

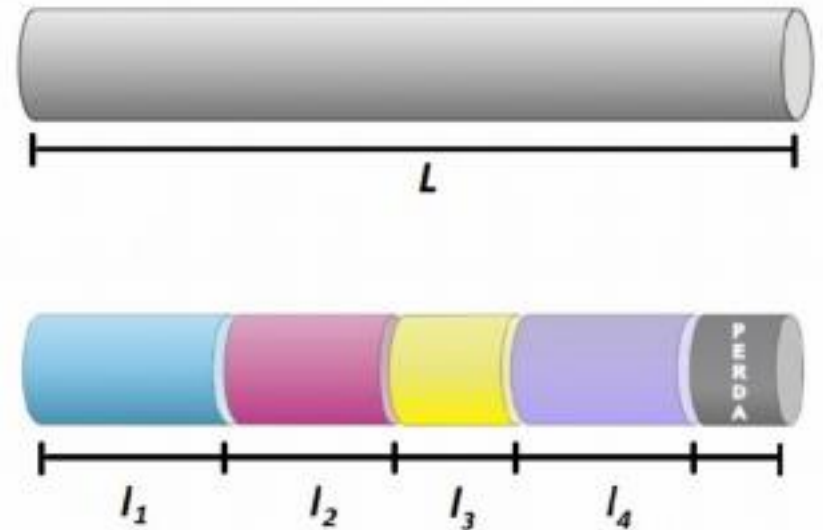


Problema de Corte Unidimensional

INTRODUÇÃO

Este problema consiste no uso de estratégias para a produção de itens (peças pequenas), a partir do corte de um objeto (peça grande), garantindo que a quantidade de matéria prima seja mínima.

1. Quantidade de objetos ilimitada no estoque
2. Apenas um objeto para corte.



Aplicação

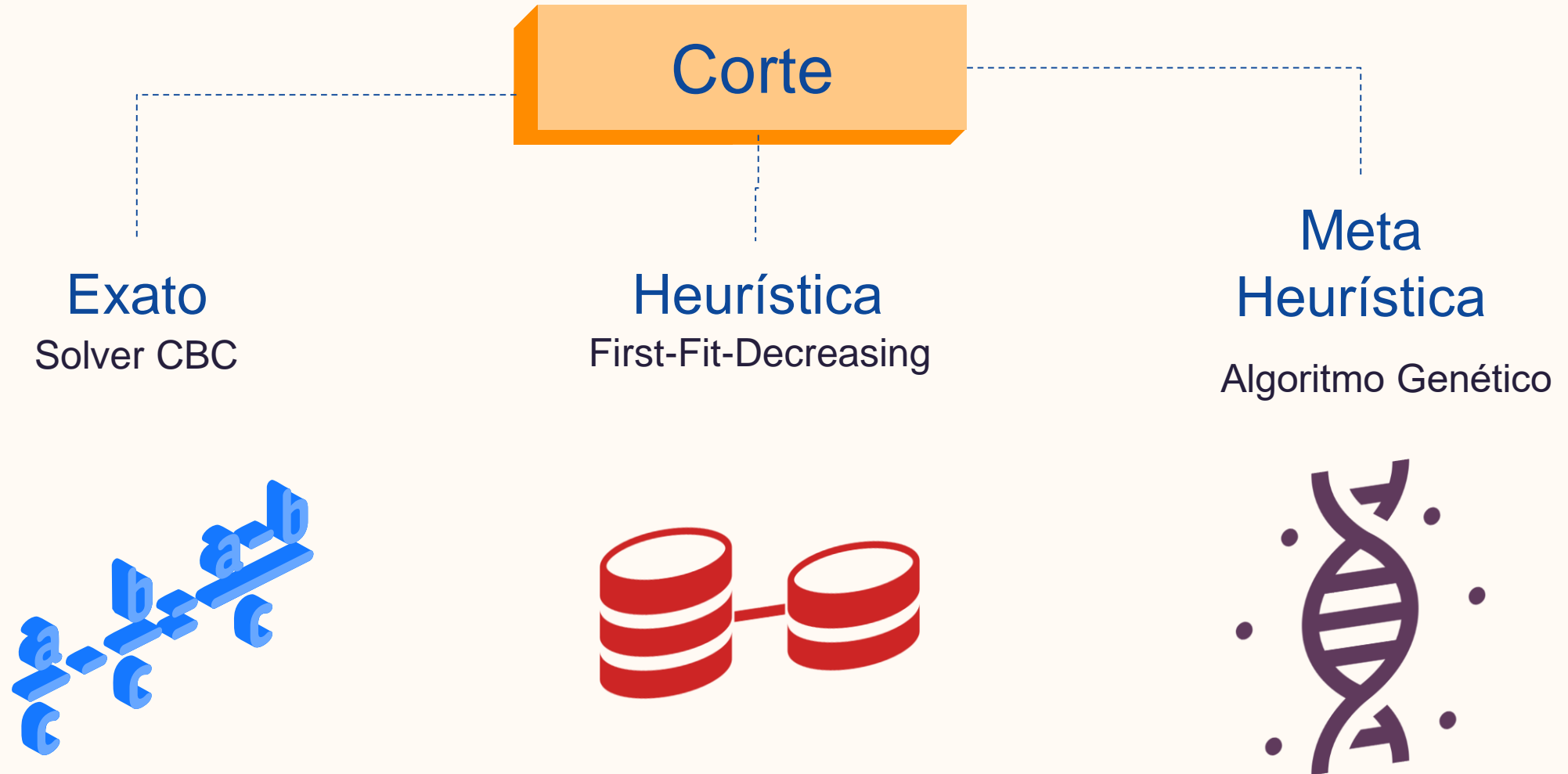


Indústrias de bobinas de aço.



Indústrias de barras de aço.

MÉTODOS



Método Exato

01

Variável de
Decisão

X_j : Número de objetos
cortados segundo o
padrão de corte j .

02

Restrições

1. Atendimento a demanda
2. Não negatividade e integralidade das V.D.

03

Função
Objetivo

Minimizar o número de
objetos cortados

$x+y$

01

Índices

1. $i = 1, \dots, m$ Tipo de item.
2. $j = 1, \dots, n$ Padrão de corte unidimensional.

02

Dados

D_i : Quantidade demandada de
um determinado tipo de item i .

03

Parâmetros

A_{ij} : Número de peças do tipo i
no padrão de corte j .

Método Exato

01

Variável de
Decisão

x_j : Número de objetos
cortados segundo o
padrão de corte j .

02

Restrições

1. Atendimento a demanda
2. Não negatividade e integralidade das V.D.

03

Função
Objetivo

Minimizar o número de
objetos cortados

$$\min z = x_1 + x_2 + \dots + x_n$$

Sujeito a:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2$$

$$\vdots$$

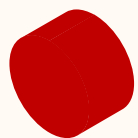
$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m$$

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0 \text{ inteiras}$$

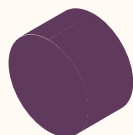
$x+y$

Parâmetro: Padrões (Aij)

Padrões gerados durante os outros métodos



FFD



AG



FFD

01

A cada iteração, construir um bom padrão de corte e utilizá-lo exaustivamente, o maior número de vezes possível, sem que a demanda dos itens seja excedida.

02

Em seguida, deve-se atualizar a demanda e o processo é repetido até que toda ela tenha seja atendida

03

Ao final do processo uma solução inteira para o problema é determinada



ALGORITMO GENÉTICO



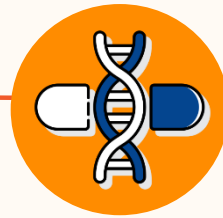
Inicializa a
População



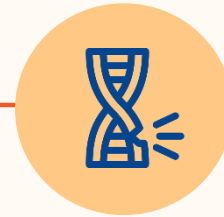
Decodifica



Torneio Binário



Combinação



Mutação



Seleção

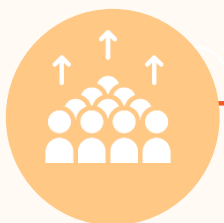
Tamanho da população: 500
Gerações: 250

Gene

1. Se todos os itens são maiores que a metade do objeto:
$$\text{Gene} = \text{Quantidade de itens} * 2$$
2. Algoritmo que permite a variabilidade



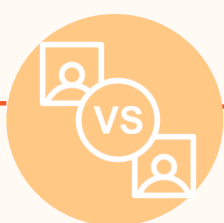
ALGORITMO GENÉTICO



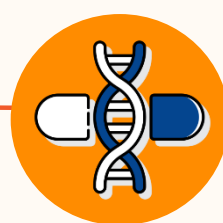
Inicializa a
População



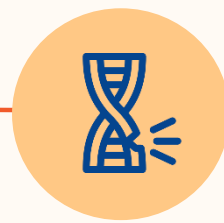
Decodifica



Torneio Binário



Combinação



Mutação



Seleção



Se (Quantidade de itens > 30) então
Gene = 32
Se (Quantidade de itens ≥ 12) então
Gene = 24
Senão se (Quantidade de itens ≥ 5)
então
Gene = $2 * \text{Quantidade de itens}$
Senão
Gene = Quantidade de itens + 2

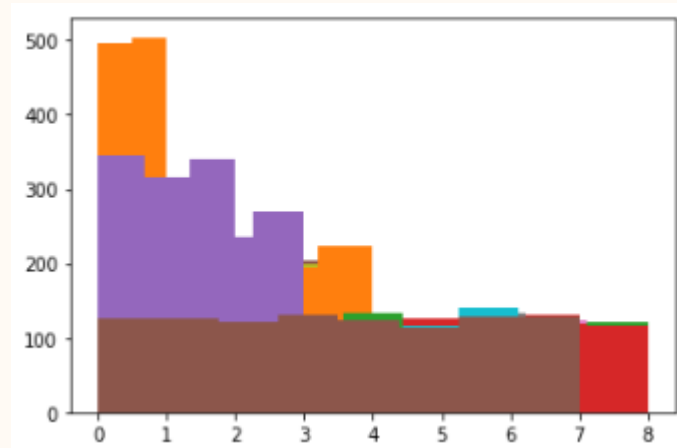
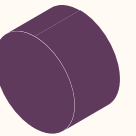
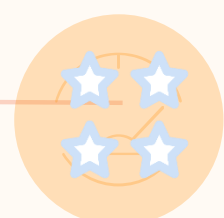
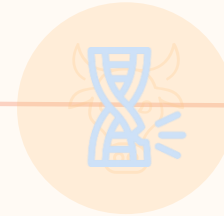
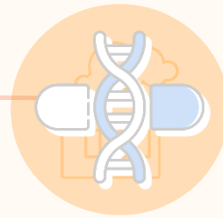
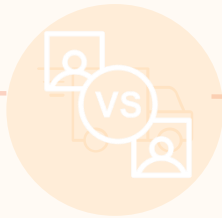
Gene

1. Se todos os itens são maiores que a metade do objeto:
Gene = Quantidade de itens * 2
2. Algoritmo que permite a variabilidade

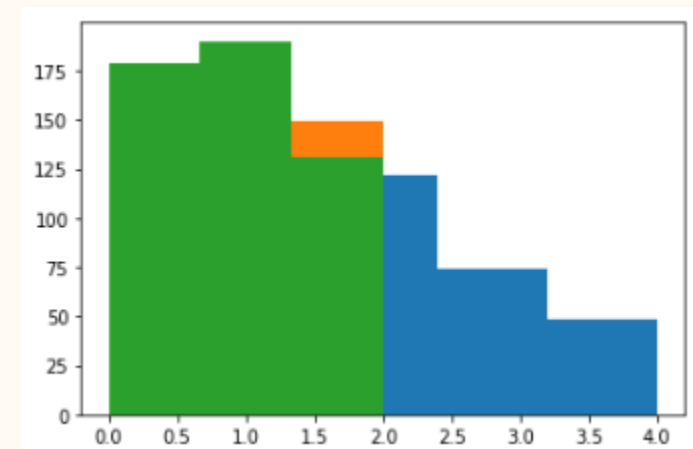
ALGORITMO GENÉTICO



Inicializa a
População

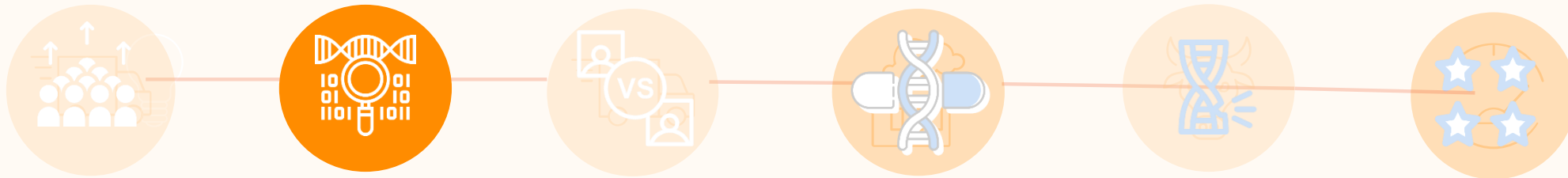


Gerando frequências



Gerando padrão

ALGORITMO GENÉTICO



Decodifica

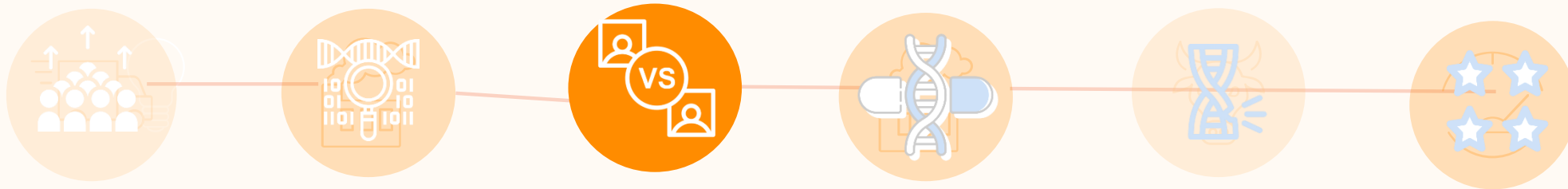
Padrão de Corte

Tamanho cortado do padrão

Frequência	[[[1, [0, 2, 0], 84]] ,
	[2, [1, 2, 0], 114]] ,
	[1, [0, 0, 2], 90]] ,
	[1, [1, 0, 1], 75]] ,
	[1, [1, 2, 0], 114]] ,
	[2, [0, 0, 2], 90]]] ,
Objetos Cortados	8, 2400
	Fitness

$$Fitness = -B_i + (Quantidade\ de\ barras * P1) + (Quantidade\ do\ item\ i\ produzida\ abaixo\ da\ demanda * P2) + (Quantidade\ do\ item\ i\ produzida\ acima\ da\ demanda * P3)$$

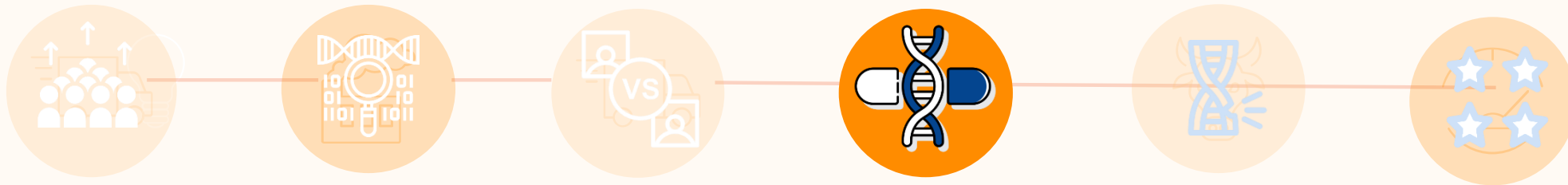
ALGORITMO GENÉTICO



Torneio Binário

Indivíduo	F.O		
1	100	Torneio	Vencedor
2	130	1 x 3	1 (f.o. = 100)
3	245	2 x 4	4 (f.o. = 100)
4	100		

ALGORITMO GENÉTICO



Combinação

Indivíduo 1	1	1	0	1	0	1	1	1
Indivíduo 2	0	1	1	1	1	1	0	0
Descendente 1	1	1	0	1	0	1	0	0
Descendente 2	0	1	1	1	1	1	1	1

Crossover de 1 Ponto

Classificador	1	1	0	1	0	1	0	1
Filho	1	1	1	1	1	1	0	1

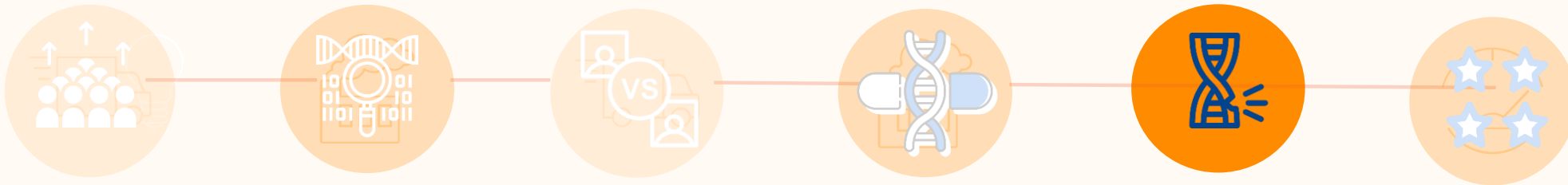
Crossover Uniforme

freqüência

(índice_padrão)





ALGORITMO GENÉTICO



Mutação

Padrão 2:  $\rightarrow a_2 = (0, 2, 0)^T$

 $[[1, [0, 2, 0], 84]],$
 $[[2, [0, 2, 0], 114]],$

Mudando a frequência

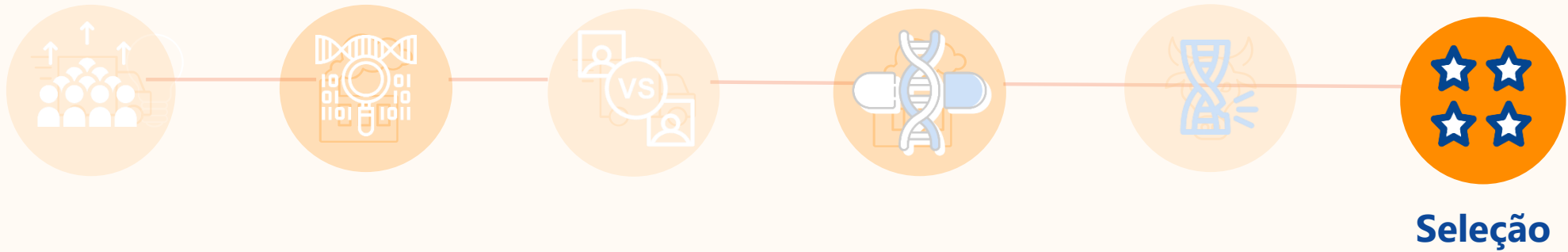
Padrão 2:  $\rightarrow a_2 = (0, 2, 0)^T$

$[[1, [0, 2, 0], 84]],$
 $[[1, [1, 2, 0], 114]],$

Mudando o padrão



ALGORITMO GENÉTICO



ALGORITMO GENÉTICO



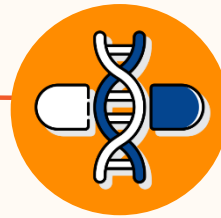
Inicializa a
População



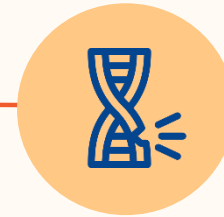
Decodifica



Torneio Binário



Combinação



Mutação



Seleção



Critérios de parada:

1. Gerações
2. Tempo limite de 30 minutos
3. Após 30 gerações não mudar o melhor fitness

RESULTADOS

		Objetos Cortados	Tempo (s)	Demanda não atingida
Problema 1	Solver	8	0,015	
	FFD	8	0,001	
	AG	8	53,73	-
Problema 2	Solver	8	8	
	FFD	8	0	
	AG	8	31,47	
Problema 3	Solver	127	0,04	
	FFD	127	0	
	AG	126	261	x
Problema 4	Solver	449	0,13	
	FFD	465	0	
	AG	483	97,14	
Problema 5	Solver	72	0,12	
	FFD	75	0	
	AG	79	65	
Problema 6	Solver	8342	0,38	
	FFD	9347	0,0009	
	AG	10413	739	x
Problema 7	Solver	14483	0,09	
	FFD	14842	0,0019	
	AG	17685	11183	x
Problema 8	Solver	12597	0,3	
	FFD	14424	0,005	
	AG	15078	1661	x
Problema 9	Solver	31048	1,17	
	FFD	32021	0,027	
	AG	38073	1807	x

1. O Solver mostrou os melhores resultados para este problema em um tempo viável.
2. Heurística construtiva FFD é mais eficaz do que o Algoritmo Genético.

PROBLEMA 1

```
#tamanho do objeto
L=120

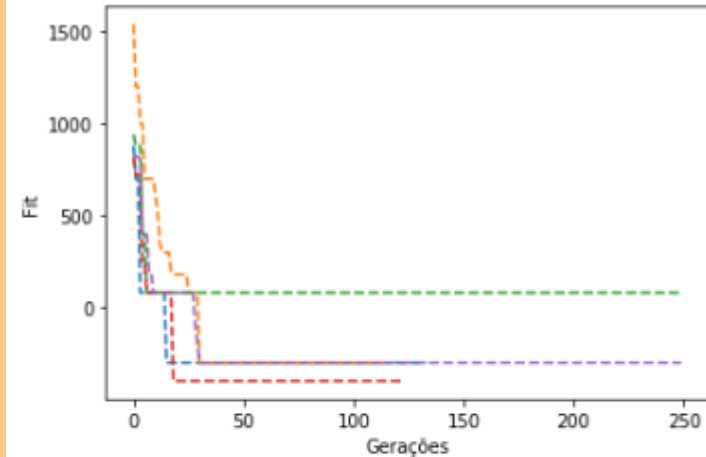
#padrão {'l': (corte,demanda)}
l_lista = {'l1':[30,4],
           'l2':[42,8],
           'l3':[45,7]}
```

A quantidade total de objetos gastos foram: 8.0

	Frequência	l1	l2	l3	Perda
0	1.0	1.0	6.0	0.0	8.0
1	1.0	1.0	2.0	0.0	60.0
2	2.0	1.0	0.0	0.0	86.0
3	3.0	0.0	0.0	2.0	14.0
4	1.0	0.0	0.0	1.0	104.0

Função-objetivo = 8.0

Qtde cortada do padrão: [[1, 5, 0], 173] = 1.0
Qtde cortada do padrão: [[1, 0, 0], 108] = 3.0
Qtde cortada do padrão: [[0, 1, 2], 193] = 3.0
Qtde cortada do padrão: [[0, 0, 1], 90] = 1.0



Melhor indivíduo [[0, [[0, 5, 1], 155]], [1, [[0, 7, 1], 181]], [3, [[1, 0, 0], 108]], [3, [[0, 0, 2], 180]], [1, [[1, 1, 0], 121]], [0, [[0, 2, 0], 26]]], 8, -400]

Quantidade de cada itens cortada: [4, 8, 7]

Melhor fit: -400

Fit Médio dos melhores indivíduos: -244.0

O desvio padrão do Fit dos melhores indivíduos é: 166.5653025092561

PROBLEMA 2

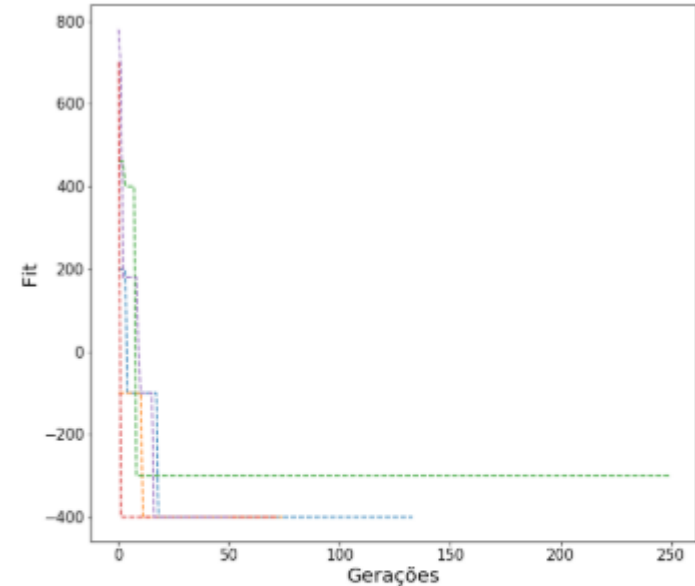
```
#tamanho do objeto
L=120

#padrão {'l': (corte,demanda)}
l_lista = {'11':[30,4],
           '12':[42,8],
           '13':[45,7]}
```

A quantidade total de objetos gastos foram: 8.0

	Frequência	I1	I2	I3	Perda
0	3.0	1.0	0.0	2.0	0.0
1	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0
2	3.0	0.0	2.0	0.0	36.0
3	1.0	0.0	1.0	0.0	78.0

```
Função-objetivo = 8.0
Qtde cortada do padrão: [[1, 2, 0], 114] = 4.0
Qtde cortada do padrão: [[0, 0, 2], 90] = 3.0
Qtde cortada do padrão: [[0, 0, 1], 45] = 1.0
```



```
Melhor indivíduo [[[2, [[1, 1, 1], 117]], [1, [[2,
0, 1], 105]], [1, [[0, 2, 0], 84]], [4, [[0, 1,
1], 87]], [0, [[3, 0, 0], 90]]], 8, -400]
Quantidade de cada itens cortada: [4, 8, 7]
Melhor fit: -400
Fit Médio dos melhores indivíduos: -380.0
O desvio padrão do Fit dos melhores indivíduos é:
40.0
```

PROBLEMA 3

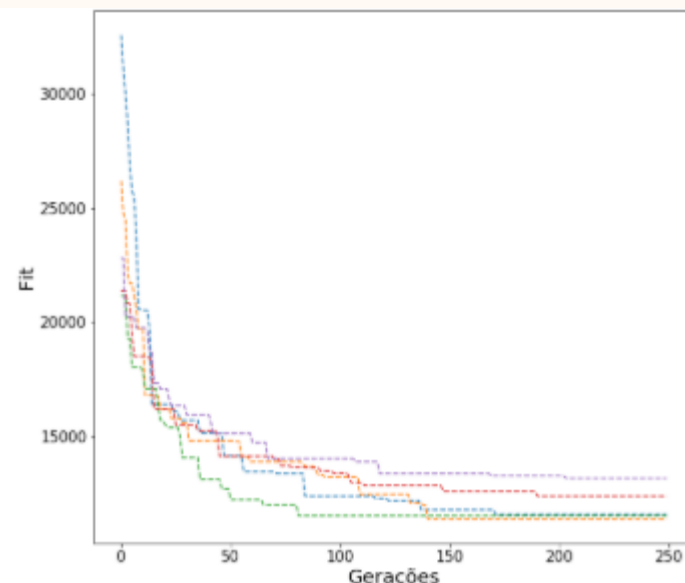
```
L = 250
l_lista = {'11':[117,7],
           '12':[215,29],
           '13':[92,32],
           '14':[178,19],
           '15':[151,27],
           '16':[236,14],
           '17':[69,26],
           '18':[181,32]}
```

A quantidade total de objetos gastos foram: 127

	Frequência	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	Perda
0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	14.0
1	29.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.0
2	26.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0
3	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	69.0
4	19.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.0
5	27.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	7.0
6	3.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0
7	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.0
8	2.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.0

Função-objetivo = 127.0

Qtde cortada do padrão: [[2, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0], 234] = 1.0
 Qtde cortada do padrão: [[1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0], 209] = 5.0
 Qtde cortada do padrão: [[0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0], 215] = 29.0
 Qtde cortada do padrão: [[0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0], 243] = 27.0
 Qtde cortada do padrão: [[0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0], 247] = 19.0
 Qtde cortada do padrão: [[0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0], 236] = 14.0
 Qtde cortada do padrão: [[0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1], 250] = 7.0
 Qtde cortada do padrão: [[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1], 181] = 25.0



Melhor indivíduo [[3, [[0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0], 220]], [13, [[0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0], 215]], [9, [[0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0], 236]], [7, [[1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0], 117]], [16, [[0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0], 215]], [3, [[0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0], 178]], [4, [[0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0], 247]], [4, [[0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0], 243]], [19, [[0, 0, 0, 0, 0, 1, 1], 250]], [3, [[0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0], 178]], [4, [[0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0], 243]], [16, [[0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0], 243]], [6, [[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1], 181]], [6, [[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1], 181]], [4, [[0, 0, 2, 0, 0, 0, 0, 0], 184]], [9, [[0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0], 178]]], 126, 11400]

Quantidade de cada itens cortada: [7, 29, 32, 19, 27, 9, 26, 31]

Melhor fit: 11400

PROBLEMA 4

```
L,l_lista,nomes =Instancia (1000,40,500,500)
print(l_lista)
#ordeno dicionário na ordem de tamanho decrescente de corte
ordena_dic = l_lista.items()
ordena_dic = list(ordena_dic)
ordena_dic2 = copy.deepcopy(ordena_dic)
```

```
{'11': [752, 92], '12': [450, 908], '13': [487, 959], '14': [356, 602], '15': [668, 656], '16': [553, 336], '17': [609, 235],
'18': [880, 1334], '19': [554, 1032], '110': [361, 734], '111': [280, 303], '112': [681, 893], '113': [702, 773], '114': [647,
153], '115': [301, 1078], '116': [896, 603], '117': [319, 19], '118': [244, 316], '119': [349, 330], '120': [867, 192], '121':
[723, 114], '122': [713, 838], '123': [384, 358], '124': [472, 558], '125': [534, 332], '126': [709, 47], '127': [226, 77], '12
8': [799, 671], '129': [656, 284], '130': [583, 715], '131': [932, 1128], '132': [430, 668], '133': [527, 244], '134': [439, 46
8], '135': [511, 565], '136': [317, 1139], '137': [476, 619], '138': [713, 780], '139': [305, 1428], '140': [362, 1060]}
```

```
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0], 560]]] 15078. 2200840]
Quantidade de cada itens cortada: [33, 856, 918, 548, 599, 292, 156, 1115, 383, 498, 302, 926, 650, 108, 1044, 408, 15, 260,
356, 178, 78, 795, 250, 540, 332, 16, 63, 654, 172, 723, 376, 664, 238, 528, 576, 1056, 586, 622, 1427, 1026]
Melhor fit: 2200840
Fit Médio dos melhores indivíduos: 2245100.0
O desvio padrão do Fit dos melhores indivíduos é: 44260.0
```

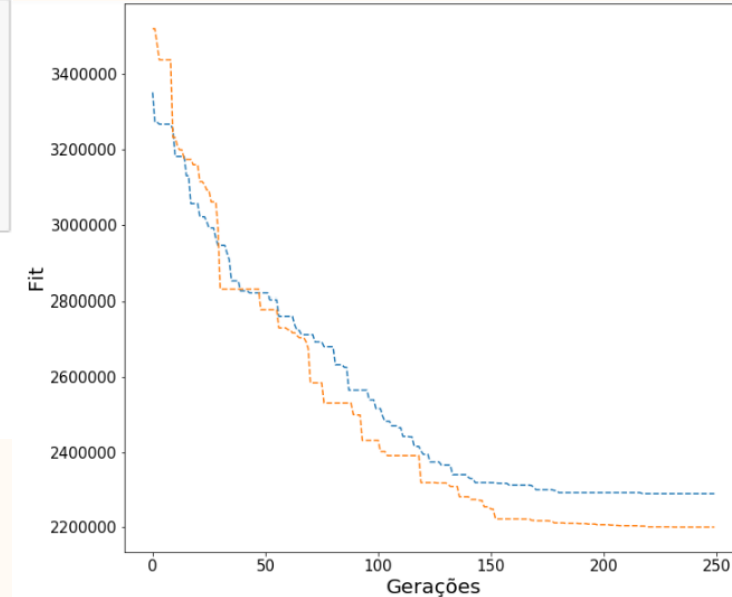
Solver

Tempo de execução: 0.3016674518585205
Função-objetivo = 12597.0

FFD

A quantidade total de objetos gastos foram: 14424.0

A perda total de material é de: 4691.0
Tempo de exceução: 0.005995750427246094



Obrigado

Guilherme Lima Correa 173811

CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, including icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**.
Please keep this slide for attribution.

