

ROTEIRO

Luan Bruno de Melo Conceição

Natureza do Problema: Maximização do lucro.

Variáveis do Problema

Serão as variáveis que representem valor em quilos de cada carga em cada compartimento:

corpo das variáveis: carga (c), número da carga (1, 2, 3 ou 4), espaço () e compartimento do avião onde está a carga (d (dianteiro), c (central) ou t (traseiro)).

variáveis: c1_d, c2_d, c3_d, c4_d, c1_c, c2_c, c3_c, c4_c, c1_t, c2_t, c3_t, c4_t

Número de genes: 12

Proporções de cada compartimento

Restrições do Problema

- 1) Peso máximo da carga 1: $c1 \leq 18000 \text{ kg} \Rightarrow (c1_d + c1_c + c1_t) \leq 18000 \text{ kg}$
- 2) Peso máximo da carga 2: $c2 \leq 15000 \text{ kg} \Rightarrow (c2_d + c2_c + c2_t) \leq 15000 \text{ kg}$
- 3) Peso máximo da carga 3: $c3 \leq 23000 \text{ kg} \Rightarrow (c3_d + c3_c + c3_t) \leq 23000 \text{ kg}$
- 4) Peso máximo da carga 4: $c4 \leq 12000 \text{ kg} \Rightarrow (c4_d + c4_c + c4_t) \leq 12000 \text{ kg}$
- 5) Peso máximo do compartimento dianteiro: $D \leq 10000 \text{ kg} \Rightarrow (c1_d + c2_d + c3_d + c4_d) \leq 10000 \text{ kg}$
- 6) Peso máximo do compartimento central: $C \leq 16000 \text{ kg} \Rightarrow (c1_c + c2_c + c3_c + c4_c) \leq 16000 \text{ kg}$
- 7) Peso máximo do compartimento traseiro: $T \leq 8000 \text{ kg} \Rightarrow (c1_t + c2_t + c3_t + c4_t) \leq 8000 \text{ kg}$
- 8) Volume máximo do compartimento dianteiro: $D \leq 6800 \text{ m}^3 \Rightarrow (c1_d * 0.48 + c2_d * 0.65 + c3_d * 0.58 + c4_d * 0.39) \leq 6800 \text{ m}^3$
- 9) Volume máximo do compartimento central: $C \leq 8700 \text{ m}^3 \Rightarrow (c1_c * 0.48 + c2_c * 0.65 + c3_c * 0.58 + c4_c * 0.39) \leq 8700 \text{ m}^3$
- 10) Volume máximo do compartimento traseiro: $T \leq 5300 \text{ m}^3 \Rightarrow (c1_t * 0.48 + c2_t * 0.65 + c3_t * 0.58 + c4_t * 0.39) \leq 5300 \text{ m}^3$
- 11) Proporção da carga dianteira: $D = 29,41\% \Rightarrow (c1_d + c2_d + c3_d + c4_d) / \text{peso total das cargas} = 0.2941$
- 12) Proporção da carga central: $C = 47,06\% \Rightarrow$

$$(c1_c + c2_c + c3_c + c4_c) / \text{peso total das cargas} = 0.4706$$

13) Proporção da carga traseira: T = 23,53% >>

$$(c1_t + c2_t + c3_t + c4_t) / \text{peso total das cargas} = 0.2353$$

Função Objetivo / Fitness

$$\begin{aligned} \text{Lucro}(c1_d, c2_d, c3_d, c4_d, c1_c, c2_c, c3_c, c4_c, c1_t, c2_t, c3_t, c4_t) = \\ (0,31 * (c1_d + c1_c + c1_t)) + (0,38 * (c2_d + c2_c + c2_t)) + (0,35 * (c3_d + c3_c + c3_t)) \\ + (0,285 * (c4_d + c4_c + c4_t)) \end{aligned}$$

Estimativa Grosseira de Lucro Máximo:

$$\text{Lucro}(18000, 15000, 23000, 12000) = (0,31 * 18000) + (0,38 * 15000) + (0,35 * 23000) + (0,285 * 12000) = 22750$$

$$c1 = c1_d + c1_c + c1_t$$

$$c2 = c2_d + c2_c + c2_t$$

$$c3 = c3_d + c3_c + c3_t$$

$$c4 = c4_d + c4_c + c4_t$$

$$\text{Função Fitness: fitness}(c1, c2, c3, c4) = \text{lucro}((0,31*c1) + (0,38*c2) + (0,35*c3) + (0,285*c4)) / 22750$$

Satisfação das Restrições

$$h1(c1_d, c1_c, c1_t) = \max\{0, ((c1_d + c1_c + c1_t) - 18000)\} / (18000 / 13)$$

$$h2(c2_d, c2_c, c2_t) = \max\{0, ((c2_d + c2_c + c2_t) - 15000)\} / (15000 / 13)$$

$$h3(c3_d, c3_c, c3_t) = \max\{0, ((c3_d + c3_c + c3_t) - 23000)\} / (23000 / 13)$$

$$h4(c4_d, c4_c, c4_t) = \max\{0, ((c4_d + c4_c + c4_t) - 12000)\} / (12000 / 13)$$

$$h5(c1_d, c2_d, c3_d, c4_d) = \max\{0, ((c1_d + c2_d + c3_d + c4_d) - 10000)\} / (10000 / 13)$$

$$h6(c1_c, c2_c, c3_c, c4_c) = \max\{0, ((c1_c + c2_c + c3_c + c4_c) - 16000)\} / (16000 / 13)$$

$$h7(c1_t, c2_t, c3_t, c4_t) = \max\{0, ((c1_t + c2_t + c3_t + c4_t) - 8000)\} / (8000 / 13)$$

$$h8(c1_d, c2_d, c3_d, c4_d) = \max\{0, ((c1_d * 0.48 + c2_d * 0.65 + c3_d * 0.58 + c4_d * 0.39) - 6800)\} / (6800 / 13)$$

$$h9(c1_c, c2_c, c3_c, c4_c) = \max\{0, ((c1_c * 0.48 + c2_c * 0.65 + c3_c * 0.58 + c4_c * 0.39) - 8700)\} / (8700 / 13)$$

$$\text{carga_total} = c1_d + c1_c + c1_t + c2_d + c2_c + c2_t + c3_d + c3_c + c3_t + c4_d + c4_c + c4_t$$

$h10(c1_t, c2_t, c3_t, c4_t) = \max\{0, ((c1_t * 0.48 + c2_t * 0.65 + c3_t * 0.58 + c4_t * 0.39) - \text{carga_total})\} / (5300 / 13)$

$h11(c1_d, c2_d, c3_d, c4_d) = \max\{0, ((c1_d + c2_d + c3_d + c4_d) / \text{carga_total}) - (10000 / 34000)\} / (10000 / 34000)\}$

$h12(c1_c, c2_c, c3_c, c4_c) = \max\{0, ((c1_c + c2_c + c3_c + c4_c) / \text{carga_total}) - (16000 / 34000)\} / (16000 / 34000)\}$

$h13(c1_t, c2_t, c3_t, c4_t) = \max\{0, ((c1_t + c2_t + c3_t + c4_t) / \text{carga_total}) - (8000 / 34000)\} / (8000 / 34000)\}$

Melhores Possibilidade Geradas pelo Código

```
Lucro total: 11452.114999999998

Carga 1 dianteiro: 2187.0
Carga 1 central: 3583.0
Carga 1 traseiro: 382.0
Carga 1 total: 6152.0

Carga 2 dianteiro: 2496.0
Carga 2 central: 2907.0
Carga 2 traseiro: 3910.0
Carga 2 total: 9313.0

Carga 3 dianteiro: 2874.0
Carga 3 central: 6748.0
Carga 3 traseiro: 1510.0
Carga 3 total: 11132.0

Carga 4 dianteiro: 2443.0
Carga 4 central: 2762.0
Carga 4 traseiro: 2198.0
Carga 4 total: 7403.0

Carga total no compartimento dianteiro: 10000.0
Carga total no compartimento cenral: 16000.0
Carga total no compartimento traseiro: 8000.0

Volume ocupado do compartimento dianteiro: 5291.85
Volume ocupado do compartimento central: 8600.41
Volume ocupado do compartimento traseiro: 4457.88

Proporcao dianteiro: 0.29411764705882354
Proporcao central: 0.47058823529411764
Proporcao traseiro: 0.23529411764705882
```

```
Lucro total: 11268.71

Carga 1 dianteiro: 3637.0
Carga 1 central: 7583.0
Carga 1 traseiro: 3127.0
Carga 1 total: 14347.0

Carga 2 dianteiro: 2378.0
Carga 2 central: 3173.0
Carga 2 traseiro: 1826.0
Carga 2 total: 7377.0

Carga 3 dianteiro: 2384.0
Carga 3 central: 2676.0
Carga 3 traseiro: 2928.0
Carga 3 total: 7988.0

Carga 4 dianteiro: 1601.0
Carga 4 central: 2568.0
Carga 4 traseiro: 119.0
Carga 4 total: 4288.0

Carga total no compartimento dianteiro: 10000.0
Carga total no compartimento cenral: 16000.0
Carga total no compartimento traseiro: 8000.0

Volume ocupado do compartimento dianteiro: 5298.570000000001
Volume ocupado do compartimento central: 8255.89
Volume ocupado do compartimento traseiro: 4432.51

Proporcao dianteiro: 0.29411764705882354
Proporcao central: 0.47058823529411764
Proporcao traseiro: 0.23529411764705882
```

Observação: Em ambas as gerações foi aproveitado o peso máximo de cada compartimento ao mesmo tempo que suas proporções foram respeitadas.

Parâmetros Usados

```
final_pop = ea.evolve(
    generator=generate_,
    evaluator=evaluate_,
    pop_size=1000,
    maximize=True,
    boulder=ec.Boulder(0, 16000),
    max_generations=10000,
    num_inputs=12,
    crossover_rate=1.0,
    num_crossover_points=1,
    mutation_rate=0.25,
    num_elites=1,
    num_selected=12,
    tournament_size=12,
    statistics_file=open("cargas_stats.csv", "w"),
    individuals_file=open("cargas_individuals.csv", "w"))
```