

Problema de distribuição de carga em um avião - AG

Brenda Moura

Roteiro de resolução

Natureza do problema: maximização do lucro final

Compartimentos: dianteiro, central e traseiro

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

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 m³ 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 8700m³ 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)

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

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

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

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

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

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

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

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

máximo de cada carga multiplicado pelo lucro de cada carga.

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

Experimento 1

Maior lucro

```
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,
```

```
[ 776.007760737373, 2726, 1321.072221073003, 0  
▶ --- Peso por compartimento ---  
  
Carga 1 - dianteira: 776.0  
Carga 1 - central: 2726  
Carga 1 - traseira: 1321.0  
Carga 1 - Total: 4823.0  
  
Carga 2 - dianteira: 644.0  
Carga 2 - central: 8661.0  
Carga 2 - traseira: 2548.0  
Carga 2 - Total: 11853.0  
  
Carga 3 - dianteira: 1583.0  
Carga 3 - central: 1361.0  
Carga 3 - traseira: 2914  
Carga 3 - Total: 5858.0  
  
Carga 4 - dianteira: 6295.0  
Carga 4 - central: 2189.0  
Carga 4 - traseira: 673.0  
Carga 4 - Total: 9157.0  
  
Total do peso do carregamento : 31691.0  
  
Carga dianteira total: 9298.0  
Carga central total: 14937.0  
Carga traseira total: 7456.0  
  
--- Lucro por carga ---  
  
Lucro carga 1: 1495.1299999999999  
Lucro carga 2: 4504.1399999999999  
Lucro carga 3: 2050.2999999999997  
Lucro carga 4: 2609.7449999999994  
Lucro Total : 10659.314999999999  
  
--- Volume por compartimento ---  
Total de volume dianteiro : 4164.27  
Total de volume central : 8581.220000000001  
Total de volume traseiro : 4242.87  
  
--- Proporção ---  
Proporção de Carga Dianteira: 0.2934  
Proporção de Carga Central: 0.4713  
Proporção de Carga Traseira: 0.2353
```

| | Compartiment o dianteiro | Compartiment o central | Compartiment o traseiro | Total Peso | Contribuição do Lucro |
|--------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------|
| Qtde carga 1 | 776,000 | 2726,000 | 1321,000 | 4,823 | R\$ 1.495,13 |
| Qtde carga 2 | 644,000 | 8661,000 | 2548,000 | 11,853 | R\$ 4.504,14 |
| Qtde carga 3 | 1583,000 | 1361,000 | 2914,000 | 5,858 | R\$ 2.050,30 |
| Qtde carga 4 | 6295,000 | 2189,000 | 673,000 | 9,157 | R\$ 2.609,75 |
| Total ton | 9,298 | 14,937 | 7,456 | | |
| Total m3 | 4164,270 | 8581,220 | 4242,870 | | |
| Proporção | 0,2934 | 0,4713 | 0,2353 | | |
| | | | | | |
| | | | | Lucro | R\$ 10.659,32 |

Experimento 2

Maior lucro

```

pop_size=10000,
maximize=True,
bounder=ec.Bounder(0, 16000),
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,

```

--- Peso por compartimento ---
 Carga 1 - dianteira: 197
 Carga 1 - central: 6177.0
 Carga 1 - traseira: 1413.0
 Carga 1 - Total: 7787.0
 Carga 2 - dianteira: 3786.0
 Carga 2 - central: 3546.0
 Carga 2 - traseira: 3752.0
 Carga 2 - Total: 11084.0
 Carga 3 - dianteira: 2633.0
 Carga 3 - central: 2246.0
 Carga 3 - traseira: 1831.0
 Carga 3 - Total: 6710.0
 Carga 4 - dianteira: 3178.0
 Carga 4 - central: 3771.0
 Carga 4 - traseira: 826.0
 Carga 4 - Total: 7775.0
 Total do peso do carregamento : 33356.0
 Carga dianteira total: 9794.0
 Carga central total: 15740.0
 Carga traseira total: 7822.0
 --- Lucro por carga ---
 Lucro carga 1: 2413.97
 Lucro carga 2: 4211.92
 Lucro carga 3: 2348.5
 Lucro carga 4: 2215.8749999999995
 Lucro Total : 11190.265
 --- Volume por compartimento ---
 Total de volume dianteiro : 5322.02
 Total de volume central : 8043.230000000001
 Total de volume traseiro : 4501.160000000001
 --- Proporção ---
 Proporção de Carga Dianteira: 0.2936
 Proporção de Carga Central: 0.4719
 Proporção de Carga Traseira: 0.2345

| | Compartiment o dianteiro | Compartiment o central | Compartiment o traseiro | Total Peso | Contribuição do Lucro |
|--------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|------------|--------------------------|
| Qtde carga 1 | 197,000 | 6177,000 | 1413,000 | 7,787 | R\$ 2.413,97 |
| Qtde carga 2 | 3786,000 | 3546,000 | 3752,000 | 11,084 | R\$ 4.211,92 |
| Qtde carga 3 | 2633,000 | 2246,000 | 1831,000 | 6,710 | R\$ 2.348,50 |
| Qtde carga 4 | 3178,000 | 3771,000 | 826,000 | 7,775 | R\$ 2.215,88 |
| Total ton | 9,794 | 15,740 | 7,822 | | |
| Total m3 | 5322,020 | 8043,230 | 4501,160 | | |
| Proporção | 0,2936 | 0,4719 | 0,2345 | | |
| | | | | Lucro | R\$ 11.190,27 |