

Problema de distribuição de carga em um avião - otimização com AG

Rebecca Pereira Martinho

Roteiro de resolução

Compartimentos: dianteiro, central e traseiro

Cargas: 1, 2, 3 e 4;

Natureza do problema de otimização: Problema de maximização do lucro final.

Variáveis do problema: 12 variáveis, 12 genes, limite inferior 0

Carga1_D, Carga1_C, Carga1_T, Carga2_D, Carga2_C, Carga2_T, Carga3_D, Carga3_C, Carga3_T, Carga4_D, Carga4_C, Carga4_T

Limites superiores e representação binária:

Carga dianteira: $10t = 2^{14} = 16384$

Carga central: $16t = 2^{14} = 16384$

Carga traseira: $8t = 2^{13} = 8192$

comprimento total de cromossomos = $41 = 2^{41}$

Conjunto de variáveis;

carga1_D, carga1_C, carga1_T, carga2_D, carga2_C, carga2_T, carga3_D, carga3_C, carga3_T, carga4_D, carga4_C, carga4_T

Restrições do problema:

1 - **Peso** no Compartimento **dianteiro** máximo de 10 toneladas: $\text{carga1_D} + \text{carga2_D} + \text{carga3_D} + \text{carga4_D} \leq 10000\text{kg}$

2 - **Peso** no compartimento **central** máximo de 16 toneladas: $\text{carga1_C} + \text{carga2_C} + \text{carga3_C} + \text{carga4_C} \leq 16000\text{kg}$

3 - **Peso** no compartimento **traseiro** máximo de 8 toneladas: $\text{carga1_T} + \text{carga2_T} + \text{carga3_T} + \text{carga4_T} \leq 8000\text{kg}$

4 - **Espaço** máximo de 6800 m^3 disponível no compartimento **dianteiro**: $\text{carga1_D} + \text{carga2_D} + \text{carga3_D} + \text{carga4_D} \leq 6800\text{m}^3$

5 - **Espaço** máximo de 8700m^3 disponível no compartimento **central**: $\text{carga1_C} + \text{carga2_C} + \text{carga3_C} + \text{carga4_C} \leq 8700\text{m}^3$

6 - **Espaço** máximo de 5300m³ disponível no compartimento **traseiro**: $\text{carga1_T} + \text{carga2_T} + \text{carga3_T} + \text{carga4_T} \leq 5300\text{m}^3$

7 - **Proporção** da carga **dianteira**: $(\text{carga1_D} + \text{carga2_D} + \text{carga3_D} + \text{carga4_D}) / (\text{carga1_total} + \text{carga2_total} + \text{carga3_total} + \text{carga4_total}) = 0,2941$

8 - **Proporção** da carga **central** : $(\text{carga1_C} + \text{carga2_C} + \text{carga3_C} + \text{carga4_C}) / (\text{carga1_total} + \text{carga2_total} + \text{carga3_total} + \text{carga4_total}) = 0,4706$

9 - **Proporção** da carga **traseira**: $(\text{carga1_T} + \text{carga2_T} + \text{carga3_T} + \text{carga4_T}) / (\text{carga1_total} + \text{carga2_total} + \text{carga3_total} + \text{carga4_total}) = 0,2353$

10 - Peso máximo de 18t disponível da **carga 1**: $(\text{carga1_D} + \text{carga1_C} + \text{carga1_T}) \leq 18000$

11 - Peso máximo de 15t disponível da **carga 2**: $(\text{carga2_D} + \text{carga2_C} + \text{carga2_T}) \leq 15000$

12 - Peso máximo de 23t disponível da **carga 3**: $(\text{carga3_D} + \text{carga3_C} + \text{carga3_T}) \leq 23000$

13 - Peso máximo de 12t disponível da **carga 4**: $(\text{carga4_D} + \text{carga4_C} + \text{carga4_T}) \leq 12000$

Satisfação das restrições (normalizado)

h1 $(\text{carga1_D}, \text{carga2_D}, \text{carga3_D}, \text{carga4_D}) = \max\{0, (\text{carga1_D} + \text{carga2_D} + \text{carga3_D} + \text{carga4_D} - 10000) / (10000)\}$

h2 $(\text{carga1_C}, \text{carga2_C}, \text{carga3_C}, \text{carga4_C}) = \max\{0, (\text{carga1_C} + \text{carga2_C} + \text{carga3_C} + \text{carga4_C} - 16000) / 16000\}$

h3 $(\text{carga1_T}, \text{carga2_T}, \text{carga3_T}, \text{carga4_T}) = \max\{0, (\text{carga1_T} + \text{carga2_T} + \text{carga3_T} + \text{carga4_T} - 16000) / 16000\}$

h4 $(\text{carga1_D}, \text{carga2_D}, \text{carga3_D}, \text{carga4_D}) = \max\{0, (\text{carga1_D} + \text{carga2_D} + \text{carga3_D} + \text{carga4_D} - 6800) / 6800\}$

h5 $(\text{carga1_C}, \text{carga2_C}, \text{carga3_C}, \text{carga4_C}) = \max\{0, (\text{carga1_C} + \text{carga2_C} + \text{carga3_C} + \text{carga4_C} - 8700) / 8700\}$

h6 $(\text{carga1_T}, \text{carga2_T}, \text{carga3_T}, \text{carga4_T}) = \max\{0, (\text{carga1_T} + \text{carga2_T} + \text{carga3_T} + \text{carga4_T} - 5300) / 5300\}$

h7 $(\text{carga1_D}, \text{carga2_D}, \text{carga3_D}, \text{carga4_D}) = \max\{0, (\text{carga1_D} + \text{carga2_D} + \text{carga3_D} + \text{carga4_D} / 34000) - (10000 / 34000)\} / (10000 / 34000)\}$

h8 (carga1_C, carga2_C, carga3_C, carga4_C) = $\max\{0, (carga1_C + carga2_C + carga3_C + carga4_C / 34000) - (16000 / 34000)\} / (16000 / 34000)\}$

h9 (carga1_T, carga2_T, carga3_T, carga4_T) = $\max\{0, (carga1_T + carga2_T + carga3_T + carga4_T / 34000) - (8000 / 34000)\} / (8000 / 34000)\}$

h10 (carga1_D, carga1_C, carga1_T) = $\max\{0, (carga1_D + carga1_C + carga1_T) - 18000\} / 18000\}$

h11 (carga2_D, carga2_C, carga2_T) = $\max\{0, (carga2_D + carga2_C + carga2_T) - 15000\}$

h12 (carga3_D, carga3_C, carga3_T) = $\max\{0, (carga3_D + carga3_C + carga3_T) - 23000\} / 23000\}$

h13 (carga4_D, carga4_C, carga4_T) = $\max\{0, (carga4_D + carga4_C + carga4_T) - 12000\} / 12000\}$

Funções objetivos e de fitness

Estimativa grosseira do valor superior:

lucro = $18 * 310 + 15 * 380 + 23 * 350 + 12 * 285 = 22750$

função de fitness = $fitness = lucro(c1,c2,c3,c4) / 22750$

Maior lucro

```
Carga 1 - dianteira: 890.0
Carga 1 - central: 3945.0
Carga 1 - traseira: 3262.0
Carga 1 - Total: 8097.0

Carga 2 - dianteira: 6661.0
Carga 2 - central: 5865
Carga 2 - traseira: 1761.0
Carga 2 - Total: 14287.0

Carga 3 - dianteira: 1795.0
Carga 3 - central: 1414.0
Carga 3 - traseira: 1971.0
Carga 3 - Total: 5180.0

Carga 4 - dianteira: 167.0
Carga 4 - central: 4045.0
Carga 4 - traseira: 615.0
Carga 4 - Total: 4827.0

Total do peso do carregamento : 32391.0

Carga dianteira total: 9513.0
Carga central total: 15269.0
Carga traseira total: 7609.0

--- Lucro por carga ---

Lucro carga 1: 2510.0699999999997
Lucro carga 2: 5429.0599999999995
Lucro carga 3: 1813.0
Lucro carga 4: 1375.6949999999997
Lucro Total : 11127.824999999999

--- Volume por compartimento ---
Total de volume dianteiro : 5863.080000000001
Total de volume central : 8103.52
Total de volume traseiro : 4093.4399999999996

--- Proporção ---
Proporção de Carga Dianteira: 0.2937
Proporção de Carga Central: 0.4714
Proporção de Carga Traseira: 0.2349
```

```
pop_size=10000,
max_generations=5000,
num_inputs=12,
crossover_rate=1.0,
num_crossover_points=1,
mutation_rate=0.15,
num_elites=1,
num_selected=12,
tournament_size=12,
```

	Compartimento dianteiro	Compartiment o central	Compartiment o traseiro	Total Peso	Contribuição do Lucro
Qtde carga 1	890,000	3945,000	3262,000	8,097	R\$ 2.510,07
Qtde carga 2	6661,000	5865,000	1761,000	14,287	R\$ 5.429,06
Qtde carga 3	1795,000	1414,000	1971,000	5,180	R\$ 1.813,00
Qtde carga 4	167,000	4045,000	615,000	4,827	R\$ 1.375,70
Total ton	9,513	15,269	7,609		
Total m3	5863,080	8103,520	4093,440		
Proporção	0,2937	0,4714	0,2349		
				Lucro	R\$ 11.127,83

2º maior lucro

```

Carga 1 - dianteira: 520.0
Carga 1 - central: 95.0
Carga 1 - traseira: 1704.0
Carga 1 - Total: 2319.0

Carga 2 - dianteira: 8029.0
Carga 2 - central: 3906
Carga 2 - traseira: 1523.0
Carga 2 - Total: 13458.0

Carga 3 - dianteira: 91.0
Carga 3 - central: 4924
Carga 3 - traseira: 98.0
Carga 3 - Total: 5113.0

Carga 4 - dianteira: 448.0
Carga 4 - central: 5678.0
Carga 4 - traseira: 3907.0
Carga 4 - Total: 10033.0

Total do peso do carregamento : 30923.0

Carga dianteira total: 9088.0
Carga central total: 14603.0
Carga traseira total: 7232.0

--- Lucro por carga ---

Lucro carga 1: 718.89
Lucro carga 2: 5114.04
Lucro carga 3: 1789.5499999999997
Lucro carga 4: 2859.4049999999997
Lucro Total : 10481.884999999998

--- Volume por compartimento ---
Total de volume dianteiro : 5695.9500000000001
Total de volume central : 7654.84
Total de volume traseiro : 3388.4399999999996

--- Proporção ---
Proporção de Carga Dianteira: 0.2939
Proporção de Carga Central: 0.4722
Proporção de Carga Traseira: 0.2339

```

pop_size=10000,

```

maximize=True,
bounder=ec.Bounder(0, 16000),
max_generations=1000,
num_inputs=12,
crossover_rate=1.0,
num_crossover_points=1,
mutation_rate=0.25,
num_elites=1,
num_selected=12,
tournament_size=12,

```

	Compartimento dianteiro	Compartiment o central	Compartiment o traseiro	Total Peso	Contribuição do Lucro
Qtde carga 1	520,000	95,000	1704,000	2,319	R\$ 718,89
Qtde carga 2	8029,000	3906,000	1523,000	13,458	R\$ 5.114,04
Qtde carga 3	91,000	4924,000	98,000	5,113	R\$ 1.789,55
Qtde carga 4	448,000	5678,000	3907,000	10,033	R\$ 2.859,41
Total ton	9,088	14,603	7,232		
Total m3	5695,950	7654,840	3388,440		
Proporção	0,2939	0,4722	0,2339		
				Lucro	R\$ 10.481,89