

# ALGORITMOS GENÉTICOS



# ALGORITMOS GENÉTICOS

1. Problema
2. Representação
3. Decodificação
4. Avaliação
5. Seleção
6. Operadores
7. Técnicas
8. Parâmetros



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Problema

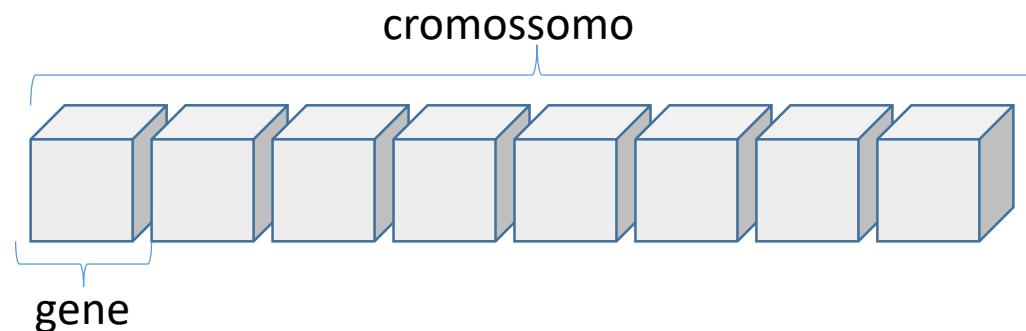
- **Estudo de Contexto do Problema:** Conhecer regras, restrições, objetivos, procedimentos em uso, etc.
- **GAs são indicados em problemas difíceis de otimização:**
  - ✱ **muitos parâmetros e variáveis;**
  - ✱ **mal estruturados: com condições e restrições, difíceis de serem modeladas matematicamente;**
  - ✱ **grandes espaços de busca onde não é possível a busca exaustiva.**



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Representação

- Consiste em uma maneira de traduzir a informação do problema em uma maneira viável de ser tratada pelo computador;
- Quanto mais ela for adequada ao problema, maior a qualidade dos resultados obtidos.



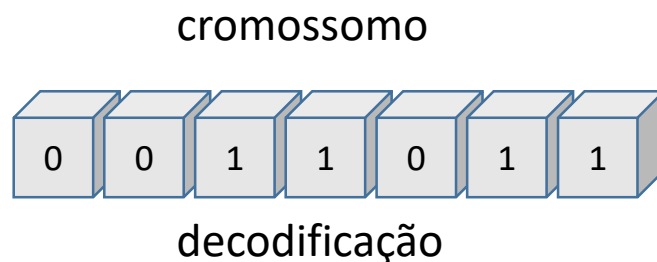
# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Decodificação

Construir a solução para o problema a partir de um cromossoma:

**Cromossomas “representam” soluções.**

- A decodificação é a etapa que permite que cada indivíduo seja efetivamente avaliado;



Profª Ana Carolina Abreu  $0 * 2^6 + 0 * 2^5 + 1 * 2^4 + 1 * 2^3 + 0 * 2^2 + 1 * 2^1 + 1 * 2^0 = 27$

# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Avaliação

- É maneira utilizada para determinar a qualidade de um indivíduo como solução do problema em questão;
- A função de avaliação permite diferenciar entre as boas e más soluções para um problema;
- Devem embutir todo o conhecimento que se possui sobre o problema a ser resolvido, assim como, seus objetivos de qualidade.

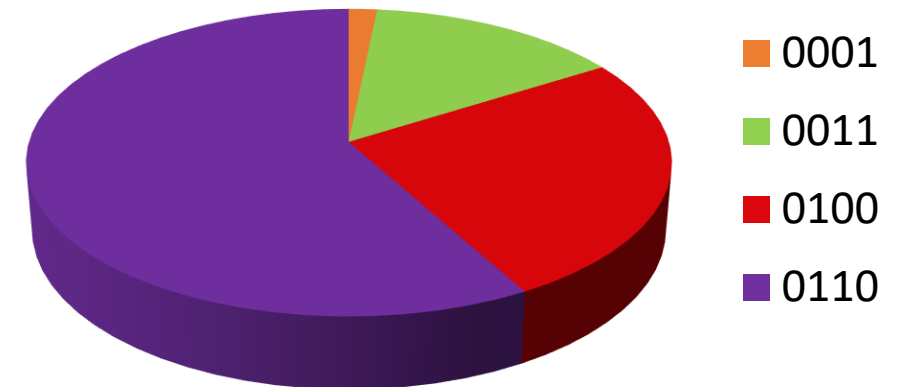


# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Seleção

- O método de seleção de pais deve simular o mecanismo de seleção natural, onde pais mais capazes geram mais filhos, ao mesmo tempo em que os pais menos aptos também podem gerar descendentes.

indivíduo	avaliação
<div>0001</div>	1
<div>0011</div>	9
<div>0100</div>	16
<div>0110</div>	36



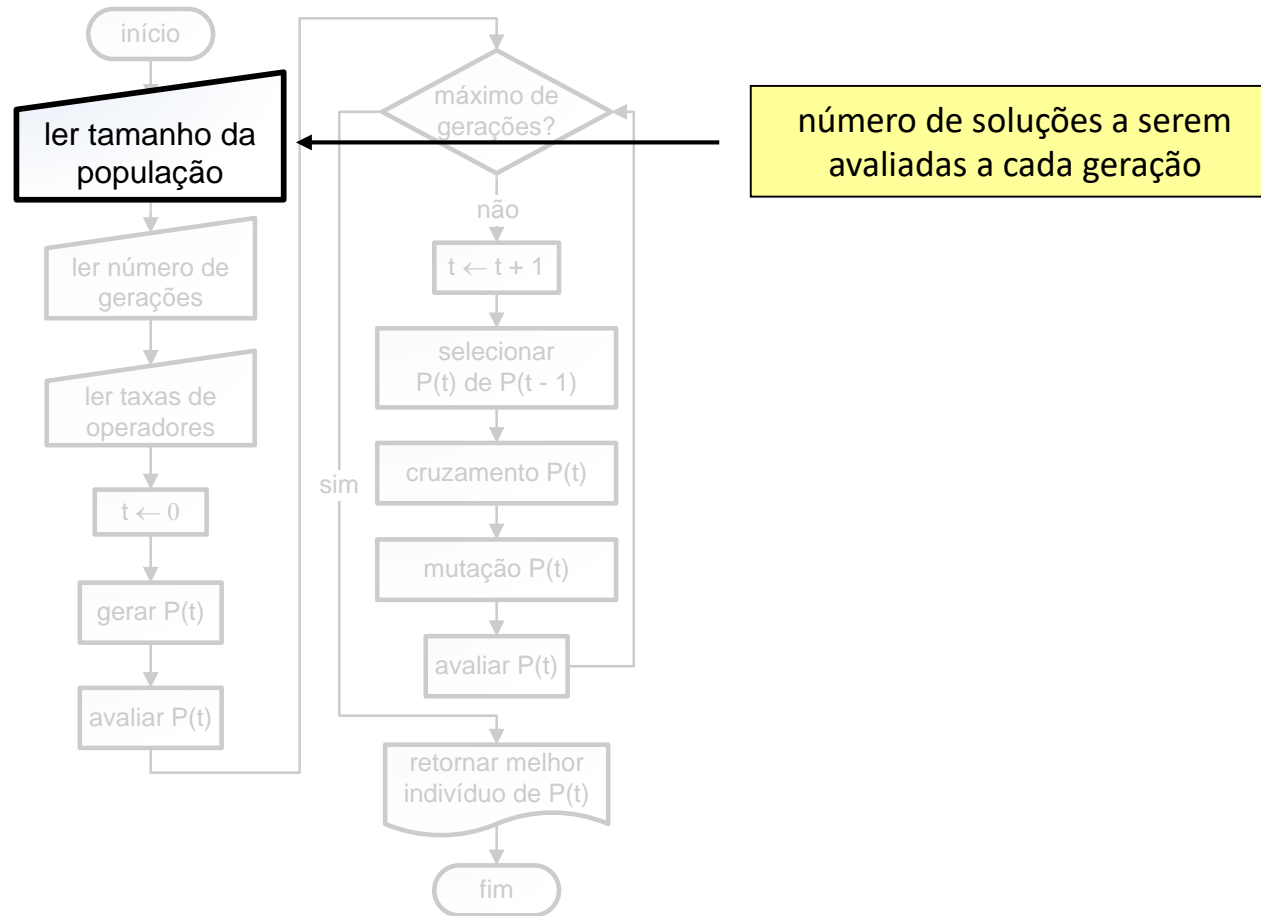
# **ALGORITMOS GENÉTICOS**

**Como funciona o processo evolutivo dos  
ALGORITMOS GENÉTICOS?**

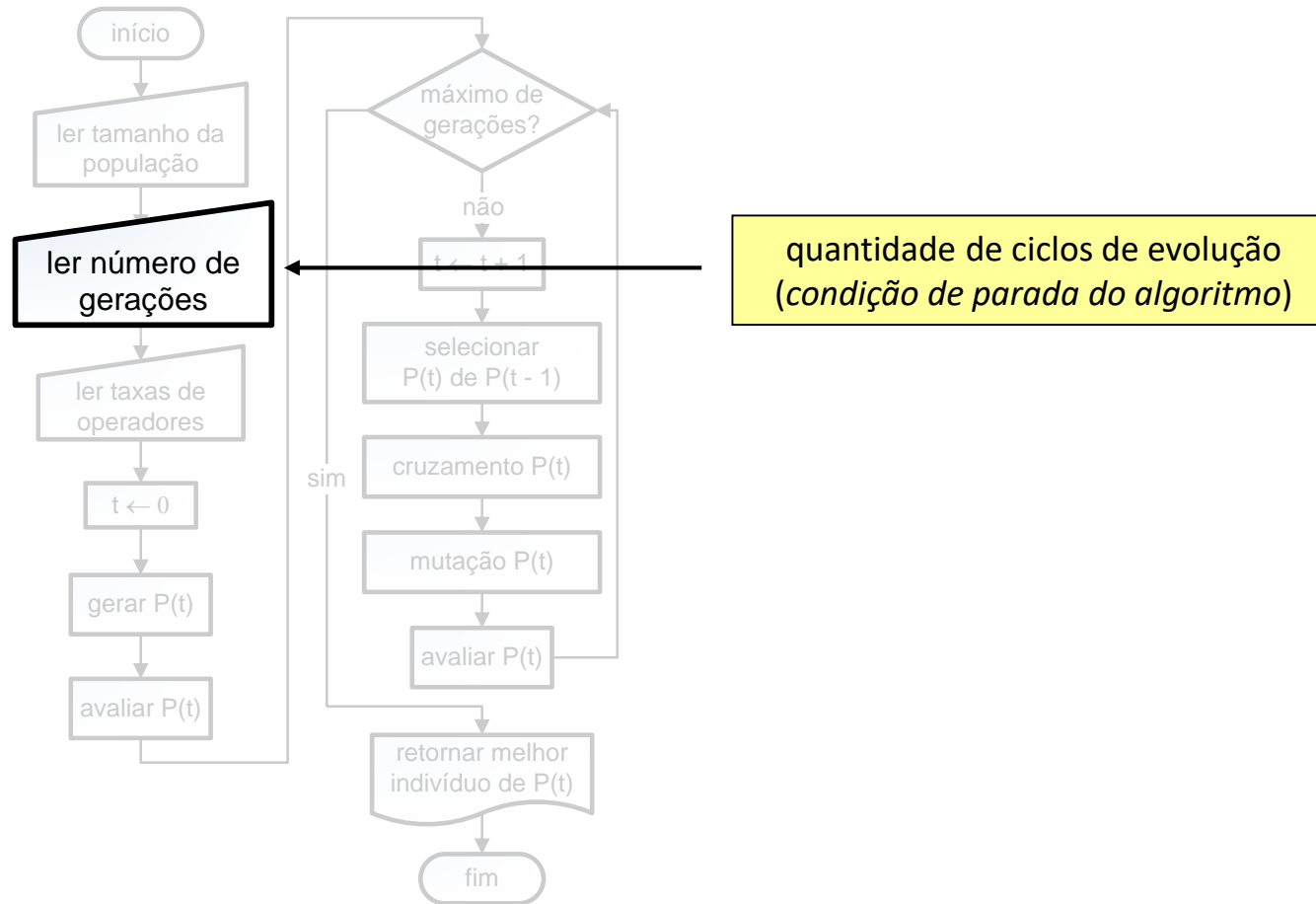




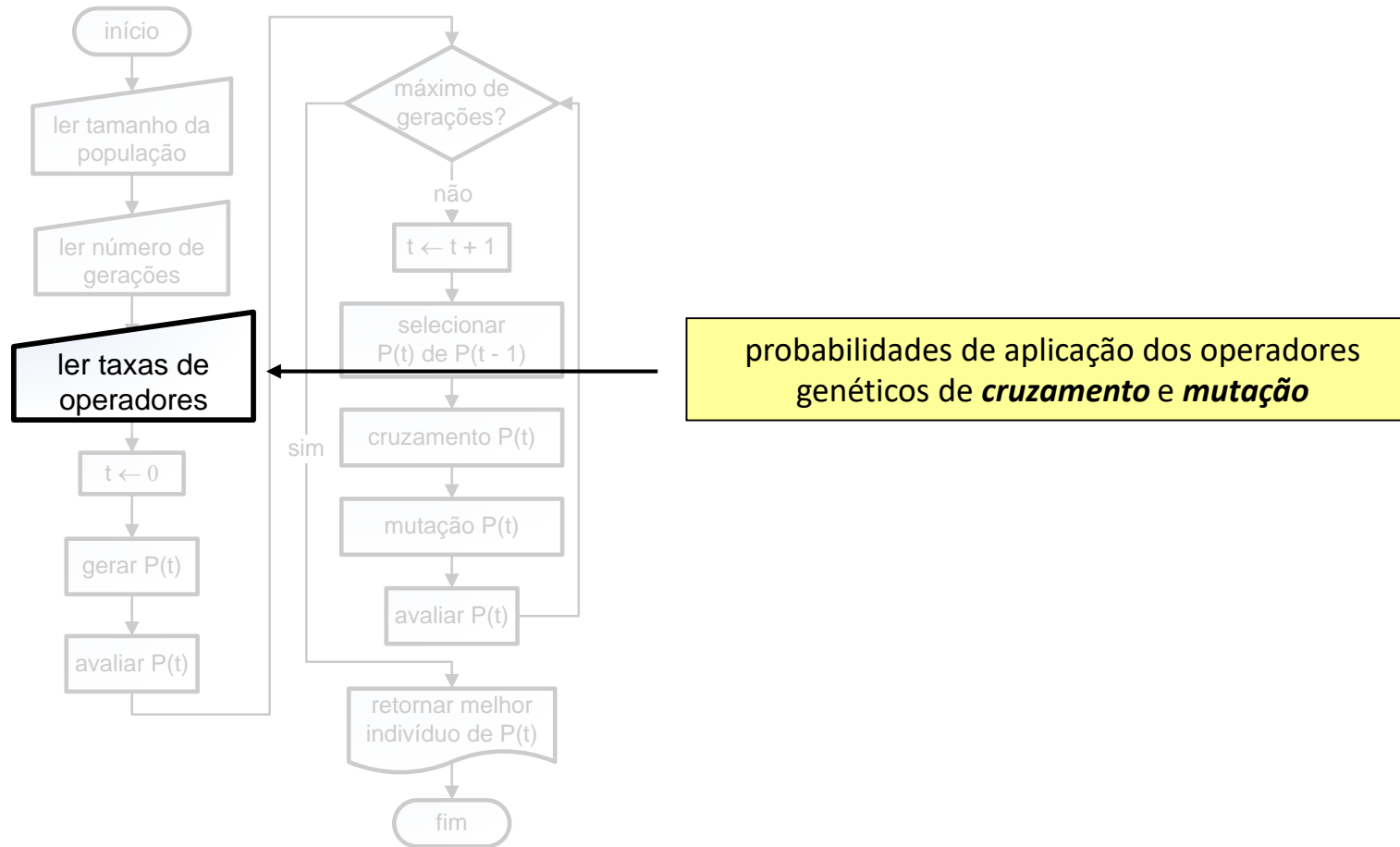
# ALGORITMOS GENÉTICOS



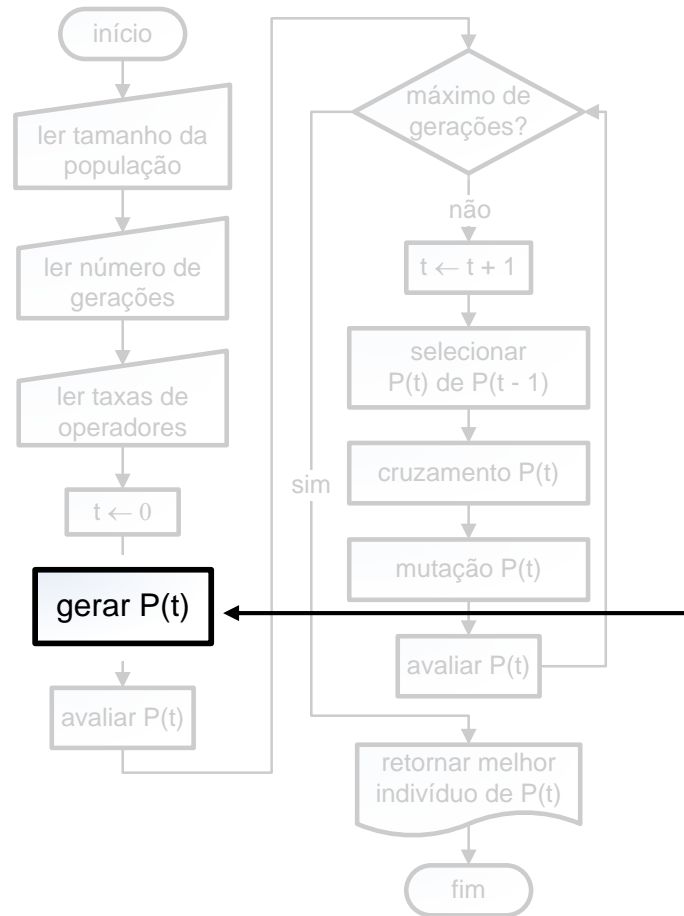
# ALGORITMOS GENÉTICOS



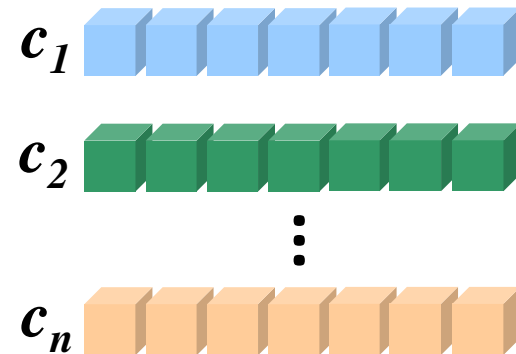
# ALGORITMOS GENÉTICOS



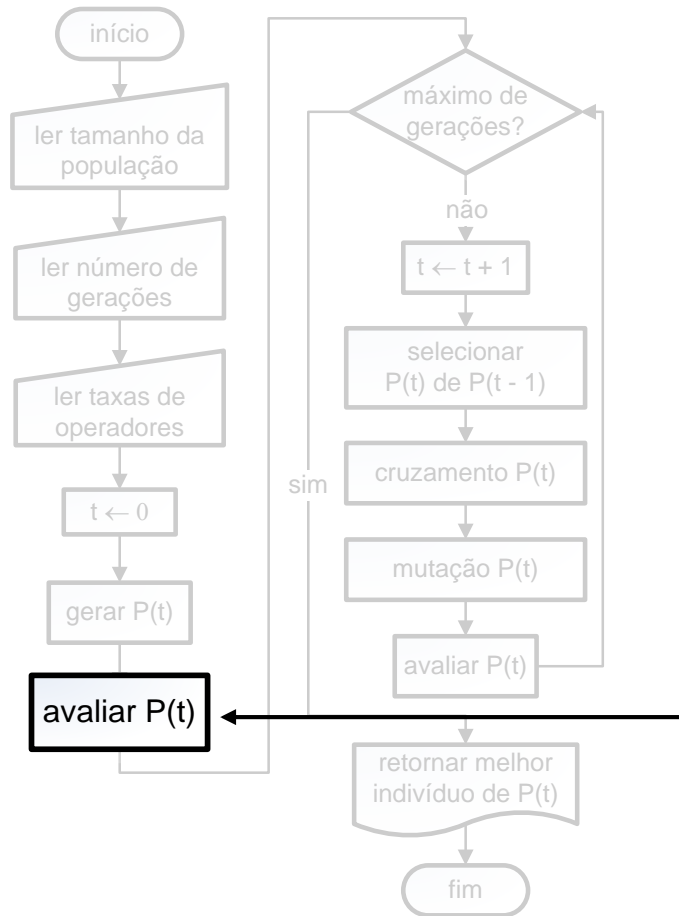
# ALGORITMOS GENÉTICOS



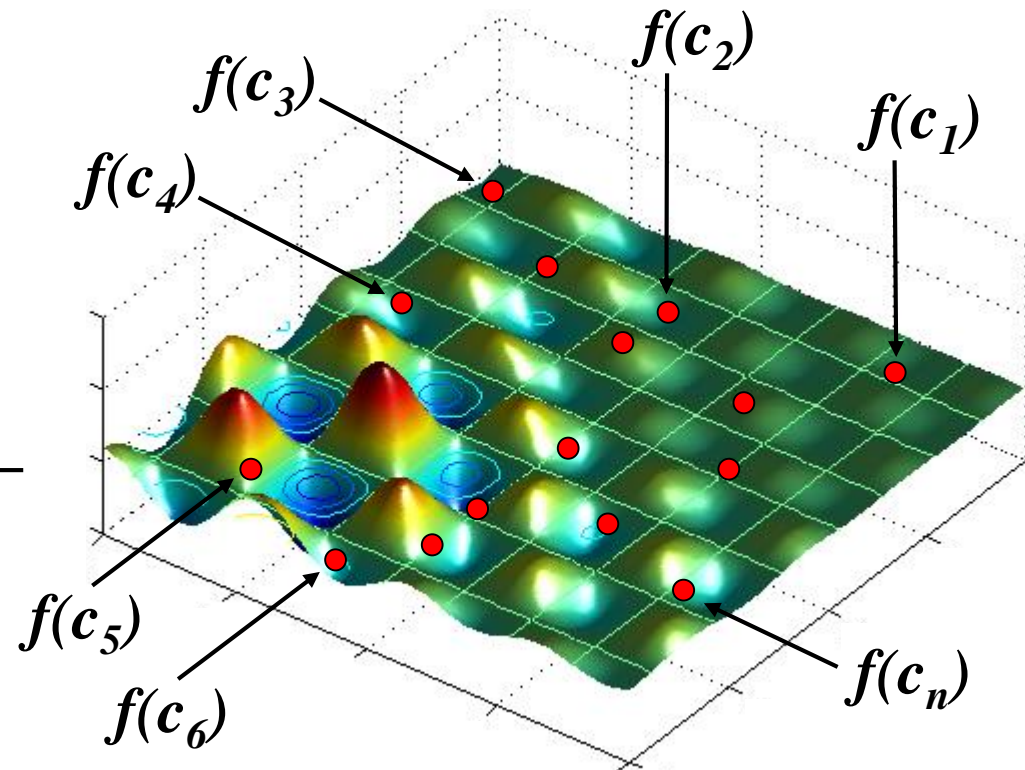
gera a população inicial de indivíduos



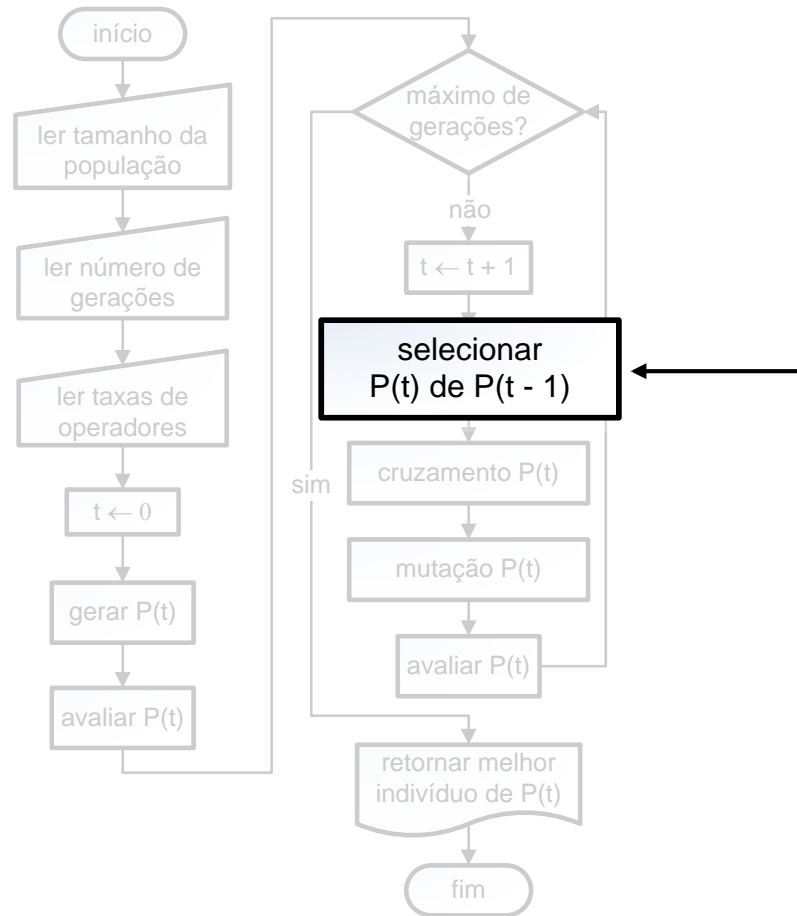
# ALGORITMOS GENÉTICOS



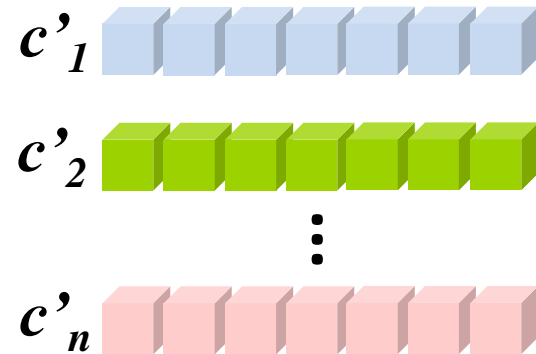
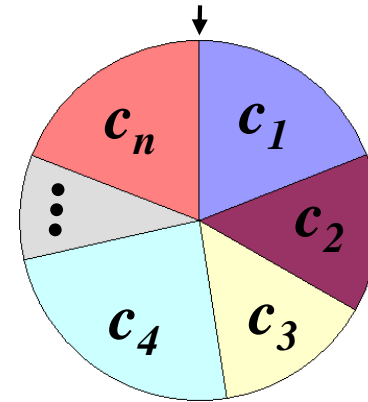
avalia os indivíduos da população inicial



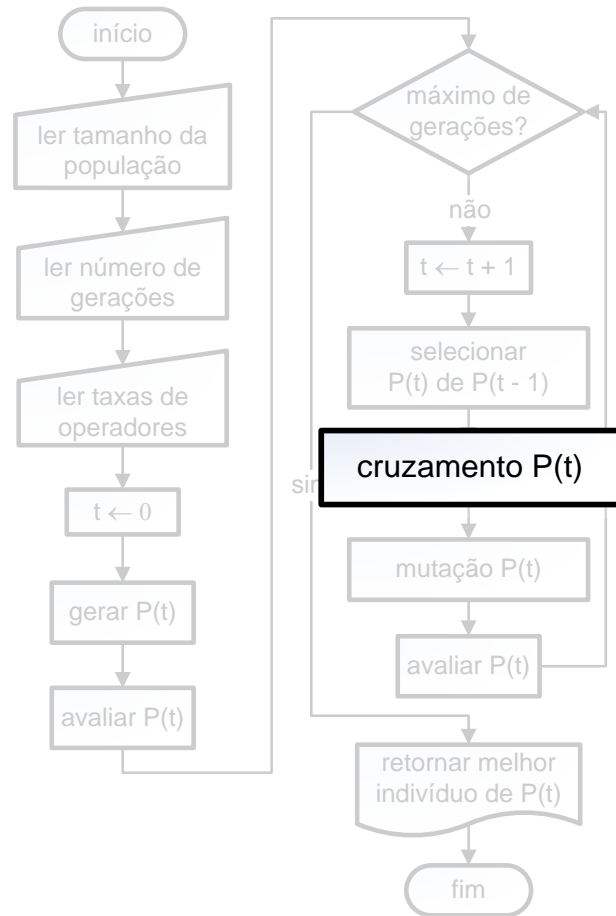
# ALGORITMOS GENÉTICOS



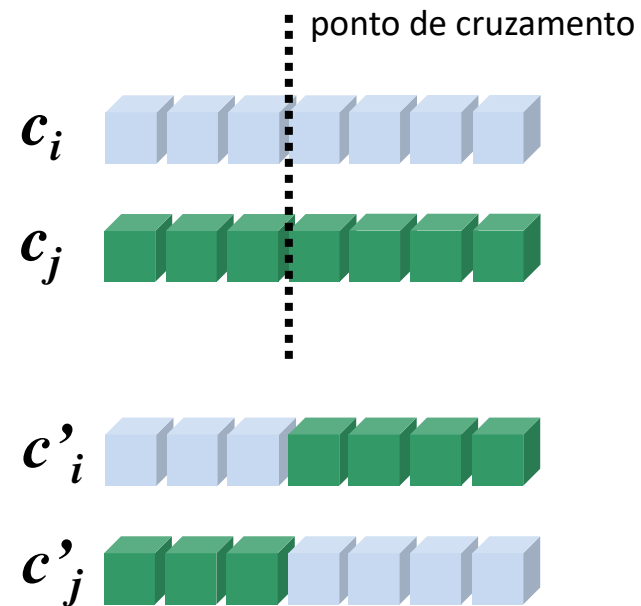
seleciona os indivíduos para compor a próxima população



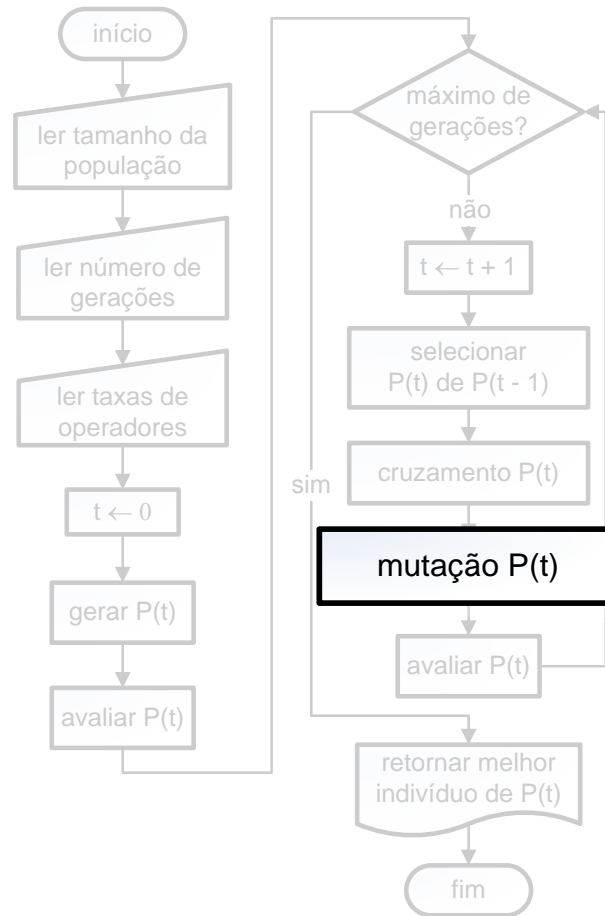
# ALGORITMOS GENÉTICOS



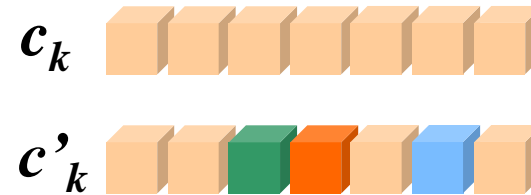
recombina o material genético de dois indivíduos



# ALGORITMOS GENÉTICOS

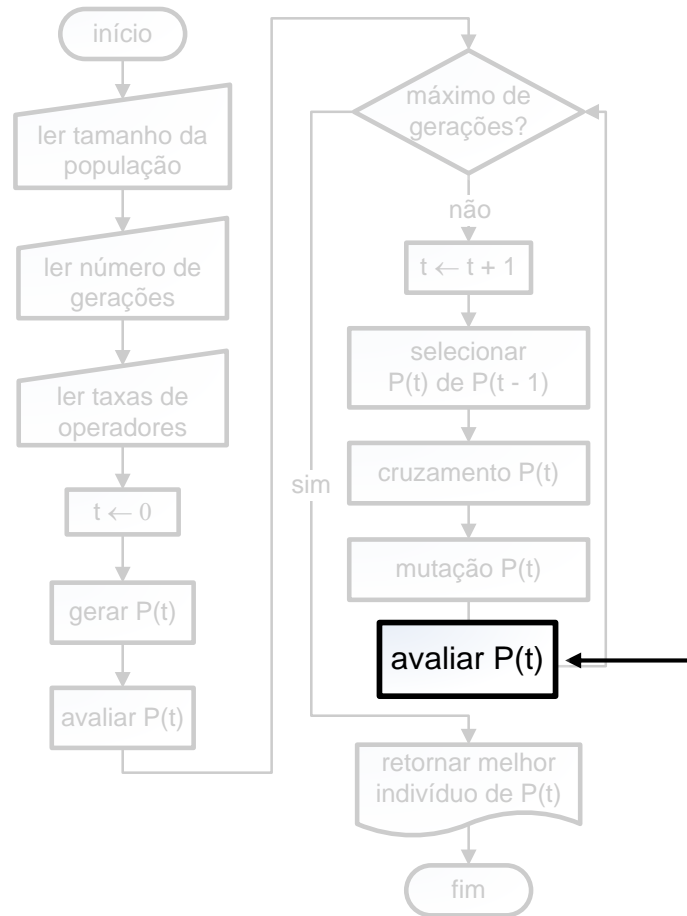


modifica um ou mais genes do indivíduo

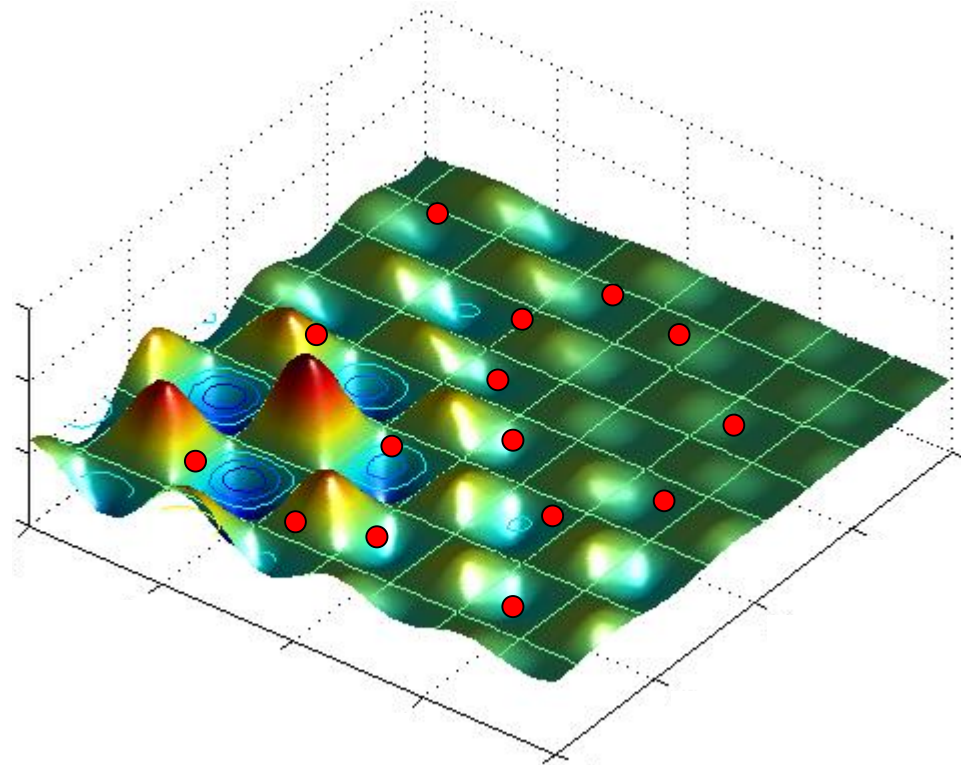




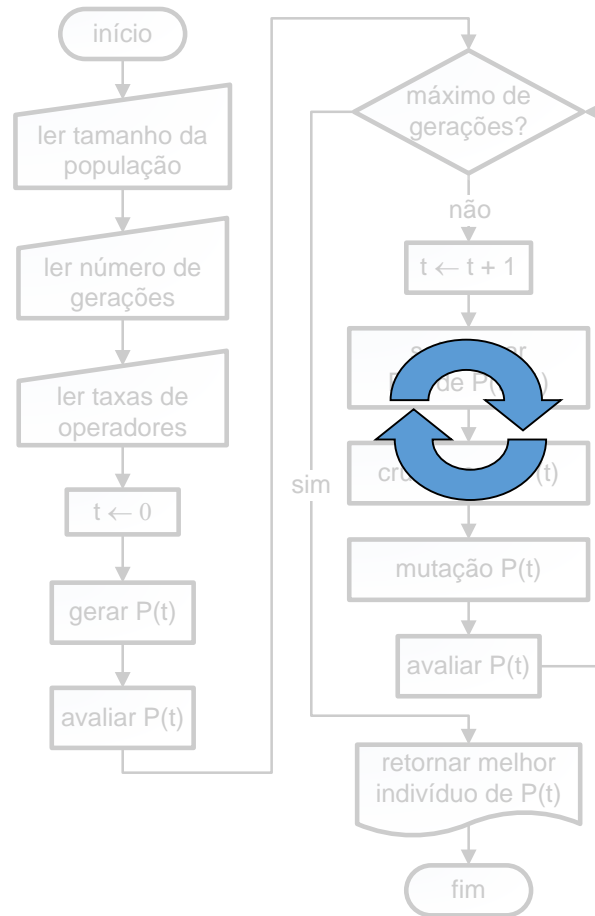
# ALGORITMOS GENÉTICOS



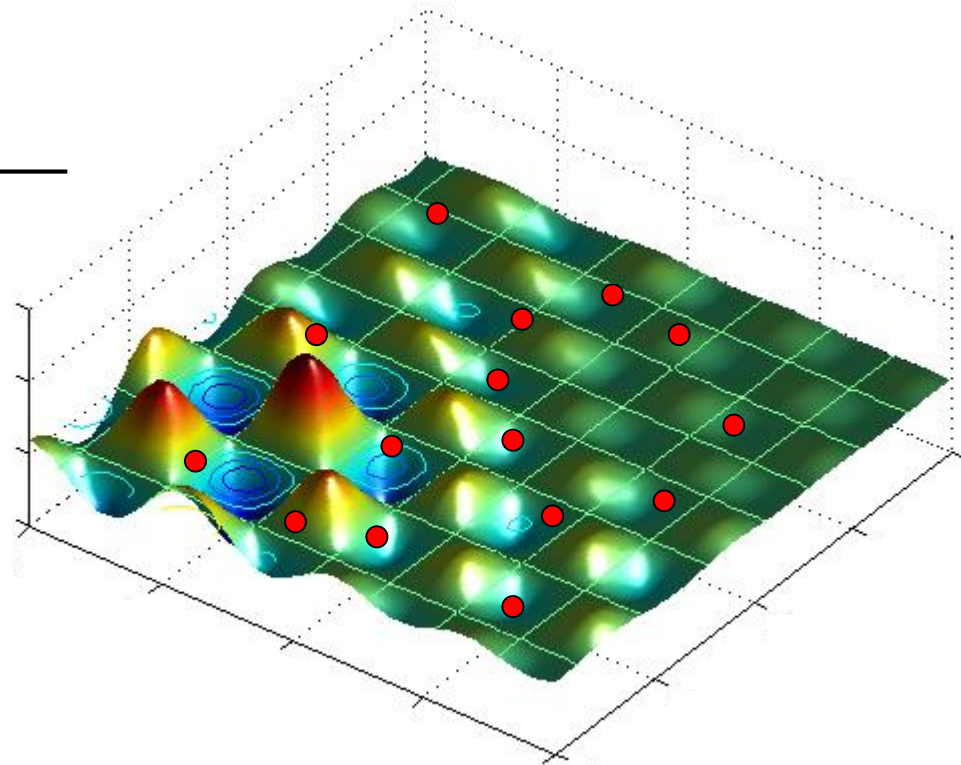
avalia os indivíduos



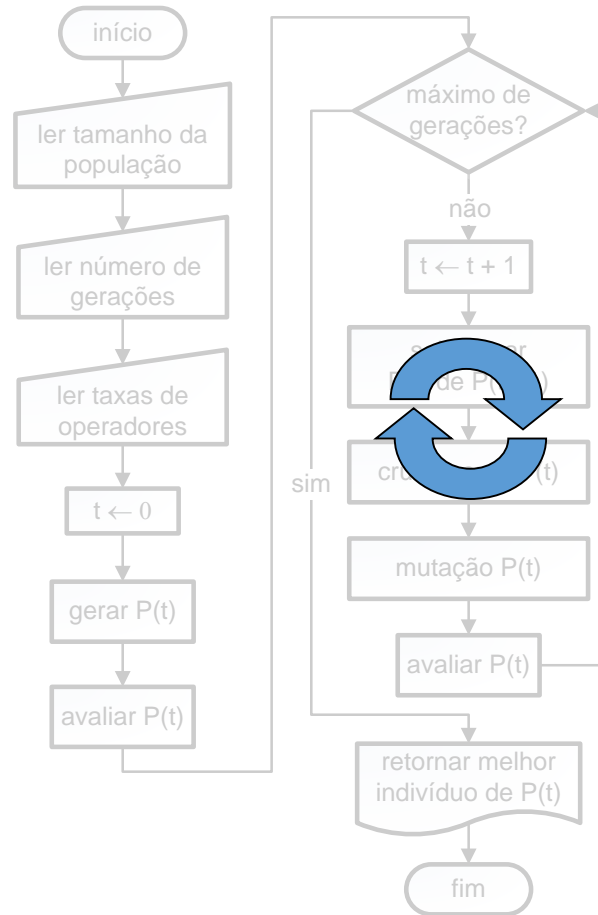
# ALGORITMOS GENÉTICOS



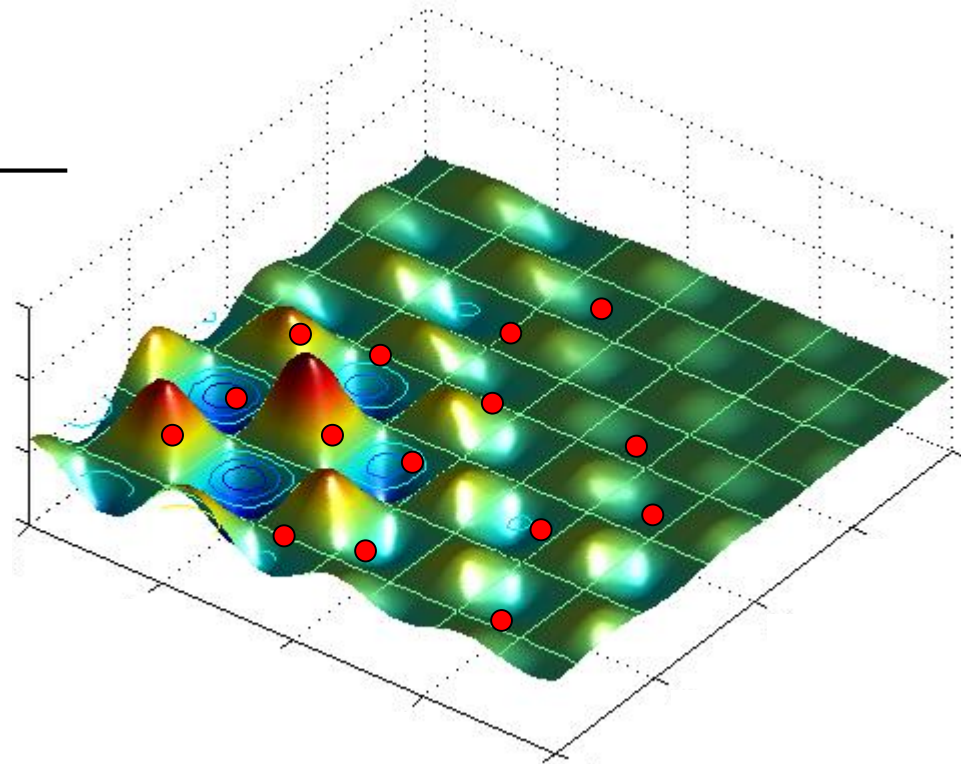
ciclos de evolução



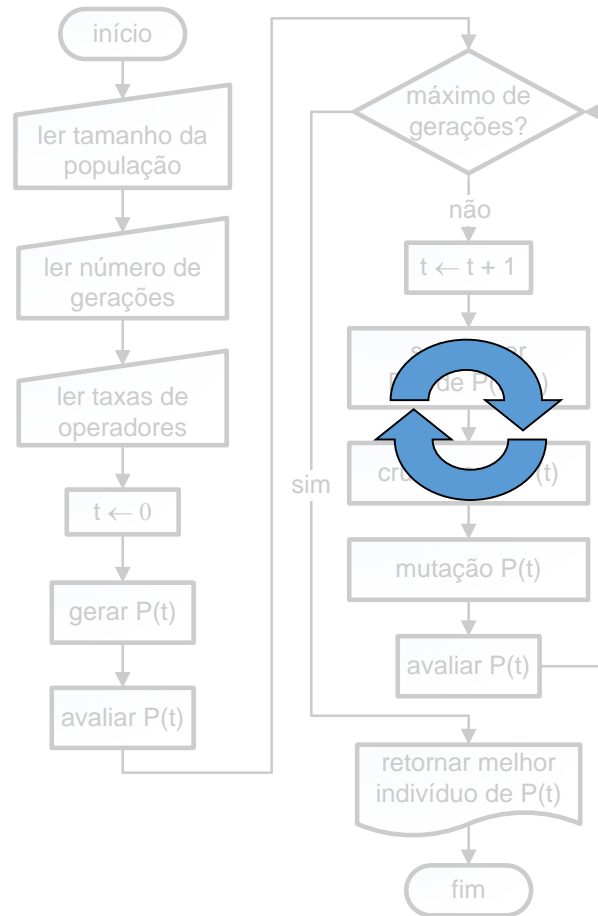
# ALGORITMOS GENÉTICOS



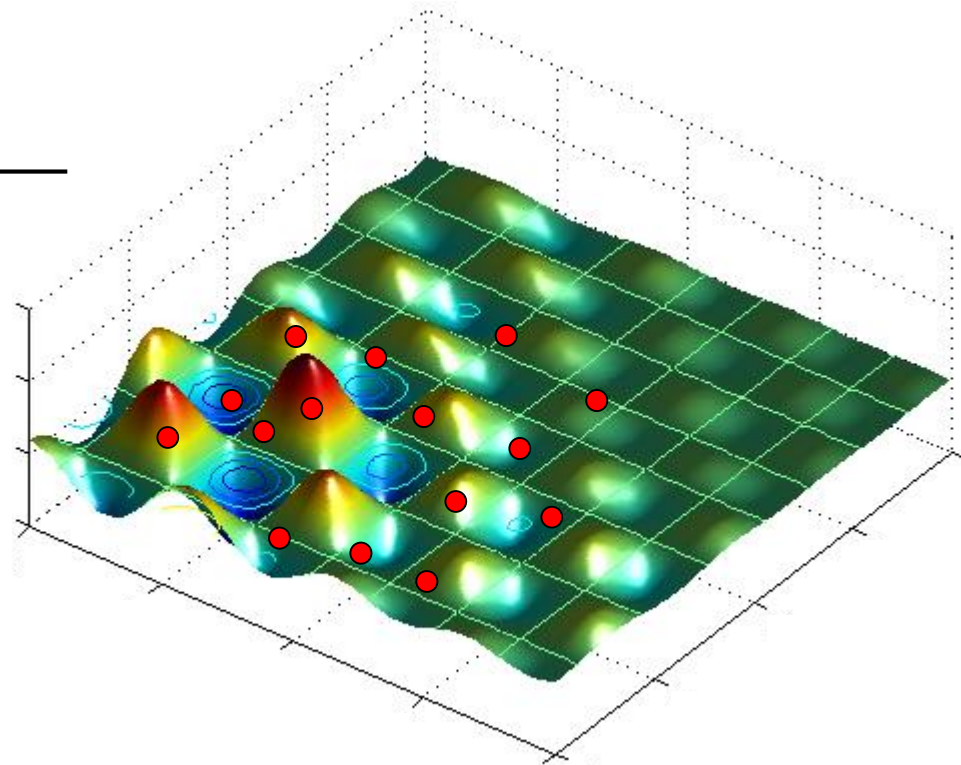
ciclos de evolução



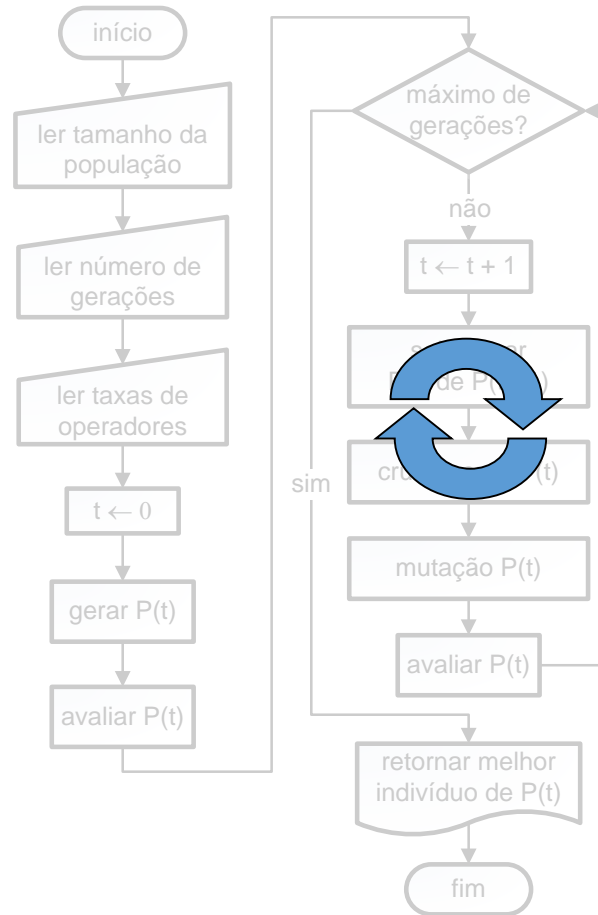
# ALGORITMOS GENÉTICOS



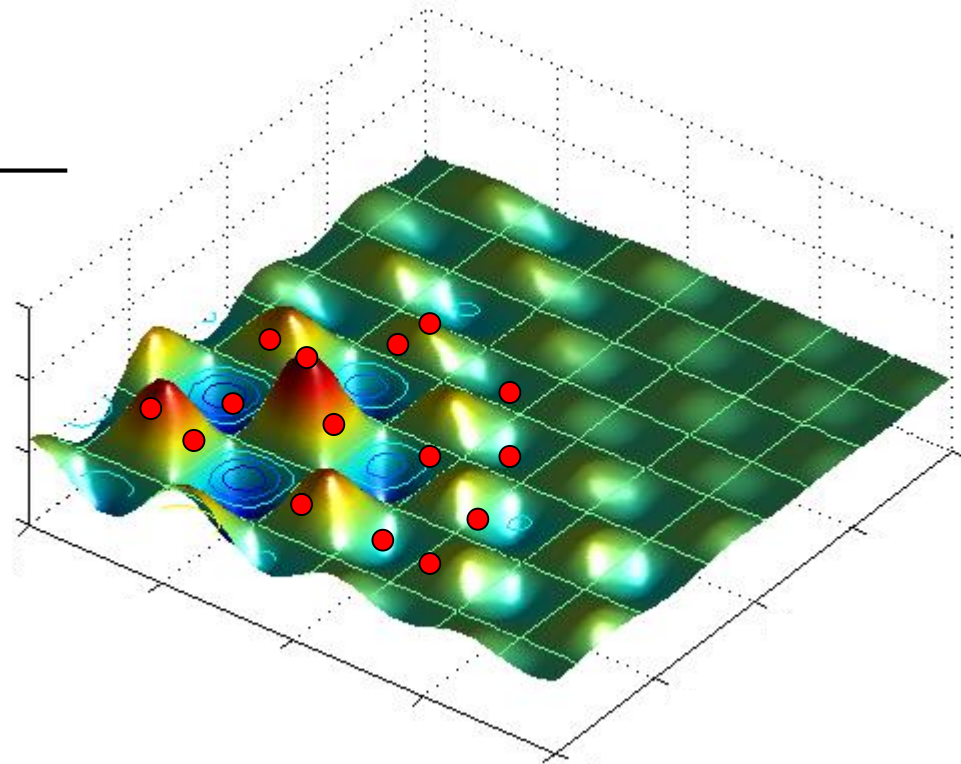
ciclos de evolução



# ALGORITMOS GENÉTICOS

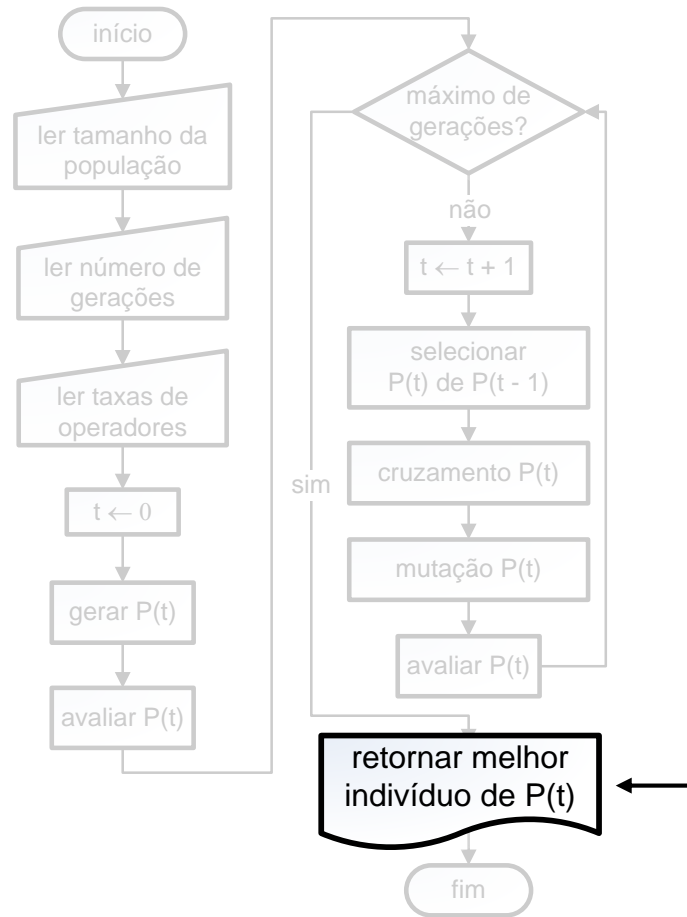


ciclos de evolução

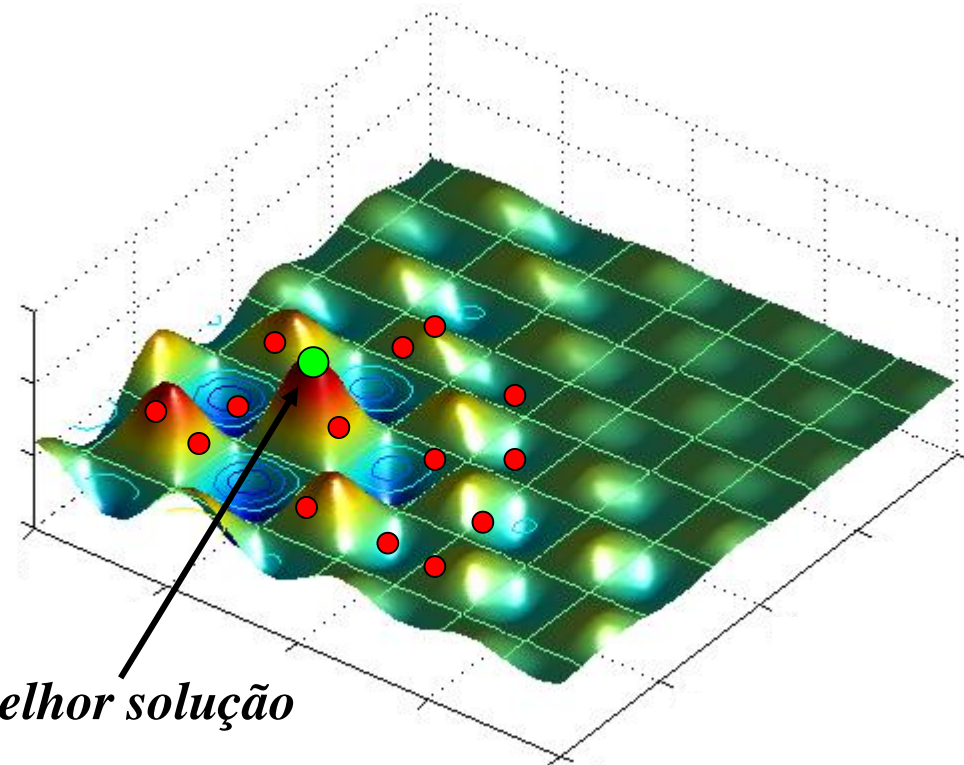




# ALGORITMOS GENÉTICOS



retorna a melhor solução encontrada ao final do processo evolutivo



# ALGORITMOS GENÉTICOS

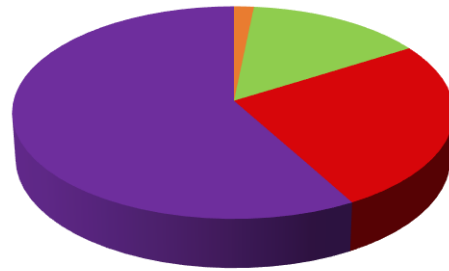
1. Problema
2. Representação
3. Decodificação
4. Avaliação
5. Seleção
6. Operadores
7. Técnicas
8. Parâmetros



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Seleção

- Método da roleta



0001	1	1	$1 > 49,6$	✗
0011	9	10	$10 > 49,6$	✗
0100	16	26	$26 > 49,6$	✗
0110	36	62	$62 > 49,6$	✓
		62		

Sorteio um número  
entre 0 e 1

0,8

$$0,8 * 62 = 49,6$$

Nova população

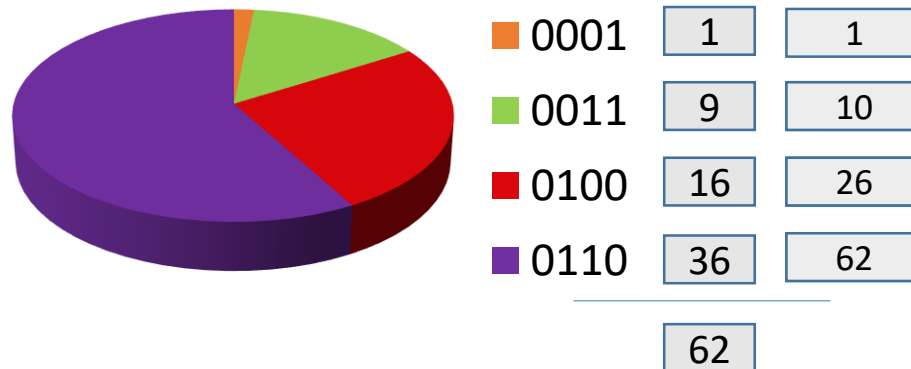
0110



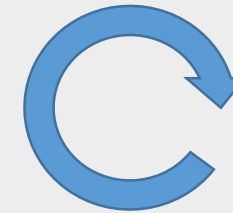
# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Seleção

- Método da roleta



Até que toda a nova população seja preenchida



Nova população

0110  
0100

# SELEÇÃO PELA ROLETA

**Objetivo:** *Selecionar indivíduos aleatoriamente, proporcionando maiores chances de reprodução aos mais aptos.*

## Método por Computador

- Encontre a soma da aptidão de todos os membros da população  
 $A_T = \sum A_i \quad (0 \Leftrightarrow i \Leftrightarrow \text{pop\_size}-1)$
- Gere um número aleatório  $0 \Leftrightarrow \text{rand} \Leftrightarrow A_T$
- Pegue o primeiro membro da população  $I_k$  cuja aptidão somada às aptidões dos membros precedentes é maior ou igual a rand.

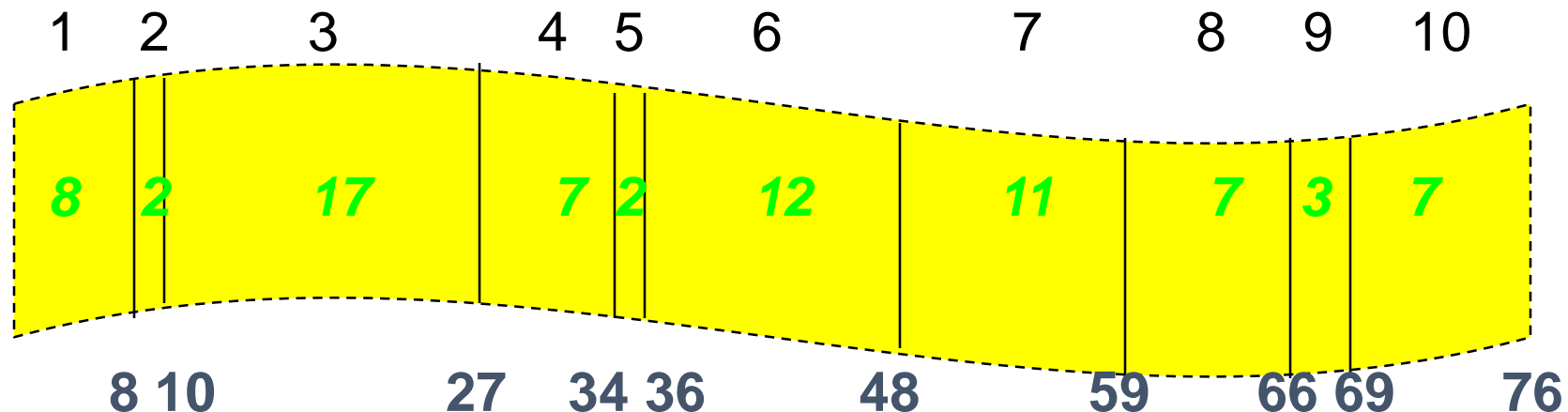
$$\sum A_i \downarrow \text{rand} \quad (i \leq k)$$



# SELEÇÃO PELA ROLETA

<i>Cromossoma</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Aptidão</i>	8	2	17	7	2	12	11	7	3	7
$\Sigma A_i$	8	10	27	34	36	48	59	66	69	76

<i>Número Aleatório</i>	23	49	76	13	1	27	57
<i>Selecionado</i>	3	7	10	3	1	3	7



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Operadores Genéticos

- Os operadores genéticos tem a função de modificar os indivíduos e consequentemente gerar novos indivíduos;
- Para isso são utilizados dois tipos de operadores distintos:
  - cruzamento
  - mutação



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Operadores Genéticos

Utilizando os operadores genéticos de cruzamento e de mutação, os Algoritmos Genéticos conseguem um equilíbrio entre:

- a capacidade de exploração do espaço de soluções; e
- o aproveitamento das melhores soluções ao longo da evolução;

Com isso, se mostram interessantes para a resolução de problemas complexos de otimização



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Operadores Genéticos

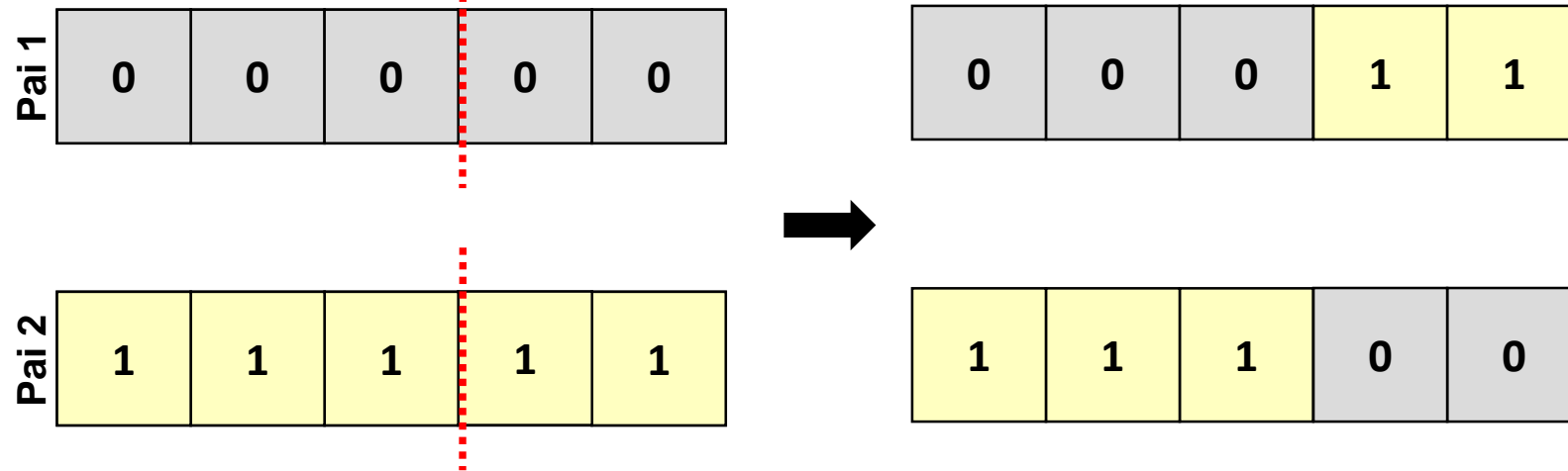
- Cruzamento
  - consiste em recombinar o material genético de dois indivíduos a fim de criar dois novos indivíduos;
  - esse operador tem a função de extrair genes de diferentes indivíduos, e recombina-los para formar novos indivíduos.



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Operadores Genéticos

- Cruzamento – 1 ponto de corte

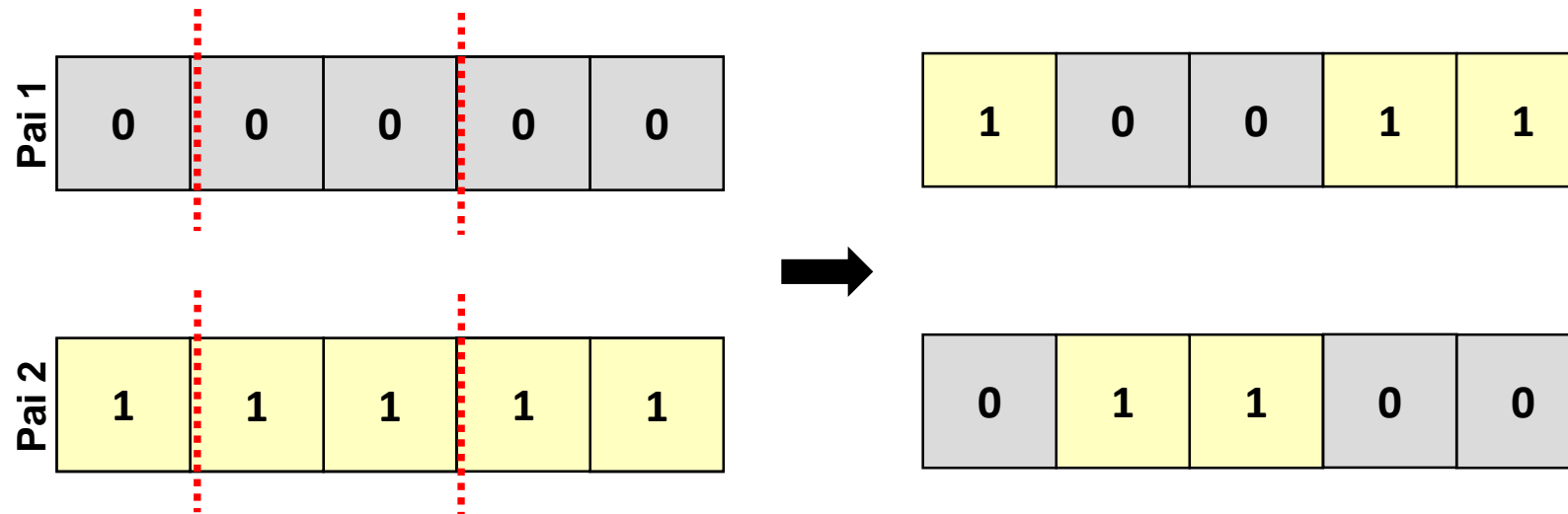


- Existem outros operadores de cruzamento, como por exemplo, de 2 pontos de cortes, uniforme, baseado em maioria, etc.

# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Operadores Genéticos

- Cruzamento – 2 pontos de corte

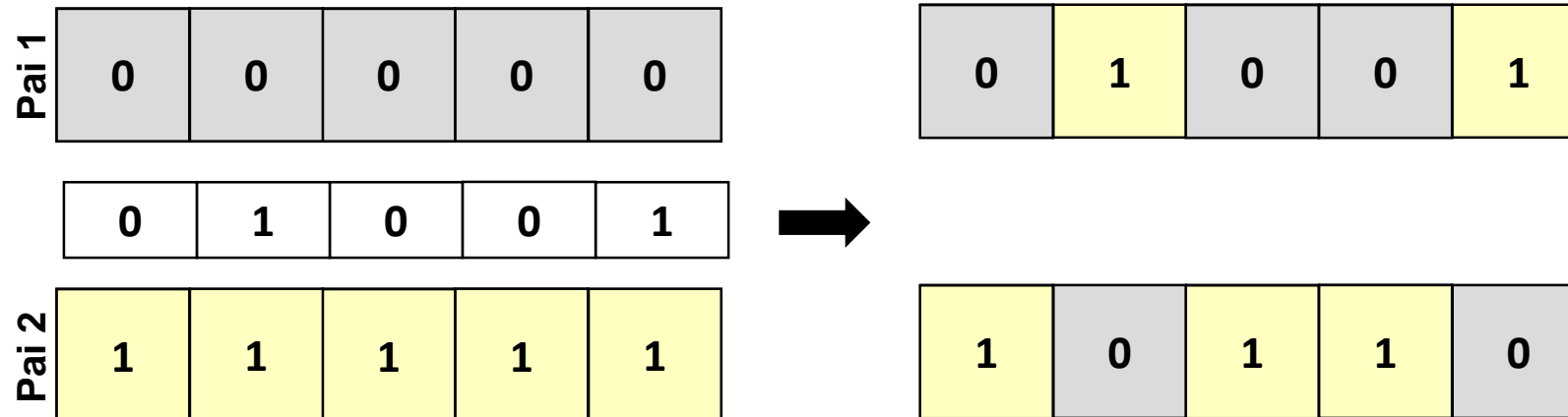




# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Operadores Genéticos

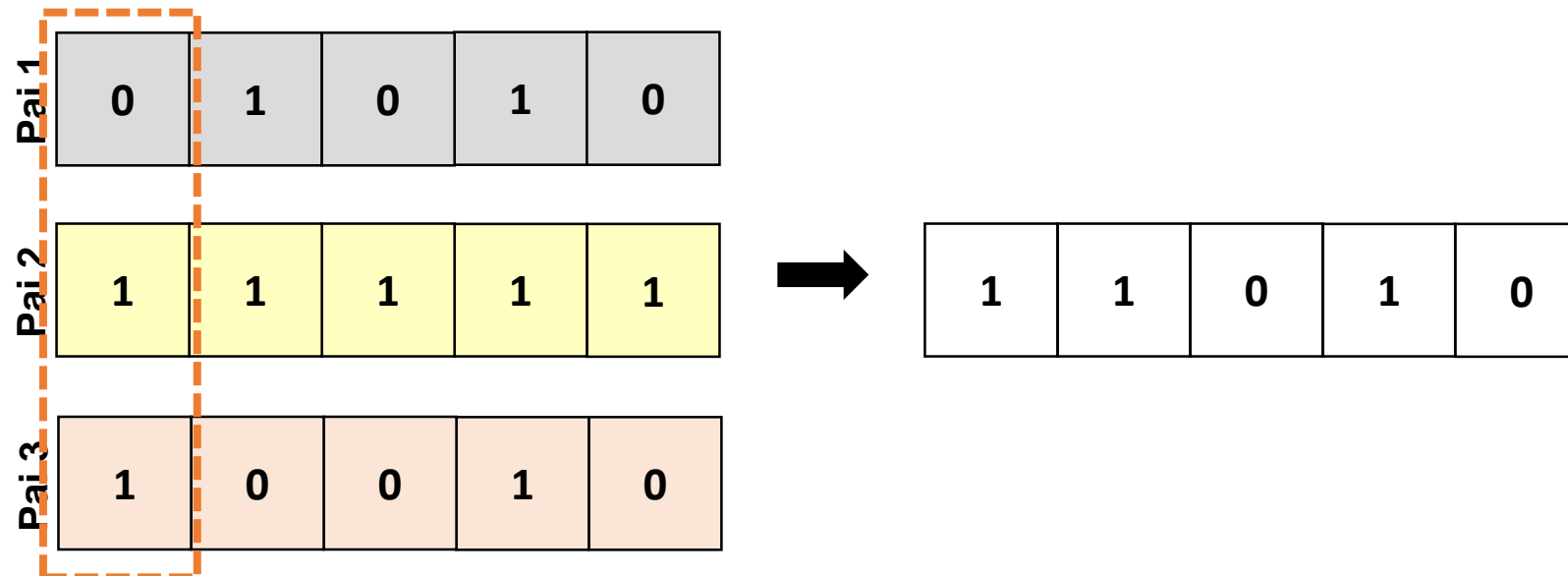
- Cruzamento - uniforme



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Operadores Genéticos

- Cruzamento – baseado em maioria



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Operadores Genéticos

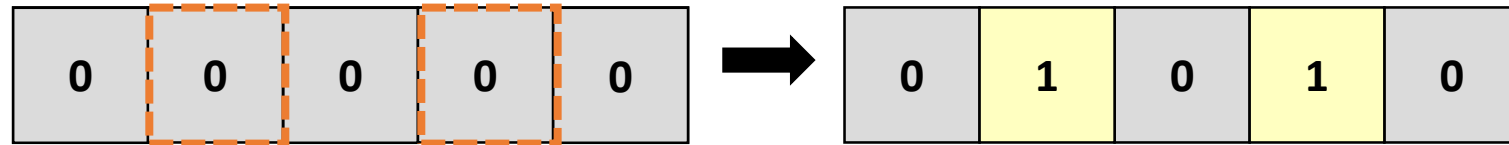
- **Mutação**
  - introduz diversidade em uma população, ou seja, é responsável pela variação dos indivíduos;
  - consiste em aplicar modificações aleatórias em uma ou mais características de um indivíduo para criar um novo.



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Operadores Genéticos

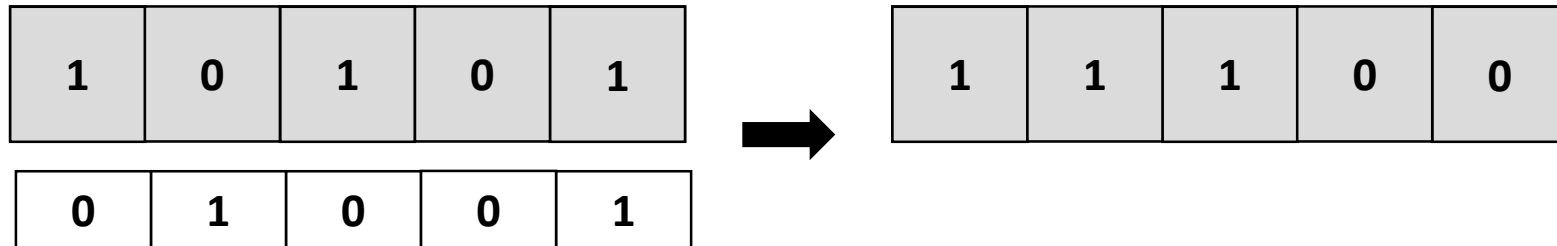
- Mutação



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Operadores Genéticos

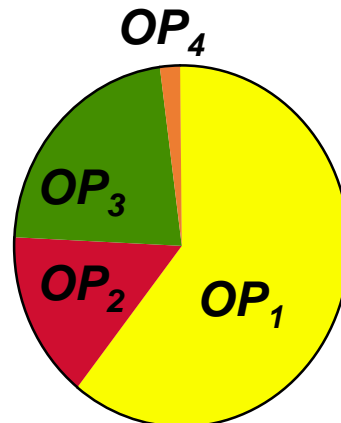
- Mutação - uniforme



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Operadores Genéticos

- GAs podem incorporar diversos operadores genéticos.
- **Qual operador usar** a cada instante?
- Operadores não devem ser usados todos, com a mesma intensidade a cada fase da evolução
  - *mais crossover no início e mais mutação no final da evolução.*
- **Solução:** uma **roleta** sorteia **um operador** a cada reprodução.
- **Pesos** (chances) dos operadores são parâmetros do algoritmo.



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Exercícios



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Técnicas e Parâmetros

Entre as gerações:

- É possível que todos os pais sejam descartados e seus filhos tornam-se os pais da nova geração, e com isso bons indivíduos se perdem ao longo das gerações;
- Ou que os indivíduos tenham uma “expectativa de vida” que seja proporcional a sua qualidade, o que faz com que o tamanho da população possa crescer caso a avaliação de todos os indivíduos seja muito boa;





# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Técnicas e Parâmetros

- Elitismo
- Reprodução Steady State
- Ajuste dos Parâmetros



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Técnicas e Parâmetros

Entre as gerações:

- O melhor indivíduo da geração não “morre”, passa para a geração seguinte - Elitismo;
- Um percentual dos melhores indivíduos da geração não “morrem”, passam para a geração seguinte - Steady State;
- Um percentual dos melhores indivíduos da geração não “morrem”, passam para a geração seguinte, contudo indivíduos idênticos são descartados - Steady State sem duplicados ;



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Elitismo

- Melhor cromossoma de  $P(t)$  é copiado em  $P(t+1)$ , após o mutação e crossover.
- Reduz o efeito aleatório do processo seletivo.
- Garante que o melhor indivíduo da próxima geração é melhor ou igual ao da geração anterior.



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Steady State

- Substituição parcial de indivíduos a cada geração
- Bons indivíduos (material genético) são preservados, garantindo mais chances de reprodução
- Indivíduos mantidos não precisam ser reavaliados
- Método:
  - Crie n filhos (seleção+crossover+mutação)
  - Elimine os n piores membros da população
  - Avalie e introduza os filhos na população
- **GAP** = fração da população que é **trocada**

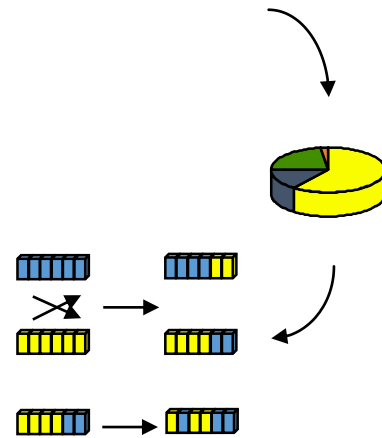


# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Steady State

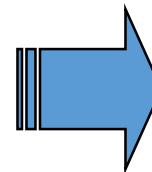
C19	120
C18	110
C17	100
C16	99
C15	95
C14	81
C13	76
C12	67
C11	58
C10	44
C9	42
C8	36
C7	22
C6	20
C5	19
C4	17
C3	10
C2	8
C1	5

avaliações  
de  $P(t)$



38
6
121
88
58
17

crie  $n$   
novos



120
110
100
99
95
81
76
67
58
44
42
36
22
38
6
121
88
58
17

substitua os  $n$   
piores

ordena



121
120
110
100
99
95
88
81
76
67
58
58
44
42
38
36
22
17
6

avaliações  
de  $P(t+1)$



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Steady State sem duplicados

- Substituição parcial de indivíduos com **exclusão de duplicados**
- Evita os **duplicados que são mais frequentes** com steady state (populações mais estáticas)
- Maior **eficiência do paralelismo** de busca, garantindo pop\_size indivíduos diferentes
- Descendentes duplicados são desprezados



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Ajuste dos parâmetros

- **Variação dos parâmetros** do GA durante a execução, de modo a alcançar maior desempenho.
- Parâmetros:
  - taxa de crossover
  - taxa de mutação
  - taxa incremento da normalização da aptidão
  - pesos dos operadores, etc
- Interpolação linear define:
  - valores **inicial e final do parâmetro e frequência** de ajuste.



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Desempenho dos AGs

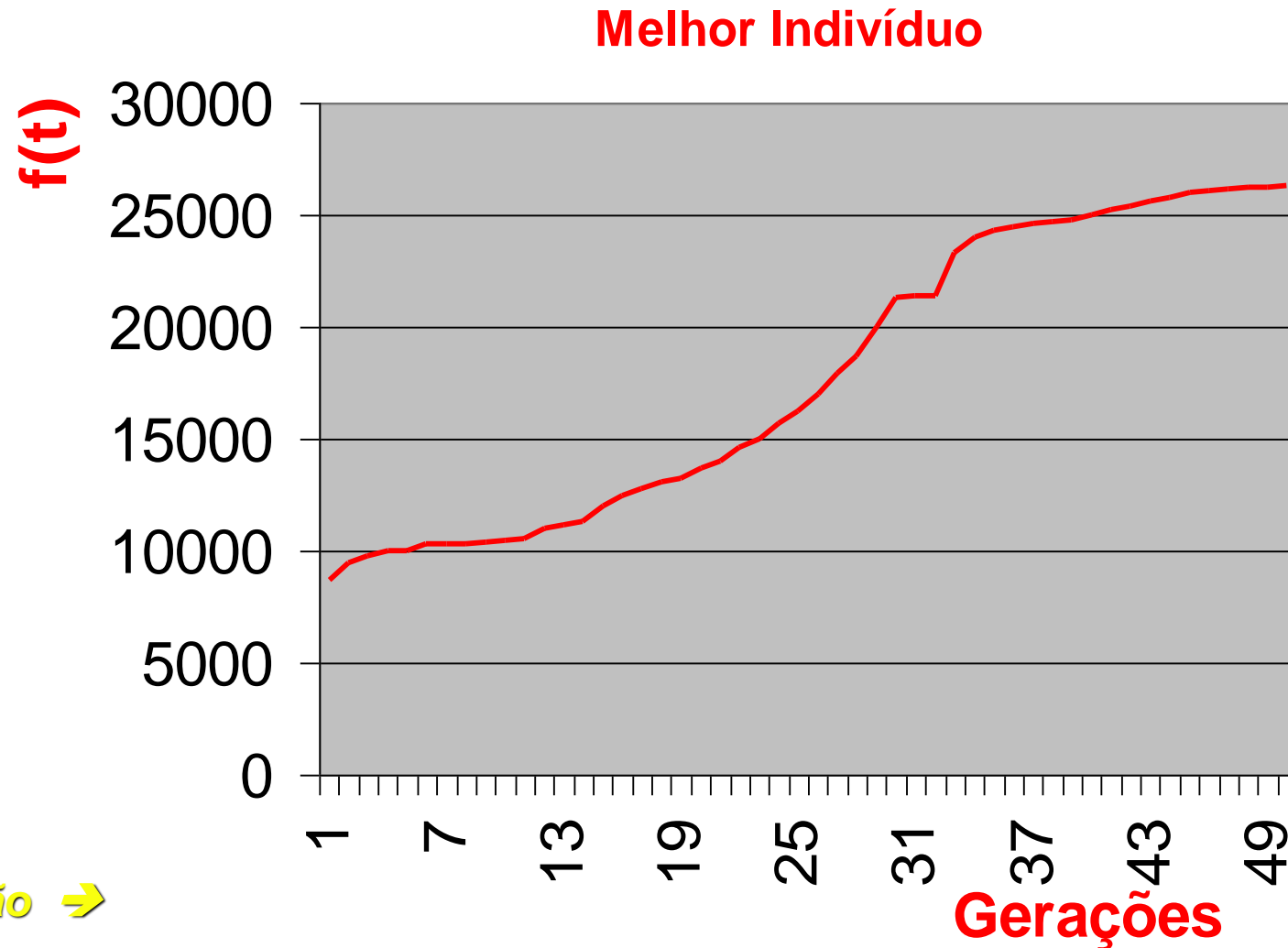
O desempenho do algoritmo genético pode ser medido pelo grau de evolução alcançado durante o processo evolucionário.

Para tanto, devido à natureza estocástica dos AGs é necessário avaliar o resultado médio de vários experimentos para se ter uma ideia do desempenho do algoritmo genético desenvolvido.





# Evolução dos Indivíduos



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Desempenho dos AGs

- Aspectos importantes:
  - convergência do GA
  - proximidade dos melhores cromossomas a um mínimo local
  - diversidade da população



# ALGORITMOS GENÉTICOS

## Exercícios

