



Algoritmo Genético para o Problema da Mochila

Algoritmos Bioinspirados

João Victor Caetano
Lucas G. Silva Cruz
Ricardo Monteiro



O “Problema da Mochila”

- O Problema da Mochila (*Knapsack problem* em inglês), é um problema da otimização combinatória que metaforicamente podemos entendê-lo como o desafio de encher uma mochila sem ultrapassar um determinado limite de peso, otimizando o valor do produto carregado
- A grande questão é: “Quais objetos escolher, de modo que se obtenha o máximo benefício?”
- Pode ser resolvido por:
 - Programação dinâmica
 - Algoritmo guloso
 - Metaheurísticas



Modelagem Matemática

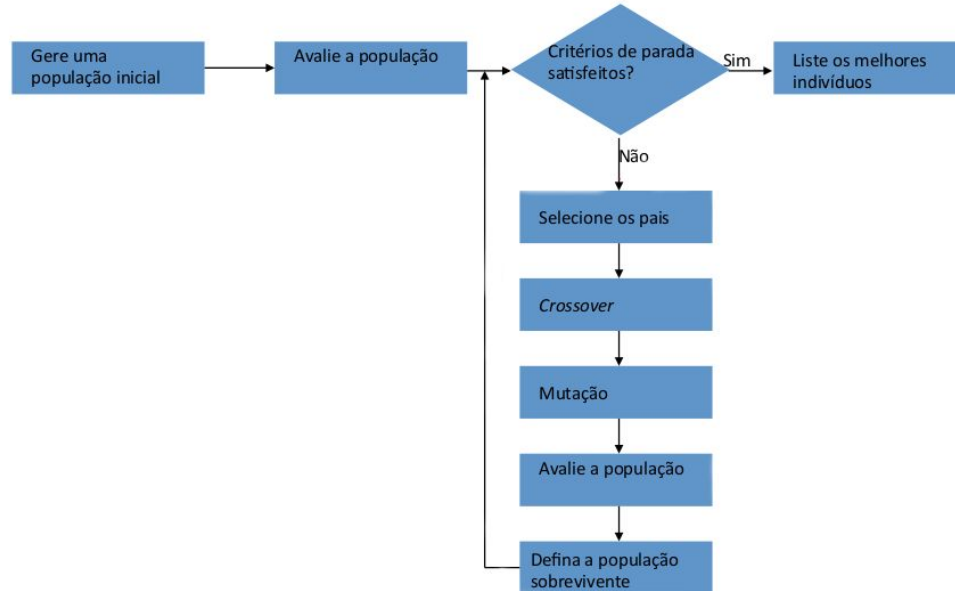
$$\text{Max} \sum_{j=1}^n u_j x_j$$

Sujeito a :

$$\sum_{j=1}^n p_j x_j \leq M$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \quad j = 1 \dots n$$

Algoritmo Genético (AG)





Implementação do AG

- **Seleção:** Torneio ou Roleta
- **Cruzamento:** Single Point Crossover
- **Mutação:** Troca de bits
- **Estratégia de Elitismo**
- **Representação da Solução:** Vetor de bits
 - Tamanho da representação do vetor:
 - Varia de acordo com o tamanho da instância do problema da mochila
 - É igual ao número total de objetos



Seleção: Torneio

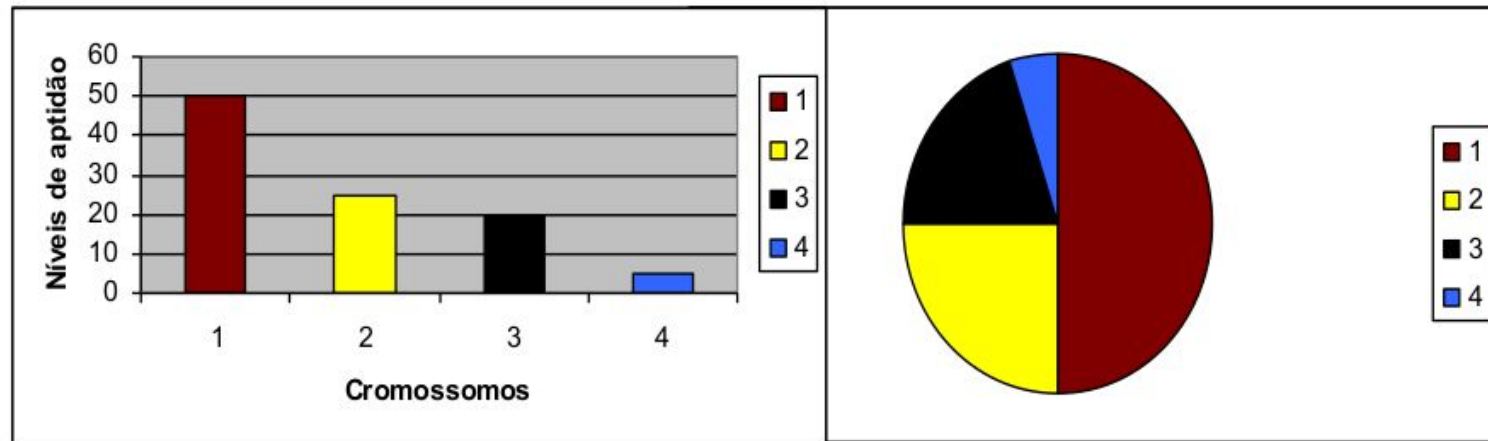
- ❖ Selecionar dois indivíduos aleatoriamente:
 - O primeiro pai é o indivíduo com maior aptidão.
- ❖ Selecionar, aleatoriamente, outros dois indivíduos:
 - O segundo pai é o indivíduo com maior aptidão nessa nova seleção.



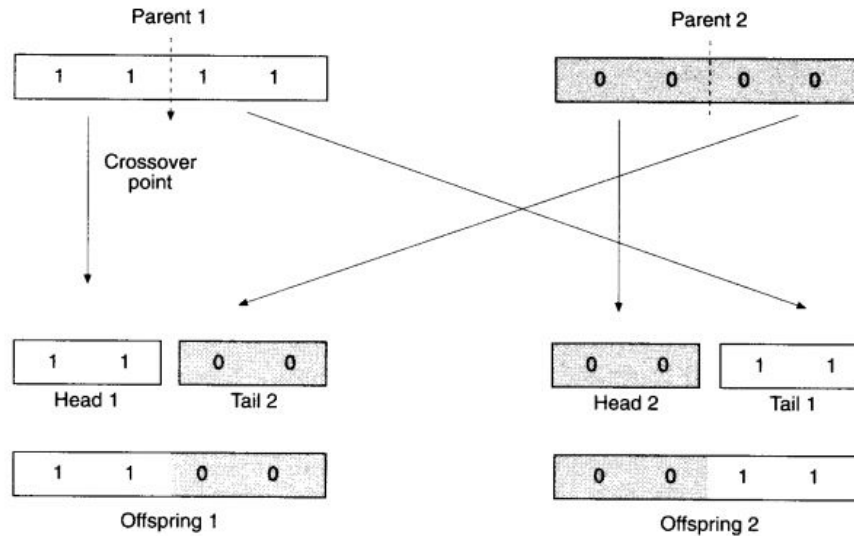
Seleção: Roleta

- ❖ Cada indivíduo da população é representado na roleta proporcionalmente ao seu índice de aptidão.
- ❖ Aos indivíduos com alta aptidão é dada uma porção maior da roleta, enquanto os de aptidão mais baixa é dada uma porção relativamente menor da roleta.
- ❖ A roleta é girada um determinado número de vezes, dependendo do tamanho da população, e são escolhidos, como indivíduos que participarão da próxima geração, aqueles sorteados na roleta.

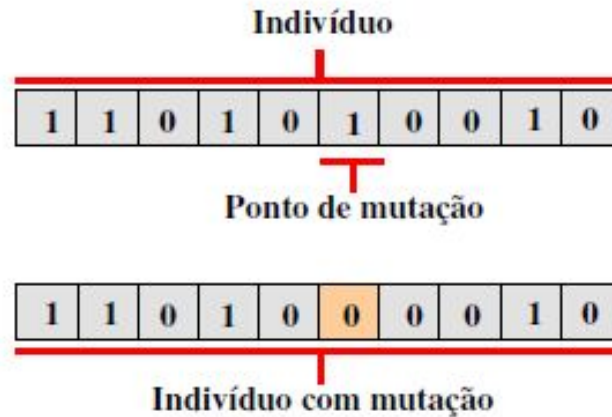
Seleção: Roleta



Crossover: Single Point Crossover



Mutação: Troca de bits





Resultados

- Foi considerado com melhor conjunto de parâmetros para serem apresentados nos gráficos, as execuções que mais economizassem tempo e recursos computacionais
- Os parâmetros foram ordenados na seguinte ordem de importância:
 - N° de gerações
 - Tamanho da população
 - Porcentagem de mutação
- Para testar a influência de cada parâmetro, foram realizados testes fixando 2 parâmetros enquanto o outro recebe 3 valores distintos



Resultados: Cenário 1

- instância P01: 10 objetos e 165 de capacidade.
- Gerações: 100 / Mutação: 15%
- Resultado ótimo: 309

População	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
25	309,0	307,75	5,4468
50	309,0	309,0	0
100	309,0	309,0	0



Resultados: Cenário 1

- instância P01: 10 objetos e 165 de capacidade.
- População:100 / Mutação: 15%
- Resultado ótimo: 309

Gerações	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
25	309,0	306,5	7,5
50	309,0	309,0	0
100	309,0	309,0	0



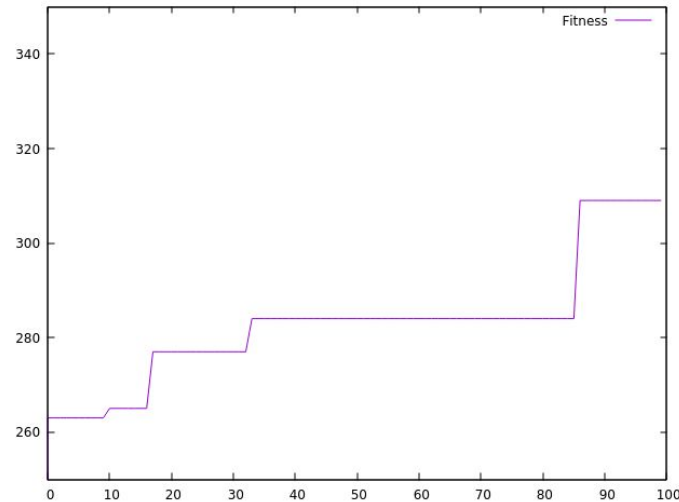
Resultados: Cenário 1

- instância P01: 10 objetos e 165 de capacidade.
- Gerações:100 /População: 100
- Resultado ótimo: 309

Mutação	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
1%	309,0	299	12,2474
5%	309,0	306,5	7,5
15%	309,0	309,0	0

Melhor Conjunto de Parâmetros

→ 100 gerações → Tamanho da população: 25 → Taxa de mutação: 15%





Resultados: Cenário 2

- instância P02: 5 objetos e 26 de capacidade);
- Gerações:100 / Mutação: 15%
- Resultado ótimo: 51

População	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
10	51,0	51,0	0
25	51,0	51,0	0
50	51,0	51,0	0



Resultados: Cenário 2

- instância P02: 5 objetos e 26 de capacidade);
- População:100 / Mutação: 15%
- Resultado ótimo: 51

Gerações	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
10	51,0	51,0	0
25	51,0	51,0	0
50	51,0	51,0	0



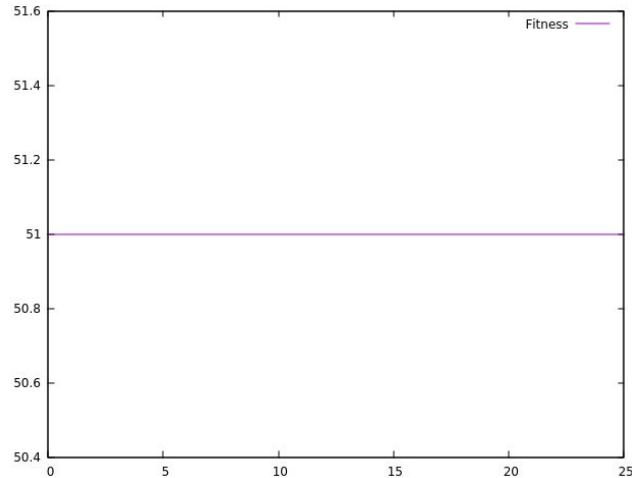
Resultados: Cenário 2

- instância P02: 5 objetos e 26 de capacidade);
- Gerações:25 /População: 25
- Resultado ótimo: 51

Mutação	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
1%	51,0	51,0	0
5%	51,0	51,0	0
15%	51,0	51,0	0

Melhor Conjunto de Parâmetros

→ 25 gerações → Tamanho da população: 25 → Taxa de mutação: 1%





Resultados: Cenário 3

- instância P03: 6 objetos e 190 de capacidade;
- Gerações:100 / Mutação: 15%
- Resultado ótimo: 150

População	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
10	150,0	150,0	0
25	150,0	150,0	0
50	150,0	150,0	0



Resultados: Cenário 3

- instância P03: 6 objetos e 190 de capacidade;
- População:100 / Mutação: 15%
- Resultado ótimo: 150

Gerações	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
10	150,0	150,0	0
25	150,0	150,0	0
50	150,0	150,0	0



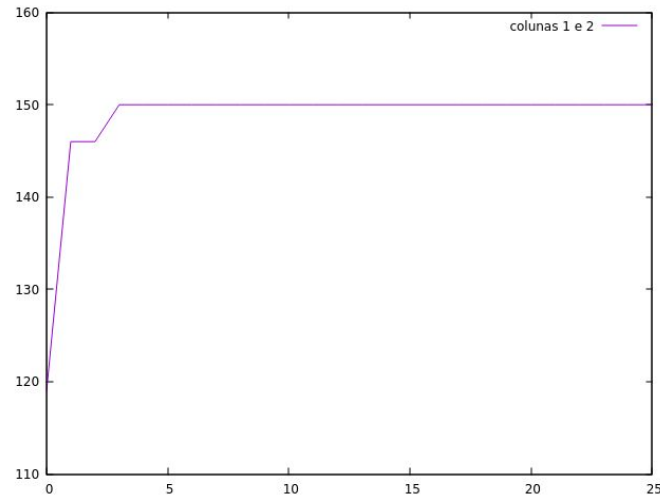
Resultados: Cenário 3

- instância P03: 6 objetos e 190 de capacidade;
- Gerações:25 /População: 25
- Resultado ótimo: 150

Mutação	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
1%	150,0	148,3	1,833
5%	150,0	150,0	0
15%	150,0	150,0	0

Melhor Conjunto de Parâmetros

→ 25 gerações → Tamanho da população: 25 → Taxa de mutação: 1%





Resultados: Cenário 4

- instância P05: 8 objetos e 104 de capacidade;
- Gerações:50 / Mutação: 15%
- Resultado ótimo: 900

População	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
15	900,0	899,75	1,0897
25	900,0	900,0	0
50	900,0	900,0	0



Resultados: Cenário 4

- instância P05: 8 objetos e 104 de capacidade;
- População:50 / Mutação: 15%
- Resultado ótimo: 900

Gerações	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
15	900,0	899,35	1,2757
25	900,0	899,8	0,6
50	900,0	900,0	0



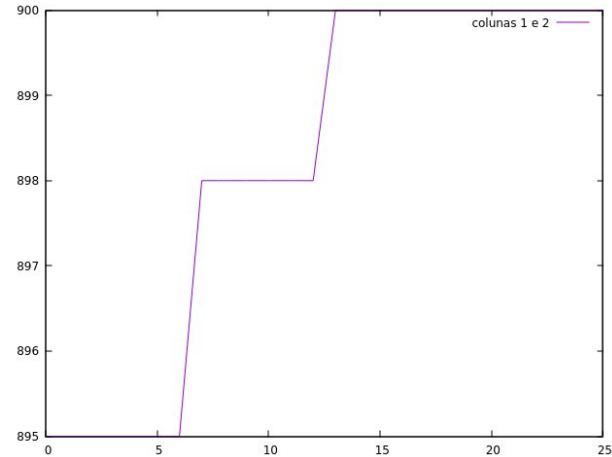
Resultados: Cenário 4

- instância P05: 8 objetos e 104 de capacidade;
- Gerações:25 /População: 25
- Resultado ótimo: 900

Mutação	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
1%	900,0	896,2	3,6959
5%	900,0	898,5	1,8020
15%	900,0	900,0	0

Melhor Conjunto de Parâmetros

→ 25 gerações → Tamanho da população: 25 → Taxa de mutação: 1%





Resultados: Cenário 5

- instância P07:15 objetos e 750 de capacidade;
- Gerações:100 / Mutação: 15%
- Resultado ótimo: 1458

População	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
50	1458,0	1453,6	3,0
100	1458,0	1454,2	2,4
200	1458,0	1456,9	1,485



Resultados: Cenário 5

- instância P07:15 objetos e 750 de capacidade;
- População:100 / Mutação: 15%
- Resultado ótimo: 1458

Gerações	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
50	1458,0	1453,5	2,729
100	1458,0	1454,7	2,3473
200	1458,0	1455,9	2,046



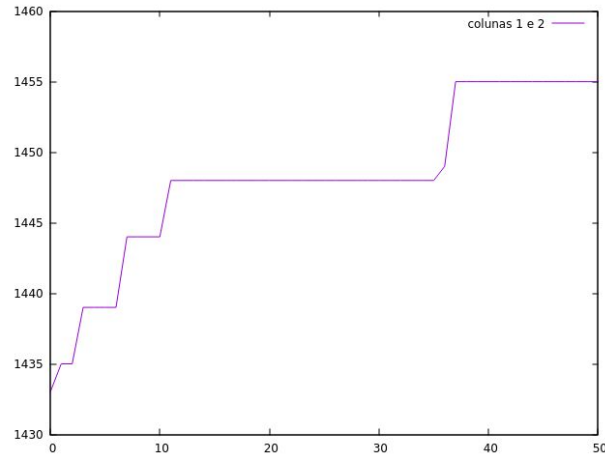
Resultados: Cenário 5

- instância P07:15 objetos e 750 de capacidade;
- Gerações:200 /População: 200
- Resultado ótimo: 1458

Mutação	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
1%	1458,0	1455,8	2,1587
5%	1458,0	1457,6	1,019
15%	1458,0	1457,6	0,6342

Melhor Conjunto de Parâmetros

→ 50 gerações → Tamanho da população: 100 → Taxa de mutação: 15%





Resultados: Cenário 6

- instância P08:24 objetos e 6404180 de capacidade;
- Gerações:250 / Mutação: 15%
- Resultado ótimo: 13.549.094

População	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
150	13.459.043,0	13.407.542,2	44.939,1987
250	13.472.081,0	13.426.388,65	33.675,7934
600	13.496.616,0	13.459.052,0	28.551,8132



Resultados: Cenário 6

- instância P08:24 objetos e 6404180 de capacidade;
- População:250 / Mutação: 15%
- Resultado ótimo: 13.549.094

Gerações	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
150	13.489.043,0	13.524.340,0	42.498,7211
250	13.524.340,0	13.447.361,35	42.812,1263
600	13.524.340,0	13.456.379	39.225,9952



Resultados: Cenário 6

- instância P08:24 objetos e 6404180 de capacidade;
- Gerações:250 /População: 250
- Resultado ótimo: 13.549.094

Mutação	Melhor Resultado	Média	Desvio Padrão
1%	13.472.081	13.407.394,5	30.849,9114
5%	13.549.094,0	13.438.695,5	36.284,8601
15%	13.468.533,0	13.403.679,7	34.454,366

Melhor Conjunto de Parâmetros

→ 250 gerações → Tamanho da população: 250 → Taxa de mutação: 5%

