29

O/D	1	2	3	4
1	-	45	38	31
2	45	-	42	29
3	38	42	-	36
4	31	29	36	-

- Onde entrar?



Inserção de Maior Afastamento

- Procurar qual nó entrar

NS/FS	4
1	31
2	29
3	36
	29

O/D	1	2	3	4
1	-	45	38	31
2	45	-	42	29
3	38	42	-	36
4	31	29	36	-

- Onde entrar?



Total: $38+42+29+31 = 140$

Exercício

- Resolva pela inserção de maior afastamento

O/D	1	2	3	4	5
1	-	20	40	31	37
2	20	-	18	24	39
3	40	18	-	38	13
4	31	24	38	-	11
5	37	39	13	11	-

Exercício

- Resolva pela inserção de maior afastamento

O/D	1	2	3	4	5
1	-	20	40	31	37
2	20	-	18	24	39
3	40	18	-	38	13
4	31	24	38	-	11
5	37	39	13	11	-

1	1,2,1: 40	1,3,1: 80	1,4,1: 62	1,5,1: 74
2	-	2,3,2: 36	2,4,2: 48	2,5,2: 78
3	-	-	3,4,3: 76	3,5,3: 26
4	-	-	-	4,5,4: 22

Exercício

- Resolva pela inserção de maior afastamento

O/D	1	2	3	4	5
1	-	20	40	31	37
2	20	-	18	24	39
3	40	18	-	38	13
4	31	24	38	-	11
5	37	39	13	11	-



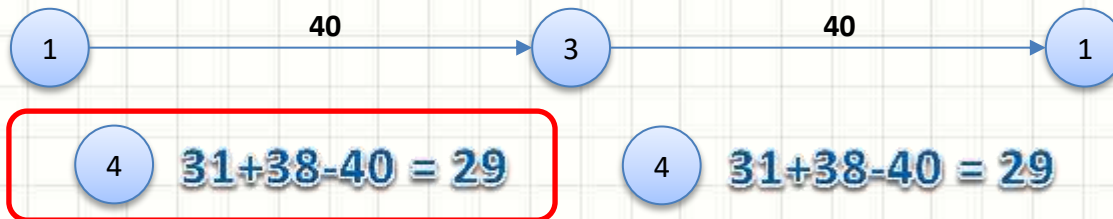
NS/FS	2	4	5
1	20	31	37
3	18	38	13
	18	31	13

Exercício

- Resolva pela inserção de maior afastamento

O/D	1	2	3	4	5
1	-	20	40	31	37
2	20	-	18	24	39
3	40	18	-	38	13
4	31	24	38	-	11
5	37	39	13	11	-

NS/FS	2	4	5
1	20	31	37
3	18	38	13
	18	31	13



Exercício

- Resolva pela inserção de maior afastamento

O/D	1	2	3	4	5
1	-	20	40	31	37
2	20	-	18	24	39
3	40	18	-	38	13
4	31	24	38	-	11
5	37	39	13	11	-

NS/FS	2	5
1	20	37
3	18	13
4	24	11
	18	11



2 $20+24-31 = 13$

2 $24+18-38 = 4$

2 $18+20-40 = -2$



Exercício

- Resolva pela inserção de maior afastamento

O/D	1	2	3	4	5
1	-	20	40	31	37
2	20	-	18	24	39
3	40	18	-	38	13
4	31	24	38	-	11
5	37	39	13	11	-



Calculations for potential insertion of node 5:

- Node 5: $37+11-31 = 17$
- Node 5: $11+13-38 = -14$ (highlighted in red)
- Node 5: $13+39-18 = 34$
- Node 5: $39+37-20 = 56$



Total: $31+11+13+18+20 = 93$



EXEMPLO MAIS COMPLETO

Exemplo Mais Completo

- Resolva pela inserção de maior afastamento

O/D	1	2	3	4	5
1	-	24	29	21	19
2	27	-	12	40	11
3	15	26	-	17	36
4	39	35	32	-	11
5	23	9	33	8	-

Exemplo Mais Completo

- Resolva pela inserção de maior afastamento

O/D	1	2	3	4	5
1	-	24	29	21	19
2	27	-	12	40	11
3	15	26	-	17	36
4	39	35	32	-	11
5	23	9	33	8	-

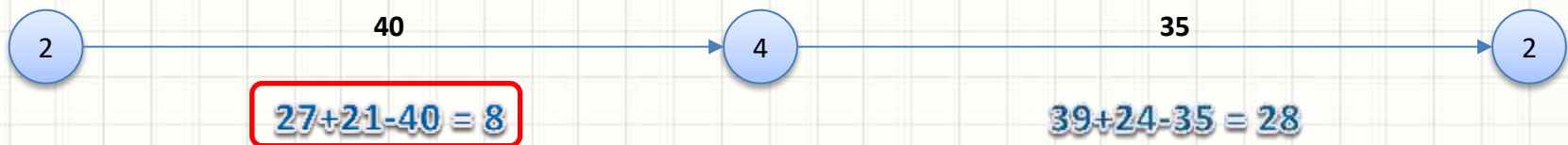
1	1,2,1: 51	1,3,1: 44	1,4,1: 60	1,5,1: 42
2		2,3,2: 38	2,4,2: 75	2,5,2: 20
3			3,4,3: 49	3,5,3: 69
4				4,5,4: 19

Exemplo Mais Completo

- Resolva pela inserção de maior afastamento

O/D	1	2	3	4	5
1	-	24	29	21	19
2	27	-	12	40	11
3	15	26	-	17	36
4	39	35	32	-	11
5	23	9	33	8	-

NS/FS	1	3	5
2	27	12	11
4	39	32	11
	27	12	11

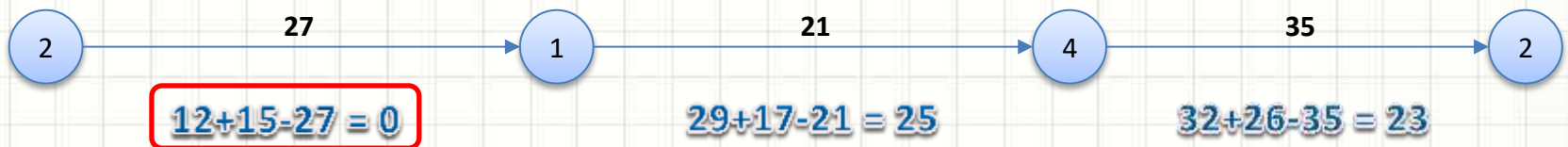


Exemplo Mais Completo

- Resolva pela inserção de maior afastamento

O/D	1	2	3	4	5
1	-	24	29	21	19
2	27	-	12	40	11
3	15	26	-	17	36
4	39	35	32	-	11
5	23	9	33	8	-

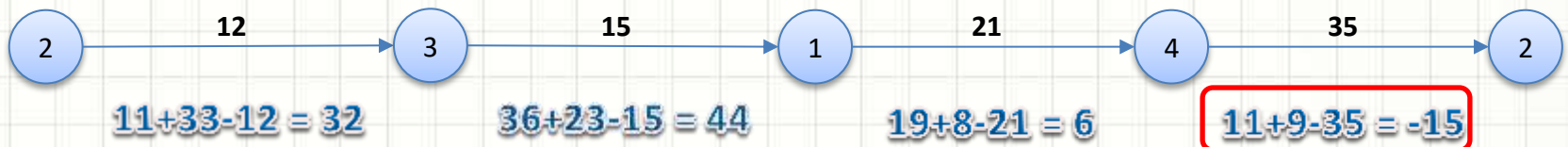
NS/FS	3	5
1	29	19
2	12	11
4	32	11
	12	11



Exemplo Mais Completo

- Resolva pela inserção de maior afastamento

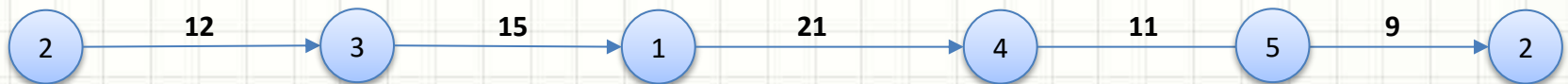
O/D	1	2	3	4	5
1	-	24	29	21	19
2	27	-	12	40	11
3	15	26	-	17	36
4	39	35	32	-	11
5	23	9	33	8	-



Exemplo Mais Completo

- Resolva pela inserção de maior afastamento

O/D	1	2	3	4	5
1	-	24	29	21	19
2	27	-	12	40	11
3	15	26	-	17	36
4	39	35	32	-	11
5	23	9	33	8	-



$$\text{Total: } 12+15+21+11+9 = 68$$

Qual a solução do vizinho mais próximo, começando em 1?



CONCLUSÕES

Resumo

- Caixeiro Viajante
 - Problema simples, solução complexa
 - Simplex, Vizinho Mais Próximo, Menor Encargo
 - Outro método: inserção de maior afastamento
 - Nem sempre solução ótima!
 - **TAREFA:** Exercícios Aula 13
-
- Revisão Geral
 - Exercícios



PERGUNTAS?



EXERCÍCIO

Exercício (para casa)

- Resolva pela inserção de maior afastamento

O/D	1	2	3	4	5	6
1	-	9	35	26	18	16
2	26	-	11	15	18	38
3	9	21	-	21	15	11
4	32	33	40	-	36	30
5	37	11	29	26	-	25
6	14	28	13	14	9	-