

Algoritmos Genéticos: Introdução

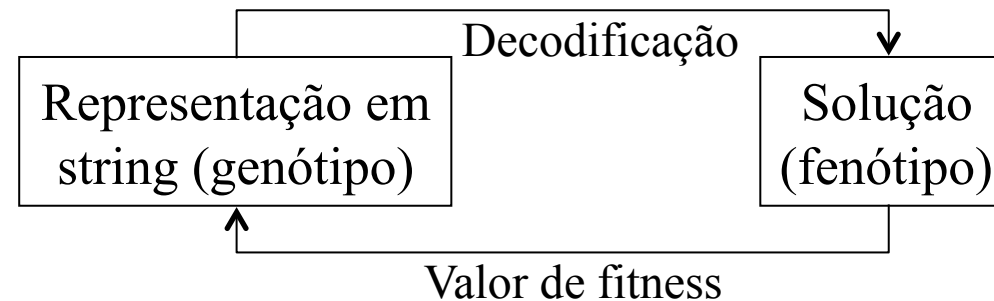
Gisele L. Pappa

Algoritmos Genéticos

- Técnica mais dissiminada em EA
- Introduzida por Holland em 1975, e desenvolvida por um de seus alunos, Goldberg

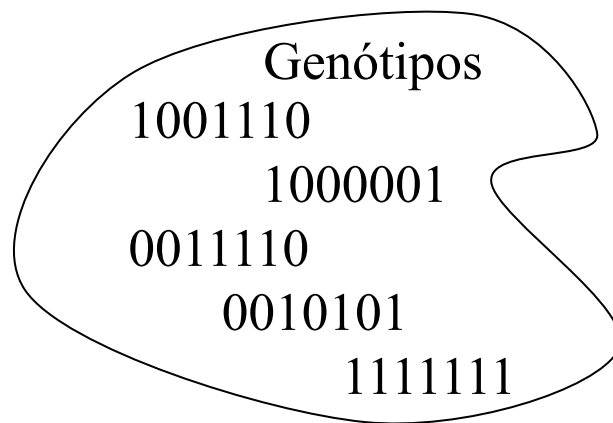
Algoritmos Genéticos

- Indivíduos são vetores binários
- Cromossomo (indivíduo) tem tamanho fixo
 - Genes normalmente tem tamanho fixo
- Existe um mapeamento do genótipo para o fenótipo

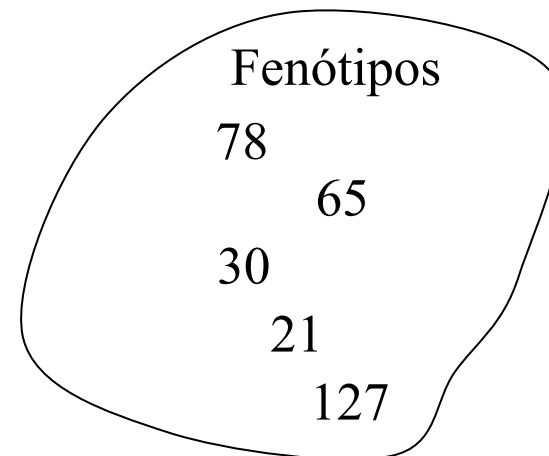


Genótipo versus Fenótipo

- Em alguns algoritmos evolucionários não existe distinção entre genótipo e fenótipo

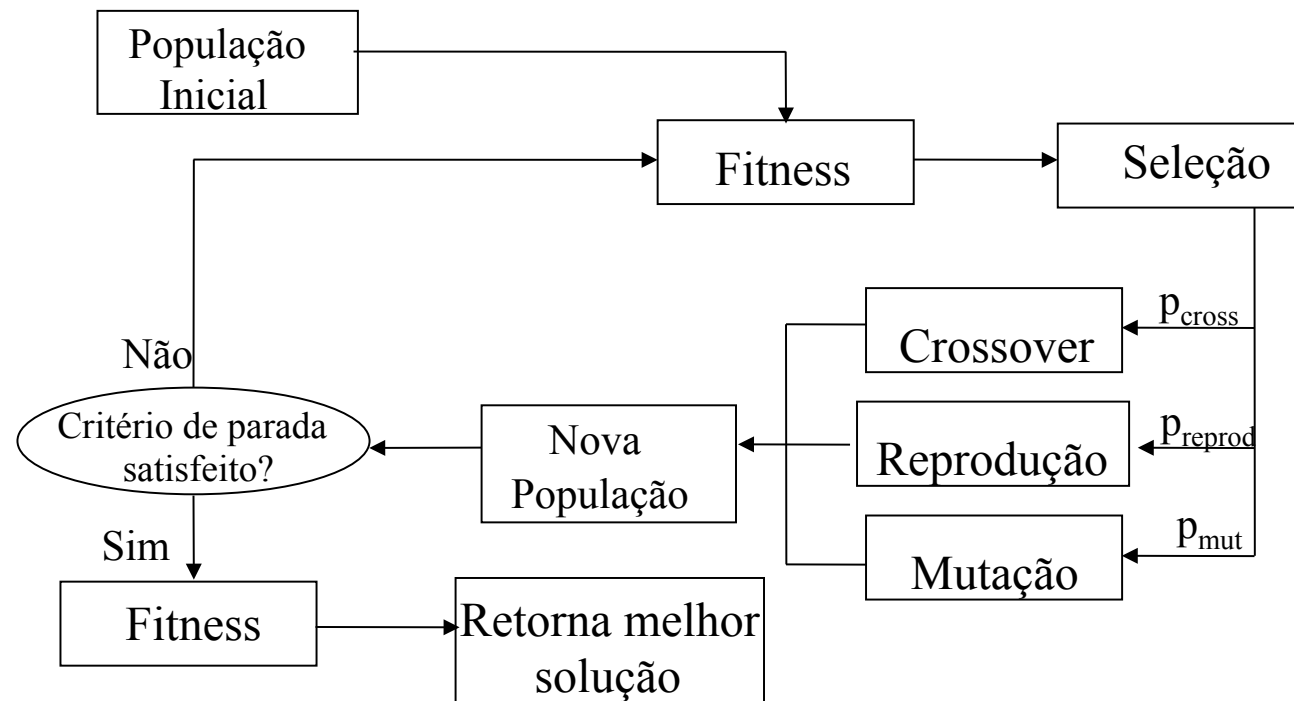


Espaço de busca



Espaço de Soluções

Da biologia para computação



Algoritmos Genéticos

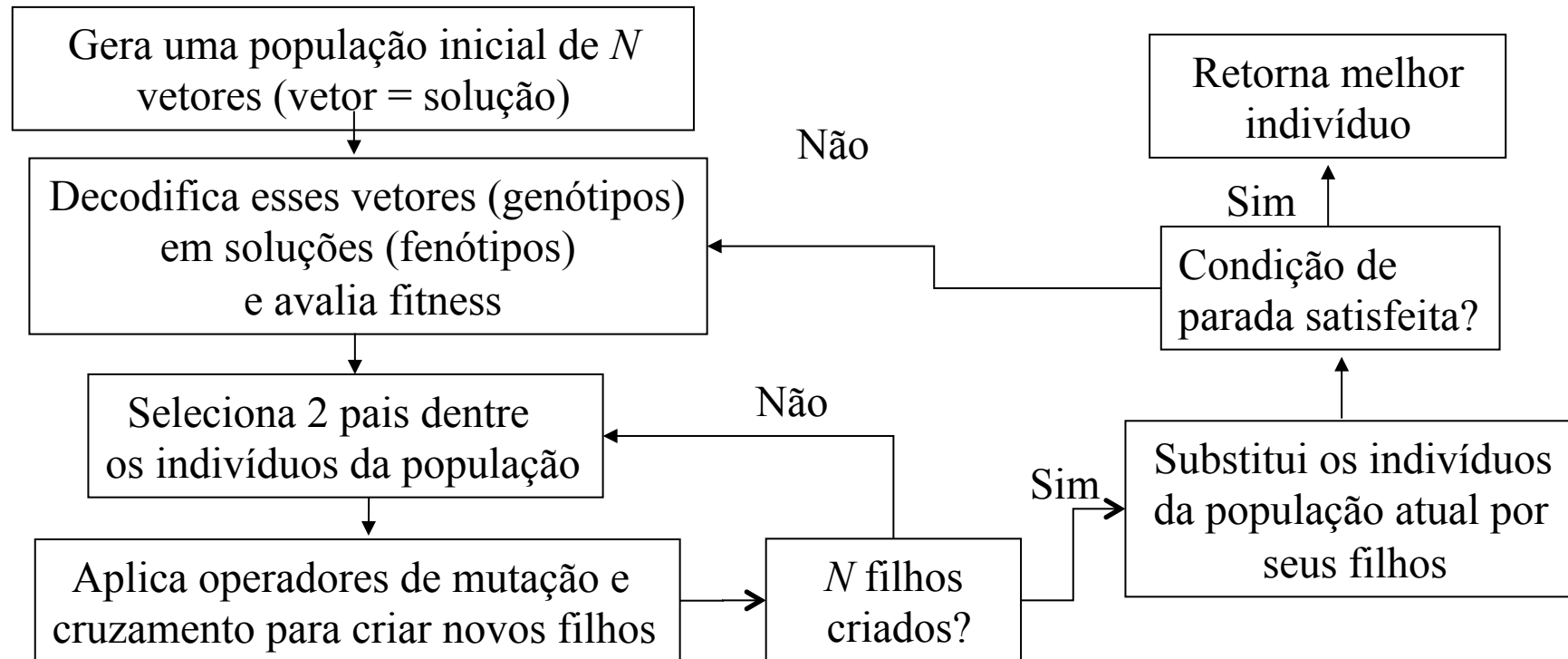
- Operadores são aplicados sobre o genótipo
- O espaço do problema é conhecido como espaço de busca, e engloba todas as soluções possíveis para um determinado problema

Exemplo

- OneMax
 - Maximizar o número de 1s em um string de bits de tamanho n
 - Definição de parâmetros: $n = 8$ e tamanho da população = 4
- Gerar população inicial: atribuir aleatoriamente 1s e 0s a todos os genes

Id da Solução	Genótipo
A	00000110
B	11101110
C	00100000
D	00110100

Algoritmos Genéticos



Exemplo

- OneMax
 - Maximizar o número de 1s em um string de bits de tamanho n ($n = 8$ e tamanho da população = 4)
- Calcular o valor da fitness
 - Contar o número de 1s

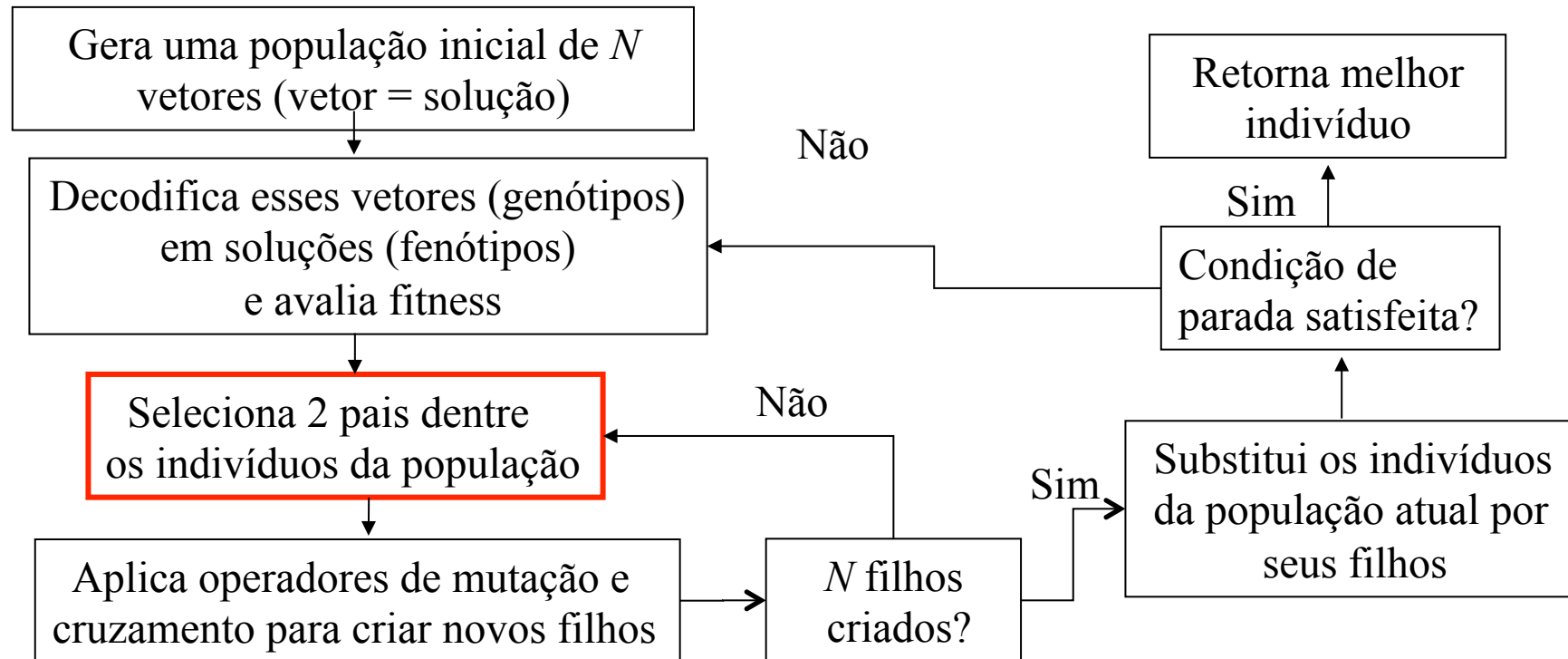
Id da Solução	Genótipo
A	00000110
B	11101110
C	00100000
D	00110100

Exemplo

- OneMax
 - Maximizar o número de 1s em um string de bits de tamanho n ($n = 8$ e tamanho da população = 4)
- Calcular o valor da fitness
 - Contar o número de 1s

Id da Solução	Genótipo	Fitness
A	00000110	2
B	11101110	6
C	00100000	1
D	00110100	3

Algoritmos Genéticos



Seleção de indivíduos

- Ocorre em 2 fases
 1. Fase de reprodução:
 - Pais são selecionados para gerar filhos a partir de um algoritmo de seleção que considera toda a população
 2. Fase de remoção:
 - Decisão de que indivíduos remover para inserir novos indivíduos na população

Seleção de indivíduos

- Ocorre em 2 fases
 1. **Fase de reprodução:**
 - Pais são selecionados para gerar filhos a partir de um algoritmo de seleção que considera toda a população
 2. Fase de remoção:
 - Decisão de que indivíduos remover para inserir novos indivíduos na população

Seleção Proporcional a Fitness (Roleta)

- Considere a fitness de um indivíduo i como sendo f_i
- Fitness média da população pode ser calculada como

$$\bar{f} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N f_i$$

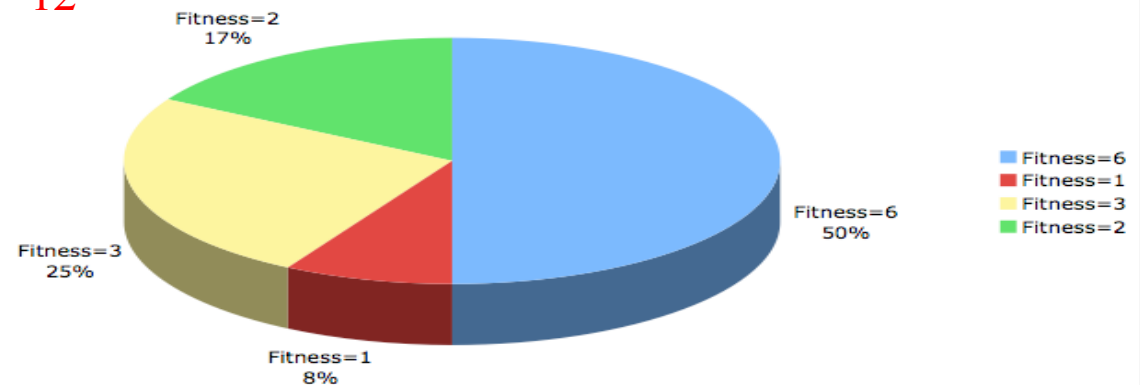
- Indivíduo j pode ser selecionado com probabilidade

$$p_j = \frac{f_j}{\sum_{i=1}^N f_i}$$

Seleção Proporcional a Fitness (Roleta)

Id da Solução	Genótipo	Fitness
A	00000110	2
B	11101110	6
C	00100000	1
D	00110100	3

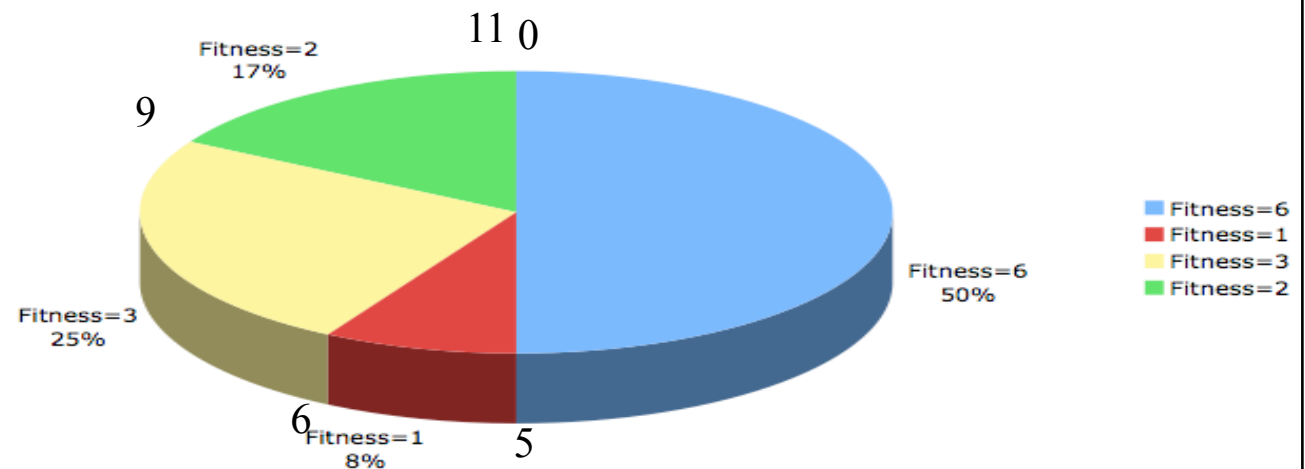
12



Seleção Proporcional a Fitness (Roleta)

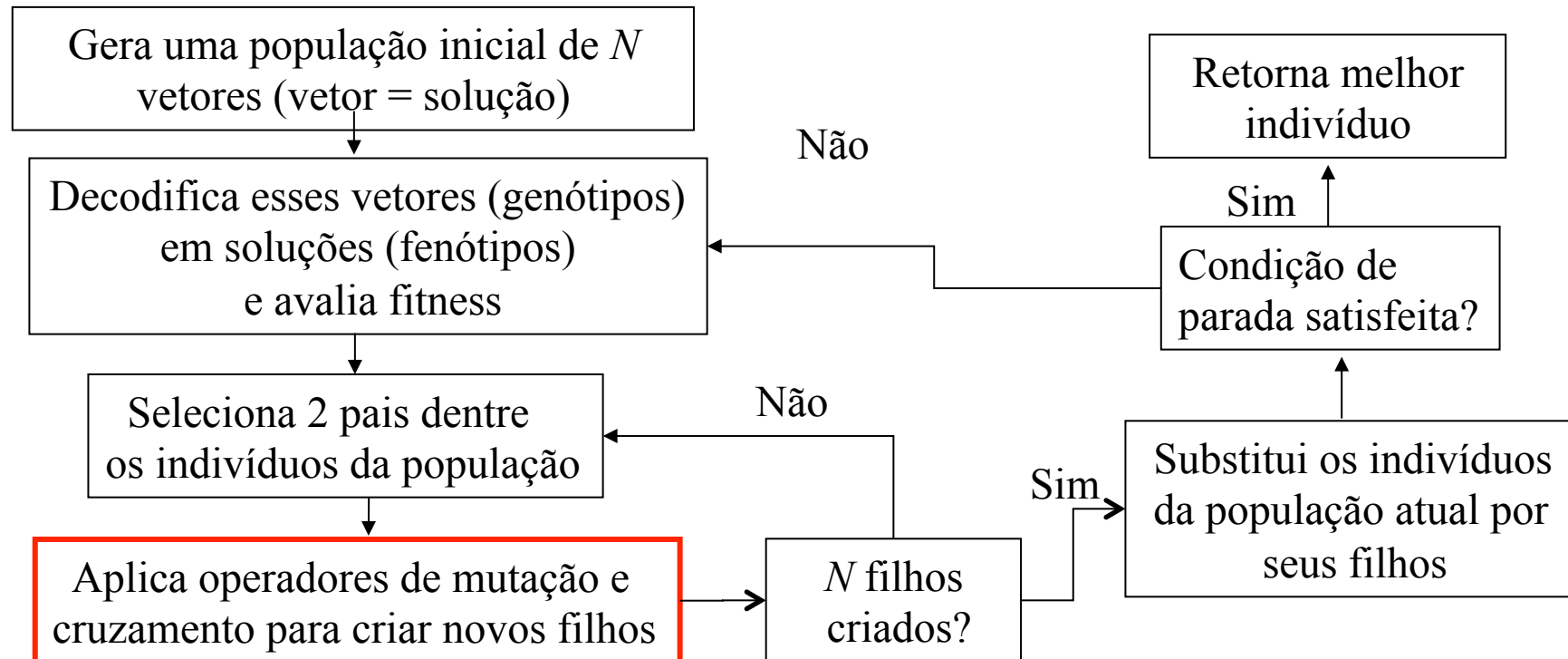
- Rodo a roleta

$$r \in \left[0, \sum_{j=1}^n f_j\right)$$



Gisele L Pappa

Algoritmos Genéticos



Operadores Genéticos

- Cruzamento de um ponto (de acordo com probabilidade definidas pelo usuário)
 - Padrão para GAs
 - Probabilidades altas (70-99%)
 - Ponto de cruzamento é escolhido aleatoriamente

Pais selecionados	Indivíduo B 1 1101110	Indivíduo C 0 0100000
Filhos gerados	Indivíduo E 0 1101110	Indivíduo F 1 0100000

Operadores Genéticos

- Outro tipo de crossover: Crossover Uniforme
 - Cada gene é trocado de acordo com uma probabilidade p_c

Pais						Filhos					
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_1	Y_2	X_3	Y_4	Y_5	X_6
Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_1	X_2	Y_3	X_4	X_5	Y_6

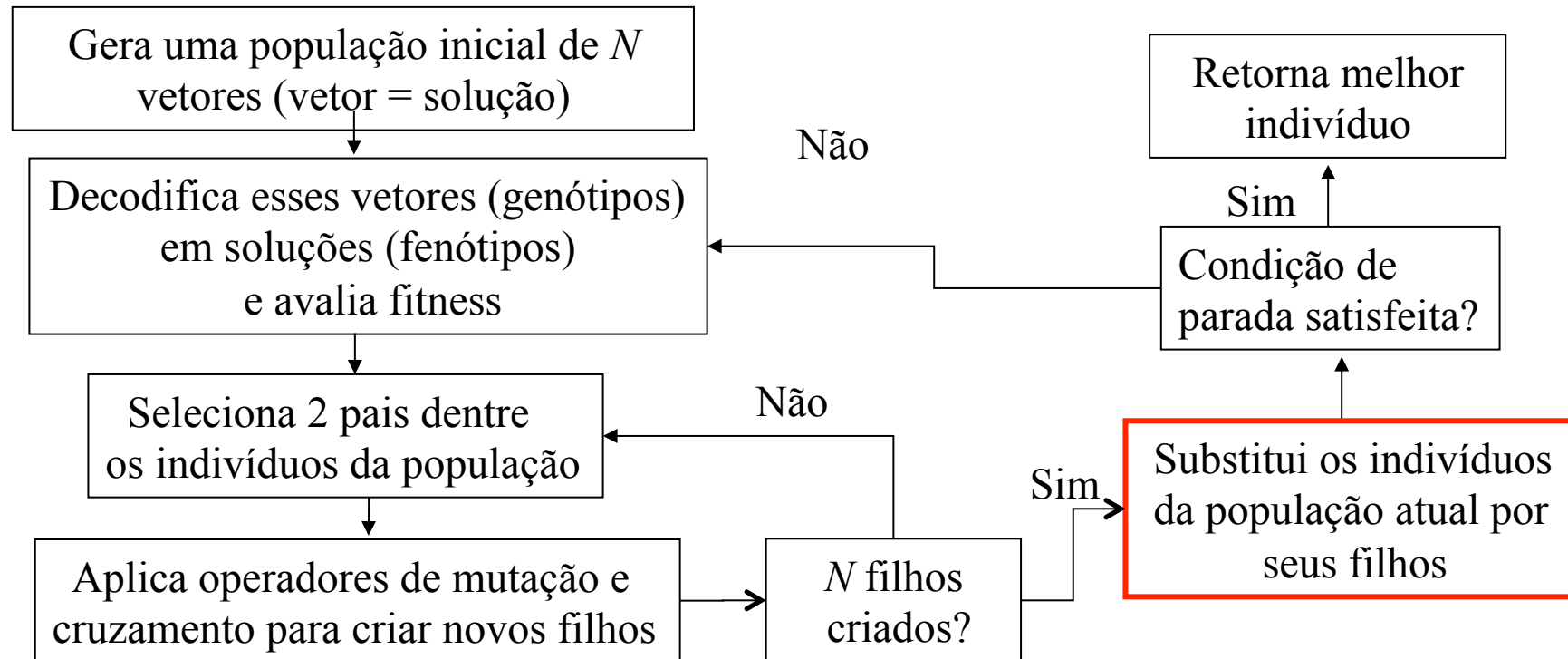
- Não existe bias posicional: probabilidade de genes vizinhos serem trocados simultaneamente é muito maior do que a de genes distantes serem trocados simultaneamente

Operadores Genéticos

- Mutação de um ponto
- Mutação uniforme
 - Similares ao cruzamento mas envolvem um indivíduo único

	Uniforme	Um ponto
– Pai	1 1101110	0 0100000
– Filho	01001110	10100000

Algoritmos Genéticos



Algoritmos Genéticos

- Modo de operação: *Steady state* versus geracional
 - Diferem pelo fato da população antiga e a nova se sobreporem ou não
- Geracional
 - A cada nova geração toda a população é substituída por uma nova (GA tradicional)
- *Steady state*
 - Não existem gerações, e um esquema de substituição de indivíduos varia
 - Ex: Considerar filhos e pais e manter os 2 melhores

Substituição da população atual pela nova

População atual	Id da Solução	Genótipo	Fitness
	A	00000110	2
	B	11101110	6
	C	00100000	1
	D	00110100	3



Nova população	Id da Solução	Genótipo	Fitness
	E	01001110	4
	F	10100000	2
	G	11101110	6
	H	00110100	3

Agradecimentos

- Alguns slides foram traduzidos/adaptados das notas de aula de Alex A. Freitas e Michael O'Neil

Algoritmos Genéticos: Introdução

Gisele L. Pappa