

Algoritmos Evolutivos

Fundamentos e Aplicações

Prof. Juan Moisés Mauricio Villanueva

jmauricio@cear.ufpb.br

www.cear.ufpb.br/juan

Conteúdo

- Introdução
- Algoritmos Genéticos (AG) ->> Binarias
- Estratégias Evolutivas (EE) ->> Decimais
- Aplicações
- Conclusões

Introdução

- Diversos problemas de ciência e engenharia requerem aplicar técnicas de otimização.
 - ✓ Otimização de parâmetros
 - ✓ Consideração de restrições dos parâmetros
 - ✓ Um amplo espaço de busca de soluções

Introdução

- Exemplos de problemas em que se requer implementar **procedimentos de otimização**
 - ✓ Otimização de funções matemáticas
 - ✓ Problema do carteiro viajante
 - ✓ Otimização de rotas de veículos
 - ✓ Otimização de projeto de circuitos eletrônicos
 - ✓ Otimização de planejamento e distribuição

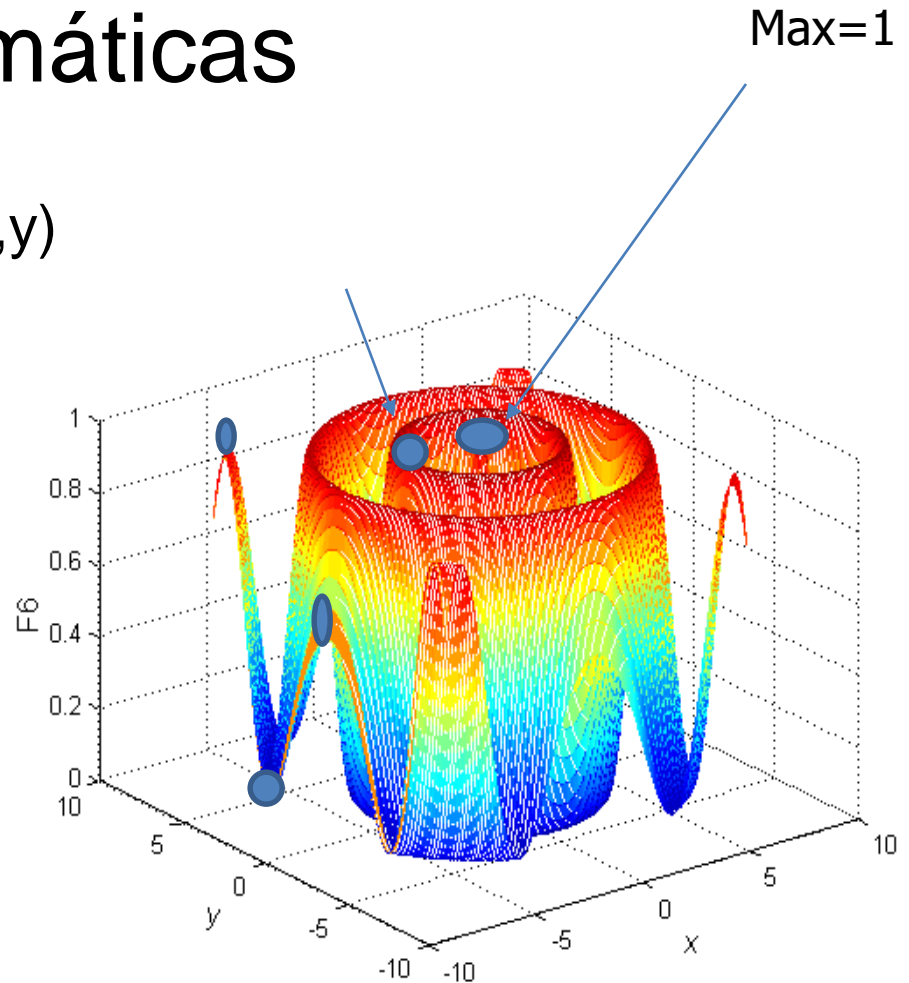
Optimização de Funções Matemáticas

- Maximizar a função $F6(x,y)$

$$F6(x, y) = 0.5 - \frac{\left(\sin\sqrt{x^2 + y^2}\right)^2 - 0.5}{\left(1 + 0.001(x^2 + y^2)\right)^2}$$

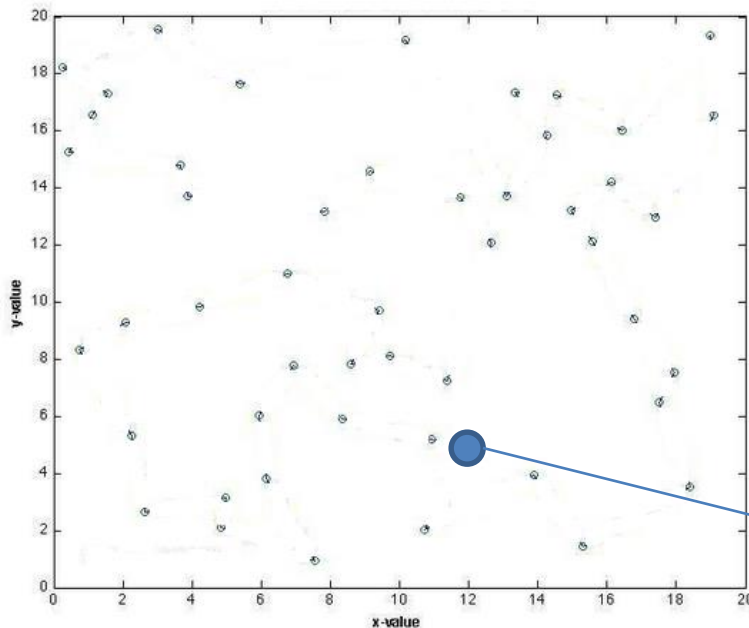
$$-100 \leq x \leq 100$$

$$-100 \leq y \leq 100$$



Problema do Caixeiro Viajante

- Se desejam visitar as cidades desde um ponto de partida, com a **menor distância** e sem passar dois vezes pela mesma cidade



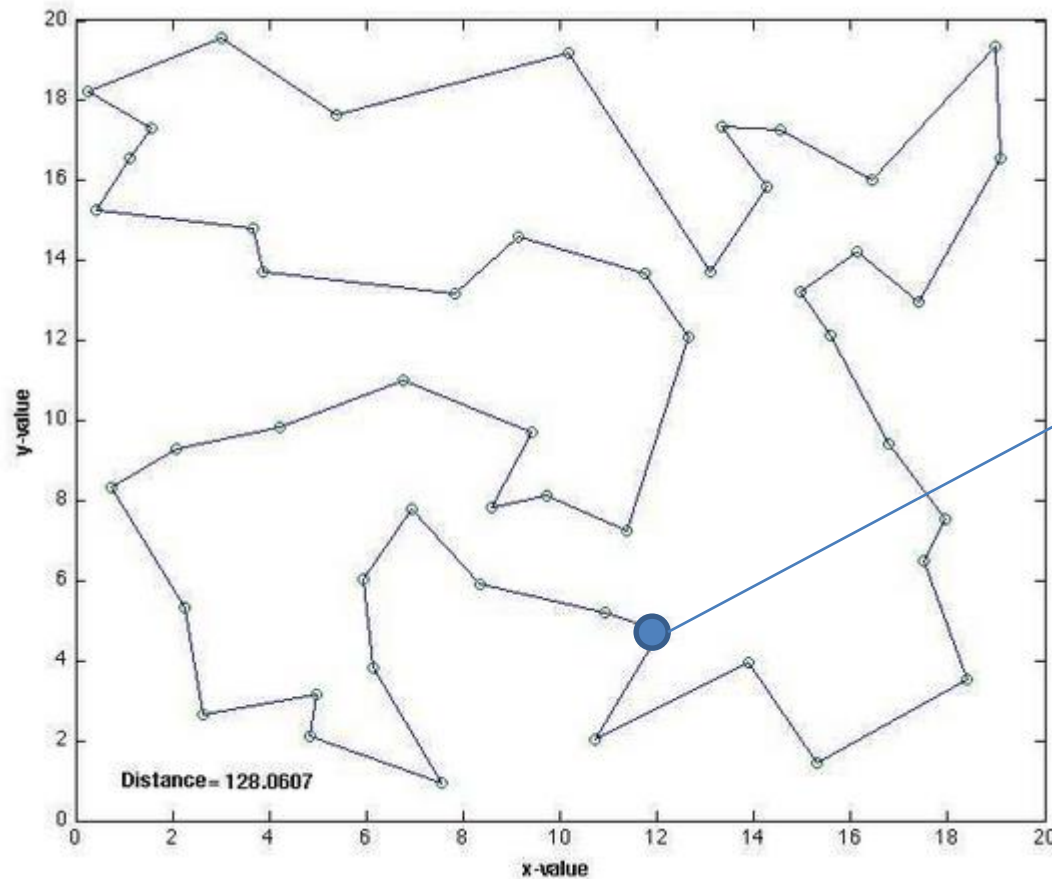
$$\text{Rotas Distintas} = \frac{(N-1)!}{2}$$

Para $N = 50$ cidades

$$\text{Rotas Distintas} = \frac{(50-1)!}{2} \approx 3.0414 \times 10^{62}$$

→ Cidade de partida

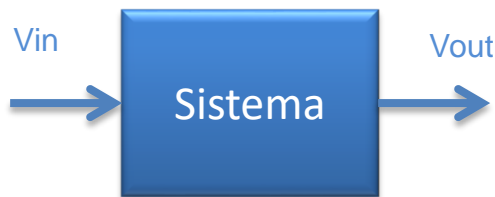
Problema do Caixeiro Viajante



Optimização de Projeto de Circuitos Eletrônicos

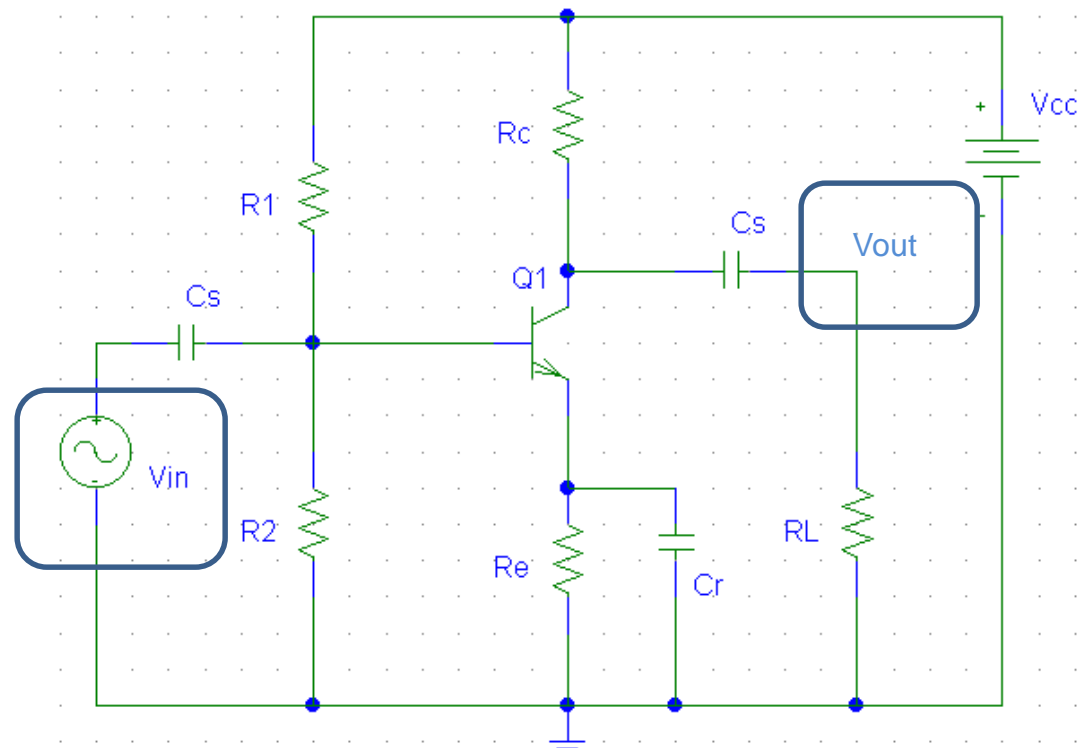
- Para uma resposta de saída desejada, é possível otimizar o projeto do circuito eletrônico usando AG

Amplificador Ganho = 10

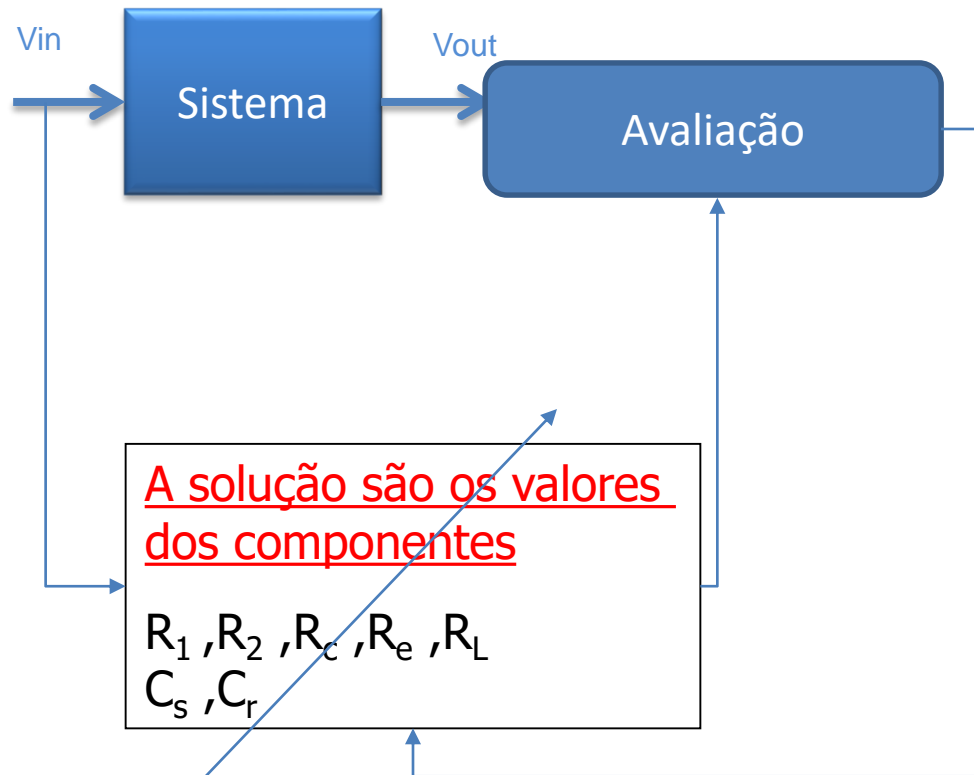


A solução são os valores dos componentes

R_1, R_2, R_c, R_e, R_L
 C_s, C_r

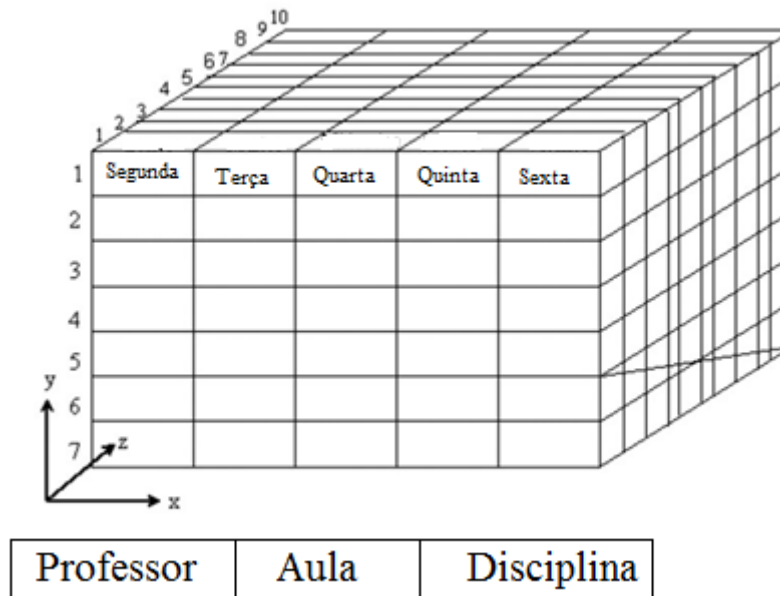


Amplificador Ganho =10



Optimização Planejamento e Distribuição

- Planejamento e maximização de Atividades em Universidades/Empresa em função das disponibilidades/restrições dos funcionários e salas disponíveis



Introdução

- ✓ Otimização de funções matemáticas
- ✓ Problema do caixeiro viajante
- ✓ Otimização de rotas de veículos
- ✓ Otimização de projeto de circuitos eletrônicos
- ✓ Otimização de planejamento e distribuição

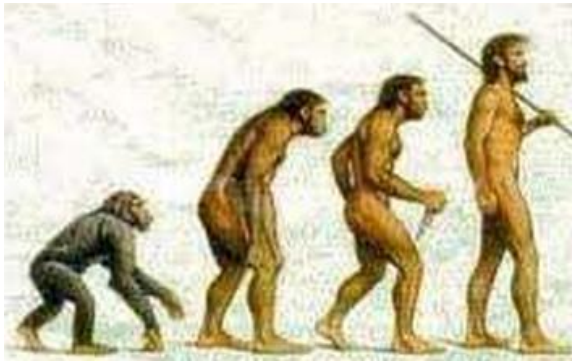


- Uma grande quantidade de possíveis soluções
- Restrições das variáveis
- Problemas de Minimização/Maximização
- Não se ter uma solução matemática (determinística) para resolver o problema

Algoritmos Genéticos (AG)

Algoritmos Genéticos

- Algoritmo de busca e otimização inspirado na seleção natural e reprodução genética

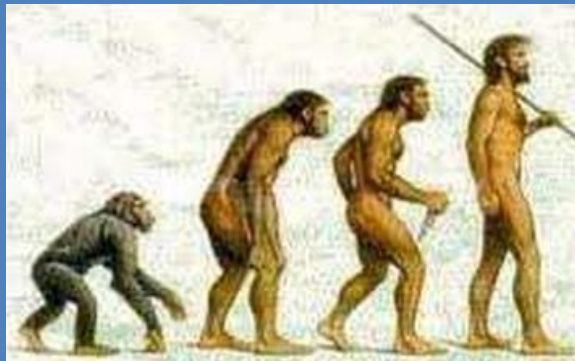


Seleção do mais apto



Reprodução Genética

Algoritmos Genéticos



Seleção do mais apto

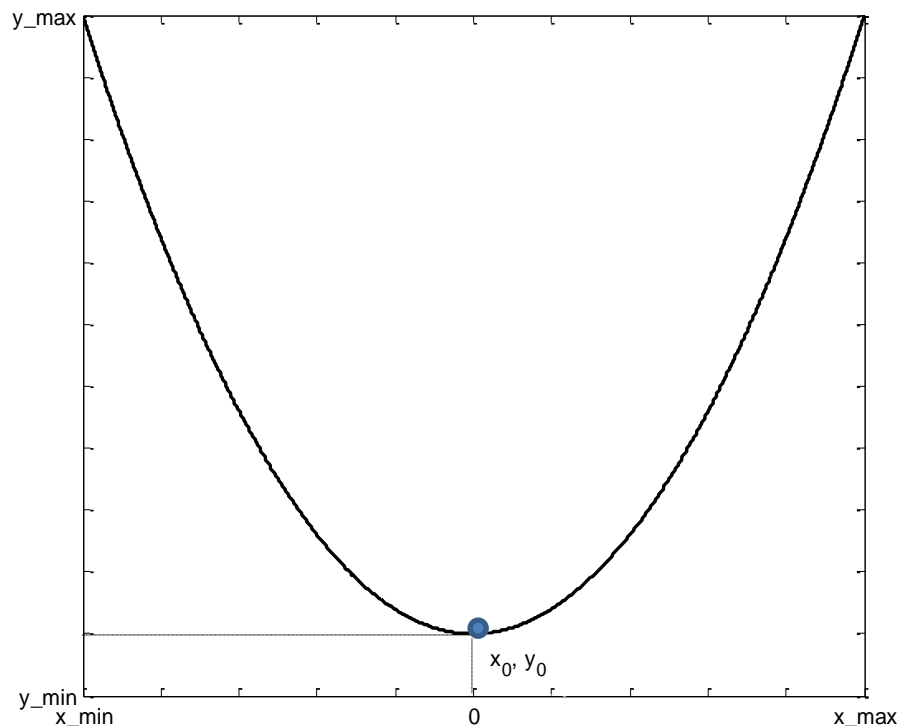


Reprodução Genética

Paradigma utilizado para a implementação de algoritmos evolutivos para otimização

Algoritmos Genéticos

- Problema de minimização de uma função matemática



$$y = x^2$$

$$y = \min \{ f(x) \}$$

$$-31 \leq x \leq 31$$

$$0 \leq y \leq 961$$

Ciclo de um Algoritmo Genético

População Inicial de Indivíduos

x	Codificação	Avaliação $y=f(x)=x^2$
10	0 01010	100
8	0 01000	64
-3	1 00011	9
7	0 00111	49
-6	1 00110	36

Pais

Função de Avaliação das Solução
"Função de Adaptação"
"Fitness"

População Inicial
de Tamanho "N"

Ciclo de um Algoritmo Genético

População Inicial de Indivíduos

x	Codificação	Avaliação $y=f(x)$
10	0 01010	100
8	0 01000	64
-3	1 00011	9
7	0 00111	49
-6	1 00110	36

Minimização

Pais

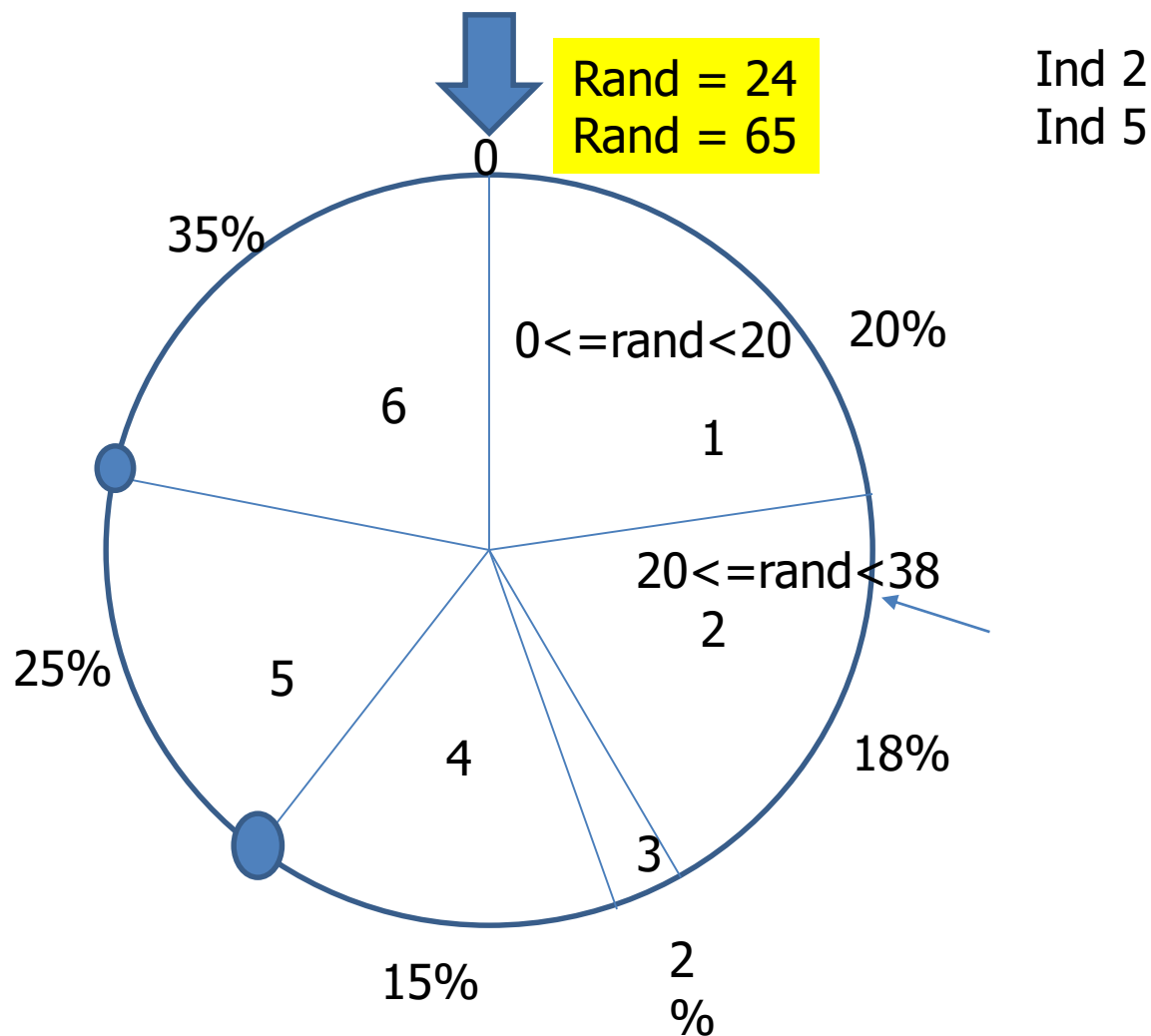
Operador de Seleção



Reprodução

x	Codificação	Avaliação $y=f(x)$
-3	1 00011	9
-6	1 00110	36

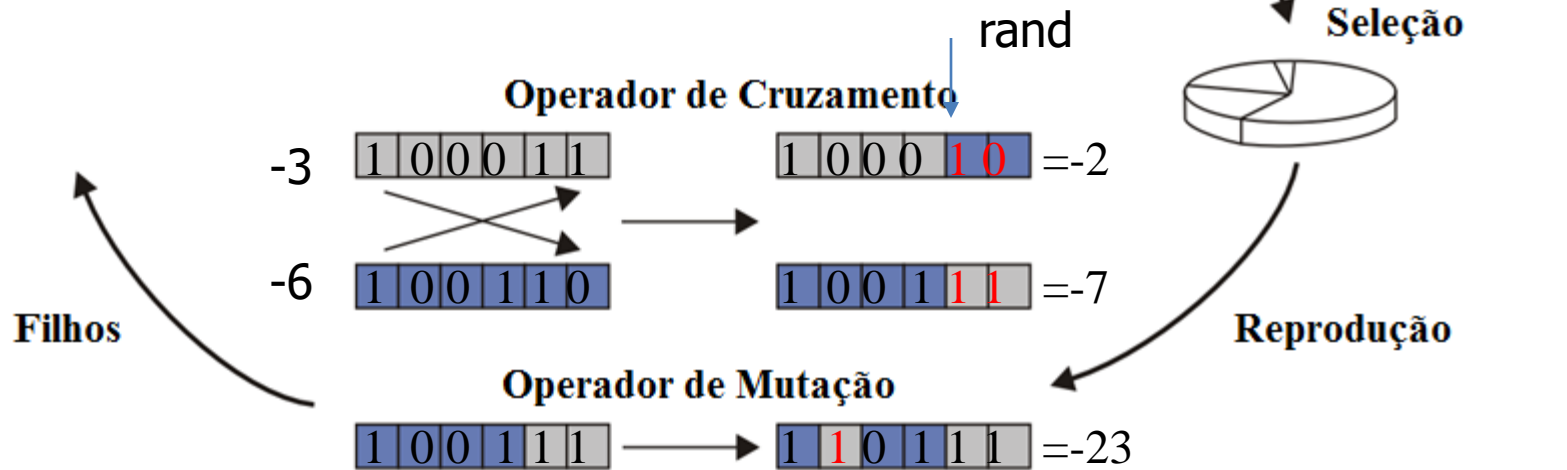
Operador de Seleção “Roleta”



Ciclo de um Algoritmo Genético

População Inicial de Indivíduos

x	Codificação	Avaliação $y=f(x)$
10	0 01010	100
8	0 01000	64
-3	1 00011	9
7	0 00111	49
-6	1 00110	36

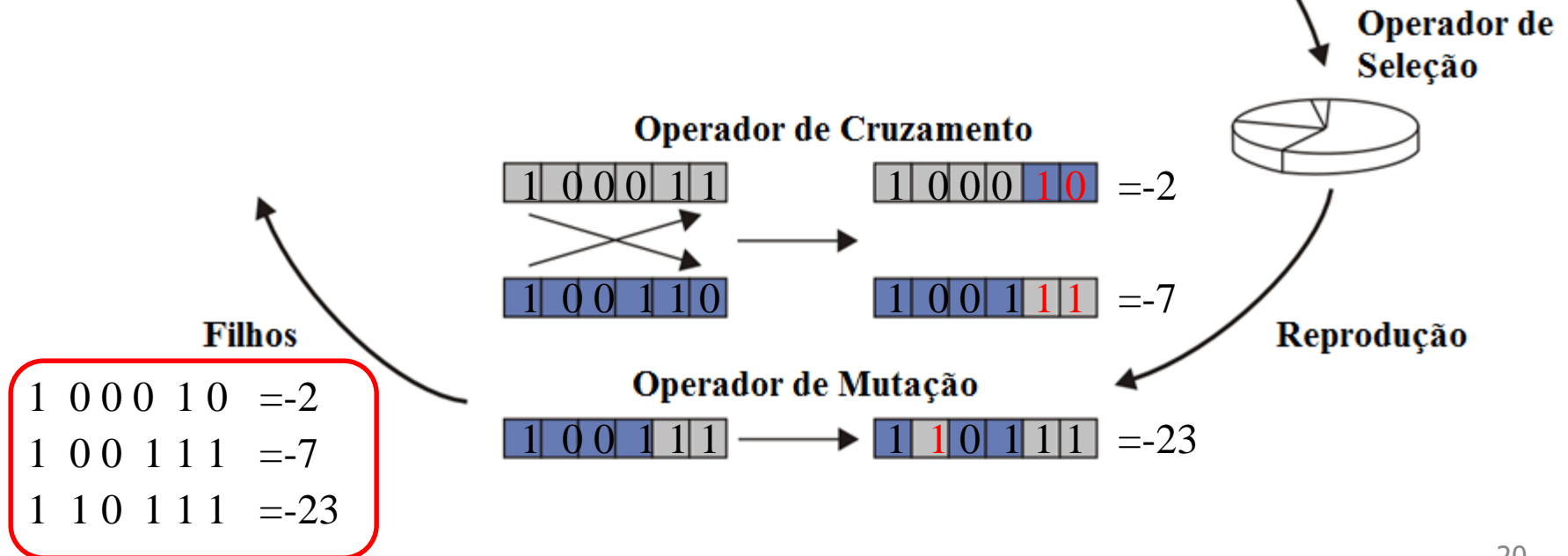


Rand < 0.1

Ciclo de um Algoritmo Genético

População Inicial de Indivíduos

x	Codificação	Avaliação $y=f(x)$
10	0 01010	100
8	0 01000	64
-3	1 00011	9
7	0 00111	49
-6	1 00110	36



Ciclo de um Algoritmo Genético

População Inicial de Indivíduos

x	Codificação	Avaliação $y=f(x)$
10	0 01010	100
8	0 01000	64
-3	1 00011	9
7	0 00111	49
-6	1 00110	36

$$y_1 = f(-7) = 49$$

$$y_2 = f(-2) = 4$$

$$y_3 = f(-23) = 529$$

**Avaliação
dos Filhos**

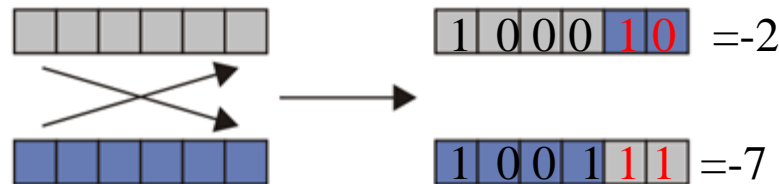
Pais

**Operador de
Seleção**



Reprodução

Operador de Cruzamento



Operador de Mutação



**Função de
Adaptabilidade
(Fitness)**

Filhos

$$1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1 = -7$$

$$1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0 = -2$$

$$1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1 = -23$$

Ciclo de um Algoritmo Genético

População Inicial de Indivíduos

x	Codificação	Avaliação $y=f(x)$
10	0 01010	100
8	0 01000	64
-3	1 00011	9
7	0 00111	49
-6	1 00110	36

$$y_1 = f(-7) = 49$$

$$y_2 = f(-2) = 4$$

$$y_3 = f(-23) = 529$$

**Avaliação
dos Filhos**

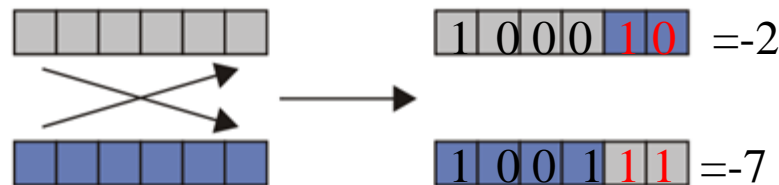
Pais

**Operador de
Seleção**



Reprodução

Operador de Cruzamento



Operador de Mutação



$$y=f(x)$$

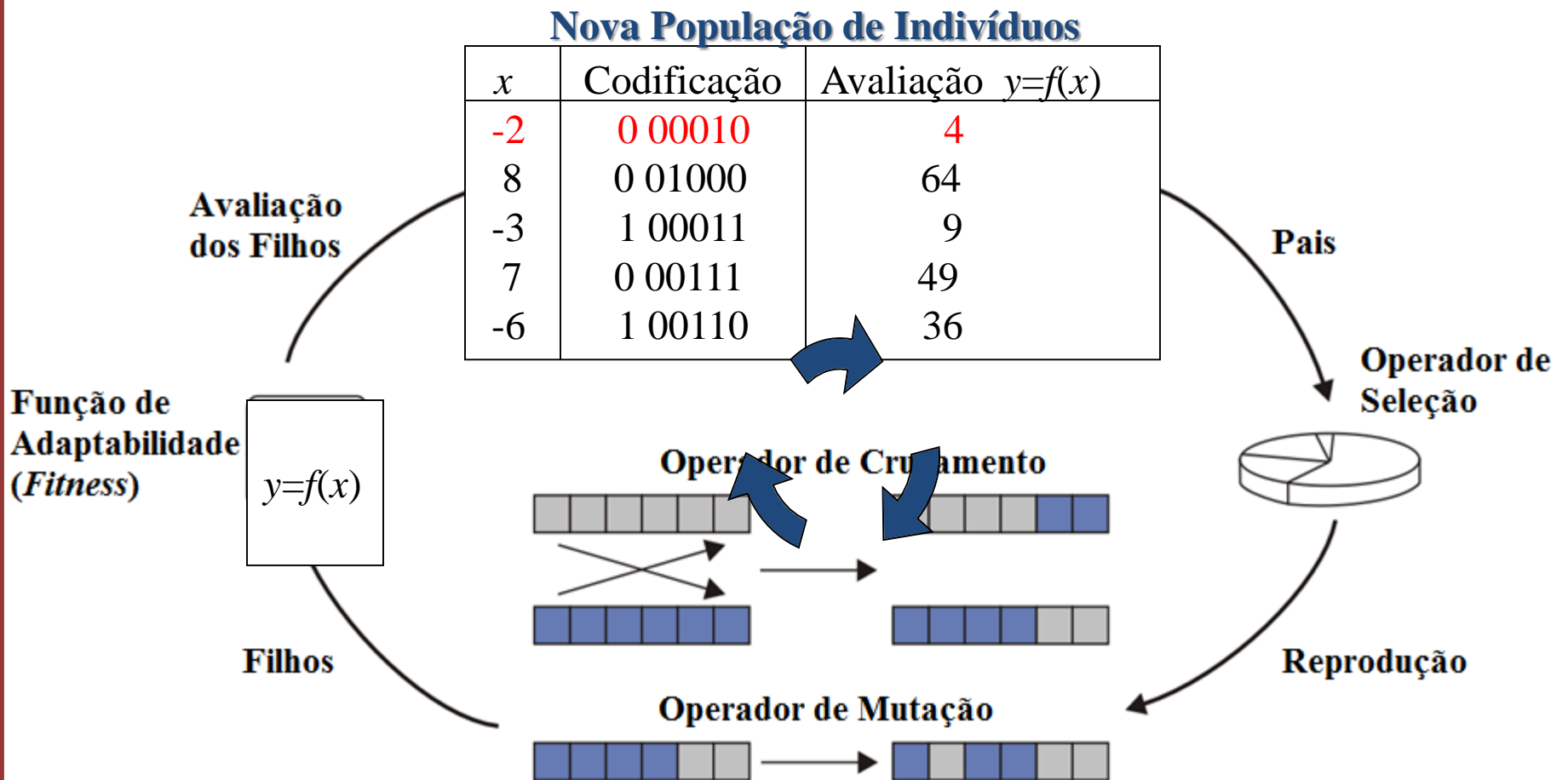
Filhos

$$1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ = -7$$

$$1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ = -2$$

$$1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ = -23$$

Ciclo de um Algoritmo Genético



Pseudo-Código de um AG padrão

Algoritmo Genético Padrão

Início

- $t \leftarrow 0$;
- Inicialize $P(t)$;
- Avalie $P(t)$;

Enquanto (não condição de parada) Faça

Início

- $t \leftarrow t + 1$;
- Selecione $P(t)$ a partir de $P(t-1)$;
- Cruzamento $P(t)$;
- Mutação $P(t)$;
- Avalie $P(t)$;

Substituição

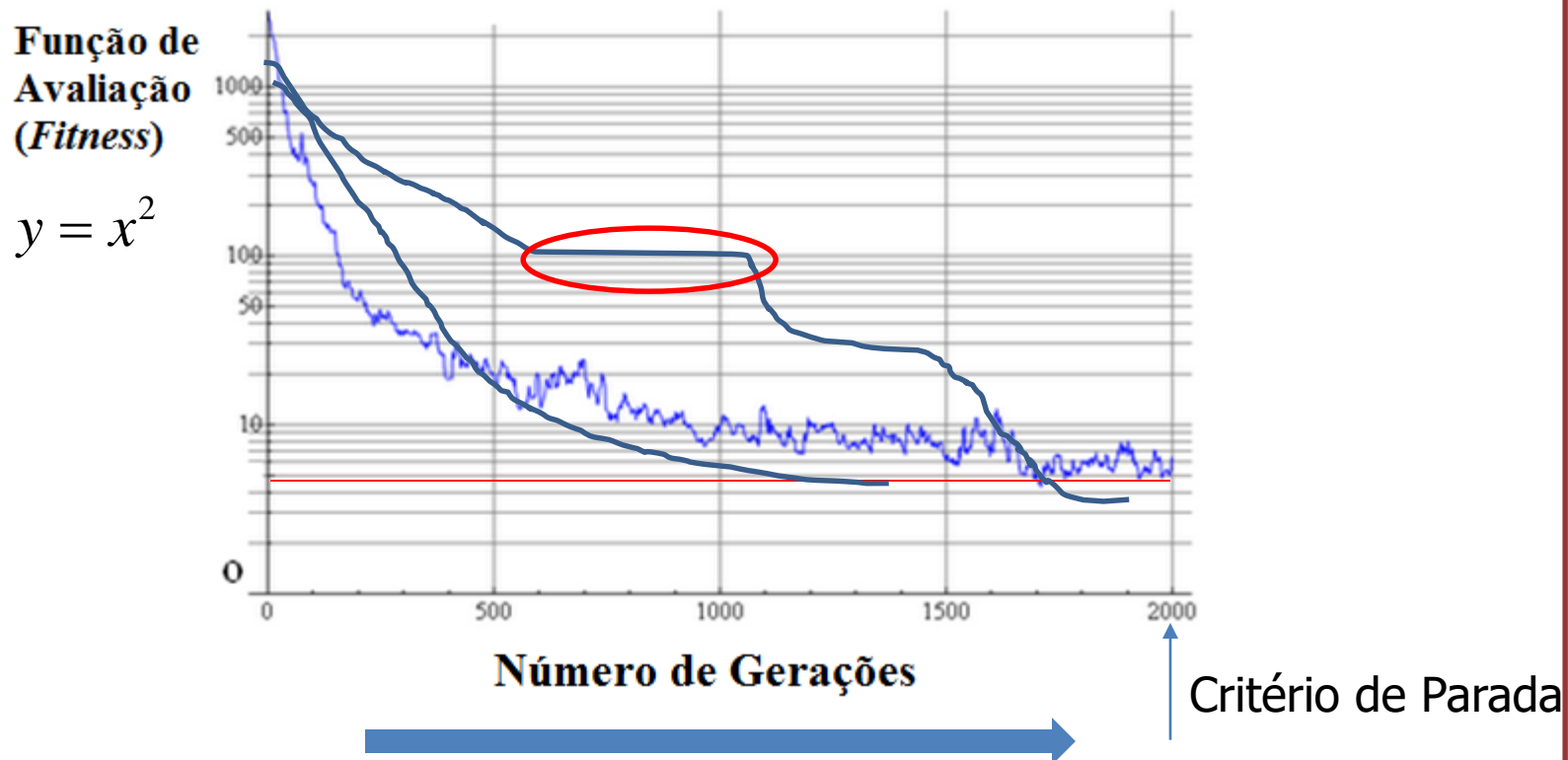
Fim

- Retorna a melhor solução;

Fim

Evolução do AG

- A evolução da otimização é observada através da função de fitness (Função de Avaliação)



Algoritmos Genéticos

- Algoritmo de busca e otimização inspirado na **seleção natural** e **reprodução genética**
- Algoritmos Genéticos empregam um processo **adaptativo** e **paralelo** de busca de soluções em problemas complexos
- Combina a sobrevivência do individuo mais apto e o cruzamento aleatório da informação

Aplicações de AGs

- ✓ Optimização de funções matemáticas
- ✓ Problema do carteiro viajante
- ✓ Optimização de rotas de veículos
- ✓ Optimização de projeto de circuitos eletrônicos
- ✓ Optimização de planejamento e distribuição

Conclusões

- Algoritmos Genéticos permitem encontrar soluções ótimas e em tempos curtos quando o espaço de busca é muito amplo.
- Os AGs realizam buscas de soluções de forma direcionada de forma adaptativa e paralela.
- Deve-se considerar a construção de uma função de adaptação (Fitness) que permita diferenciar aos indivíduos mais aptos.

Conclusões

- Os AGs não garantem uma solução global (Problema de estagnação)

