

# CENTEC

INSTITUTO CENTRO DE ENSINO TECNOLÓGICO

## Algoritmos Genéticos

### Sistemas Inteligentes

### Especialização em Automação Industrial

- Algoritmos Genéticos (AG's ou GA's) é um método de busca **aproximada** baseado na teoria da evolução proposta por Charles Darwin. Consiste basicamente em tratar uma população de indivíduos como possíveis soluções, cruzando os mais fortes a fim de conseguir indivíduos melhores (soluções mais próximas) e/ou eliminando os mais fracos.



- Como na biologia, alguns conceitos também se farão presentes na aplicação de Algoritmos Genéticos. São eles:
  - Cromossomo (Indivíduo);
  - População;
  - Aptidão;
  - Geração;
  - Cruzamento;
  - Mutação;
  - Seleção natural.

- É um conjunto de informações que representa possíveis soluções para o problema. Um cromossomo é um indivíduo componente de uma população.
- Exemplos:
  - Vetores - (1, 3, 5, 7, 11, 13...), (1.3, 5.3, 8.9, 9.2...);
  - Cadeia de bits - (11010011101001000);
  - Outras estruturas de dados.

- Algoritmos genéticos trabalha baseado em populações, que são formadas por indivíduos mais ou menos “fortes” (aptidão) na solução do problema. A partir do cruzamento, da mutação ou eliminação de cromossomos, novas populações são geradas.

- A aptidão indica o quão importante um indivíduo é na resolução do problema. Indivíduos com aptidão intermediária são cruzados para que sejam gerados indivíduos com aptidão melhor que a geração anterior.
- A aptidão pode ser **igual** a função objetivo e neste caso o indivíduo com essa aptidão já pode ser tomado como a solução do problema. Pode ser também **resultado da evolução** de cruzamentos. E por fim pode ser baseada no **ranking**.

- A partir de uma população inicial serão geradas outros grupos que chamamos de gerações através de cruzamentos (crossovers). Os indivíduos com aptidão melhor serão os formadores prioritários dessas gerações e esse processo ocorre até que seja encontrada a solução (ótima ou aproximada), ou até que sejam gerados grupos de indivíduos em uma quantidade pré-definida.

- Alguns indivíduos de cada população (pais) são selecionados para que novas gerações (filhos) sejam geradas. Indivíduos de aptidão alta têm tendência maior a serem participantes nesses cruzamentos, porém alguns indivíduos de aptidão baixa podem conter informações importantes na geração de novos indivíduos de aptidão maior.

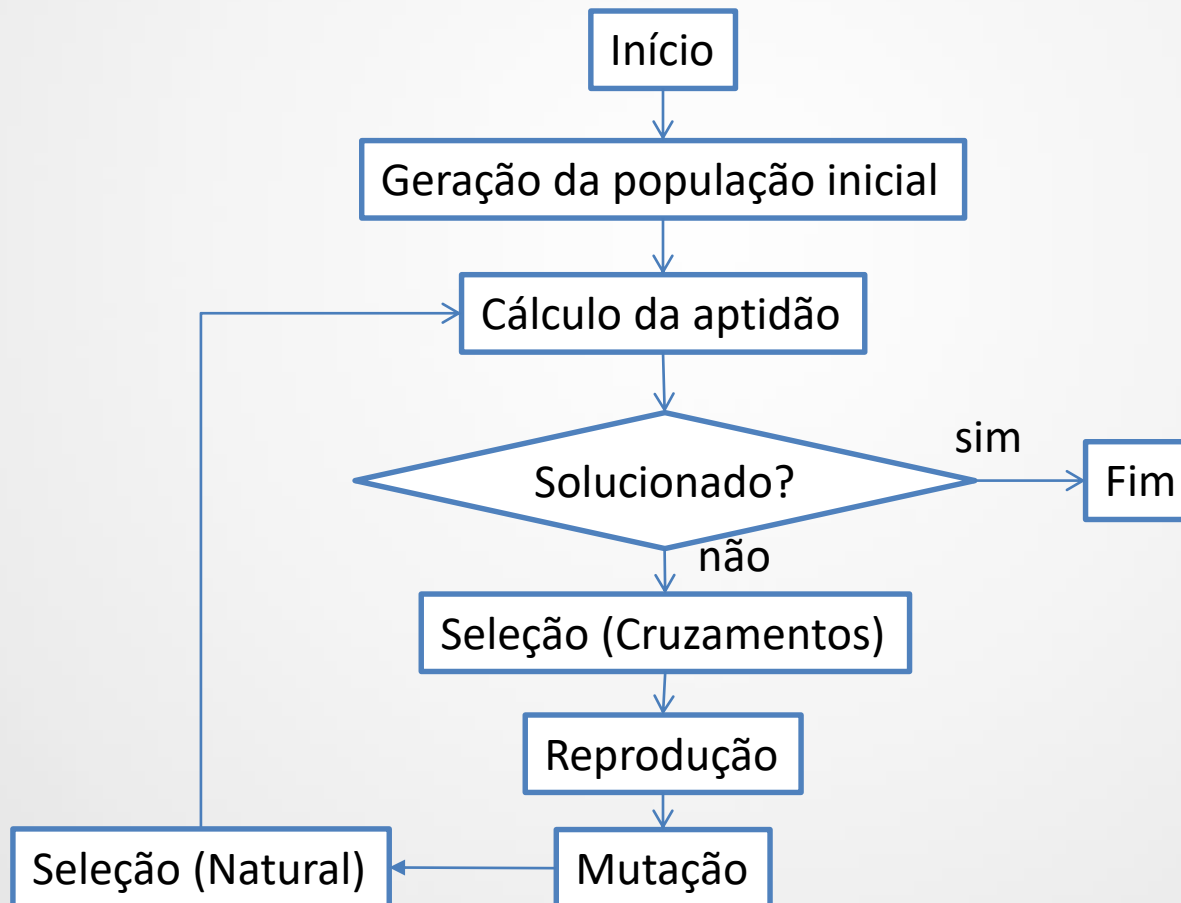


- A mutação consiste em inverter/alterar o valor de algumas informações a fim de fortalecer os indivíduos, assegurando a diversidade de indivíduos na população. É feita sob uma probabilidade, chamada de **taxa de mutação** que não deve ser alta e nem baixa demais (em torno de 1%).
- **Exemplo:**  
Antes da mutação - 1001110;  
Depois da mutação - 1001010.

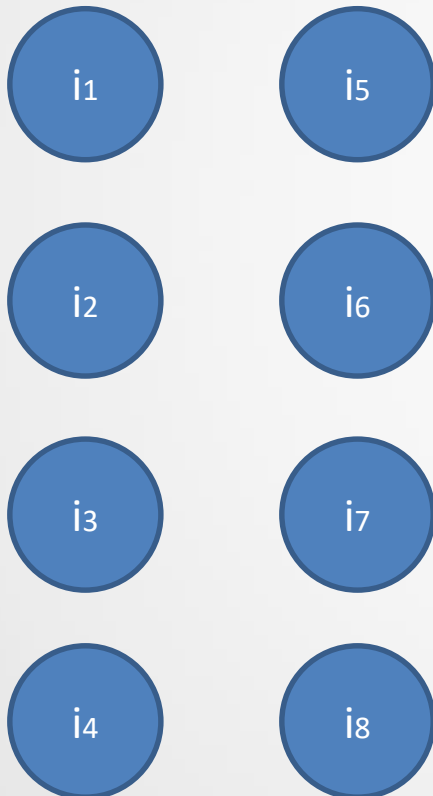
O quinto bit está dentro da probabilidade de mutação, portanto foi invertido.

- De cada geração, os indivíduos de aptidão baixa e que não contenham nenhuma informação que possa ser aproveitada são descartadas e serão utilizados os demais para geração de novos filhos.
- Essa etapa se assemelha a evolução proposta por Darwin, onde o melhor prevalece.

- Num geral, a sequência evolutiva se dá da forma como indicada no fluxograma abaixo.



- Para um determinado problema, foi gerada uma população inicial com 8 indivíduos aleatoriamente. O problema estará solucionado quando tivermos um indivíduo com  $F_i = 10$ .



$$T_p = 8$$

- Cada indivíduo tem as seguintes aptidões.



$$F_1 = 1$$



$$F_2 = 5$$

$$F_3 = 6$$



$$F_4 = 2$$

$$F_5 = 0$$

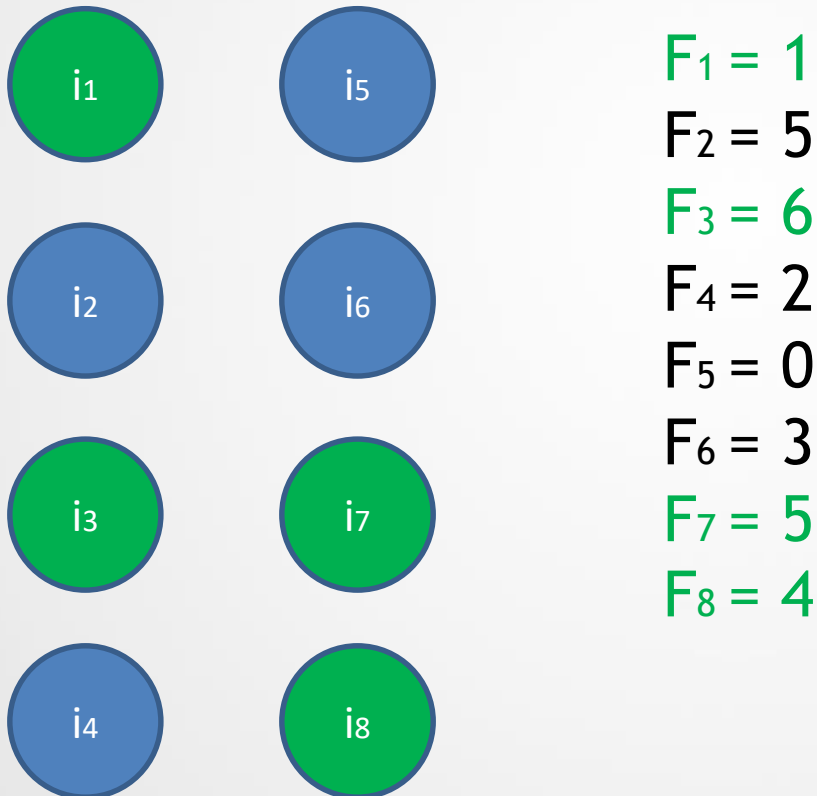
$$F_6 = 3$$



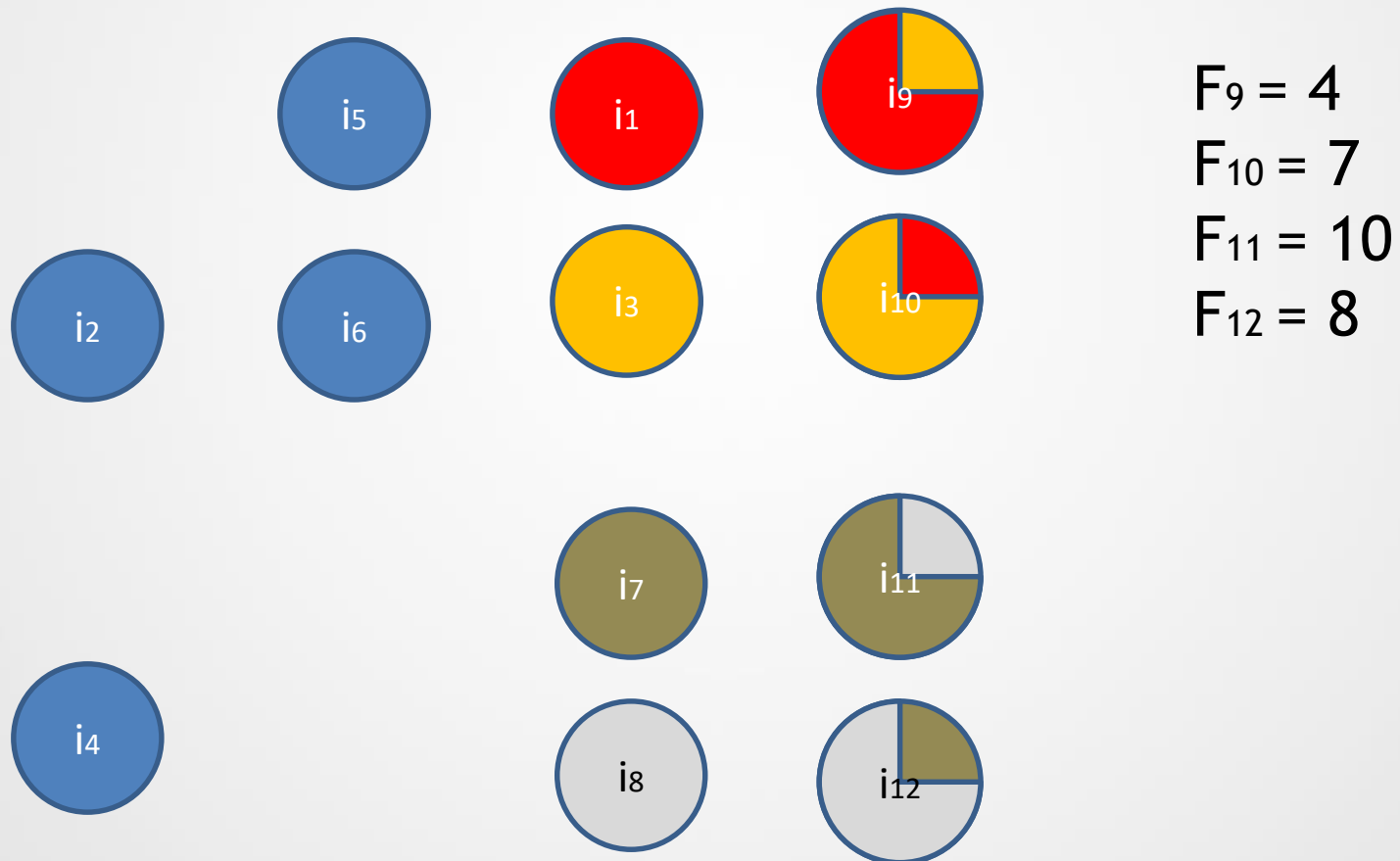
$$F_7 = 5$$

$$F_8 = 4$$

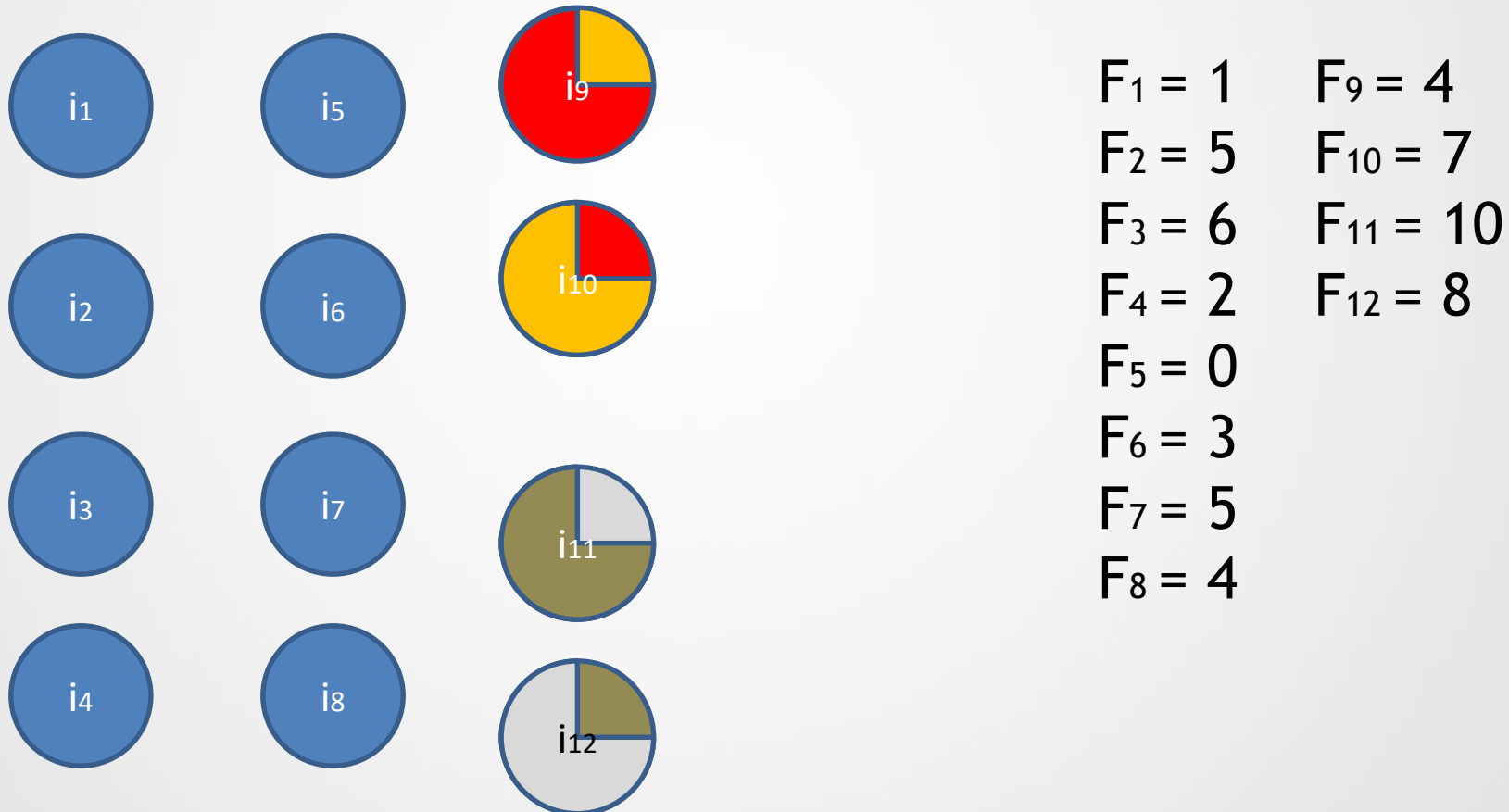
- Para este caso decidimos selecionar 4 indivíduos para o cruzamento ( $p_{sel} = 4$ ). Não serão selecionados apenas elementos de aptidão alta, para não deixar o processo tendencioso.



- Os elementos selecionados são separados em pares para os cruzamentos. Os critérios para troca de características são definidos na **função fitness**.

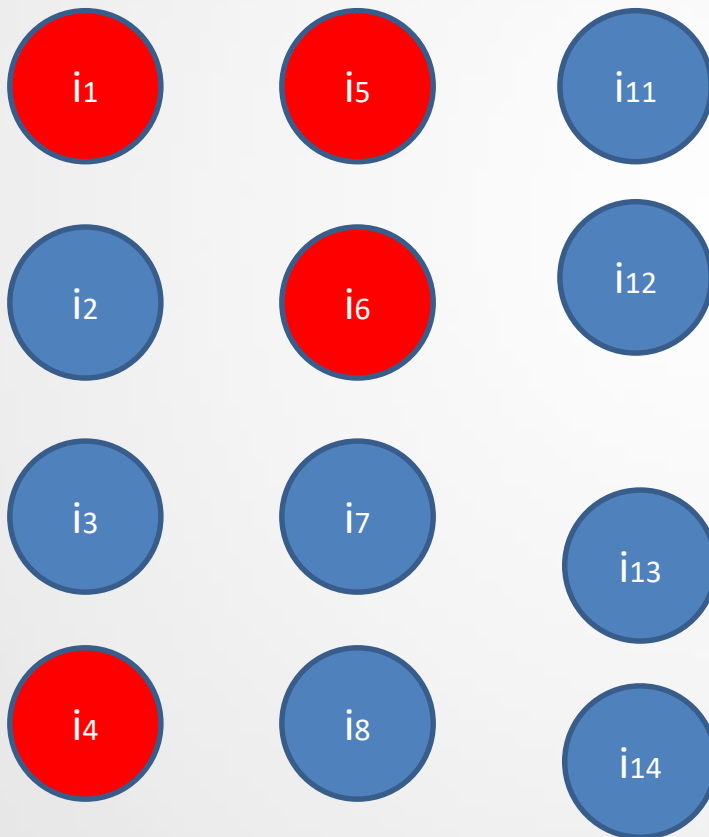


- Estes gerados são comparados então com a população inicial.



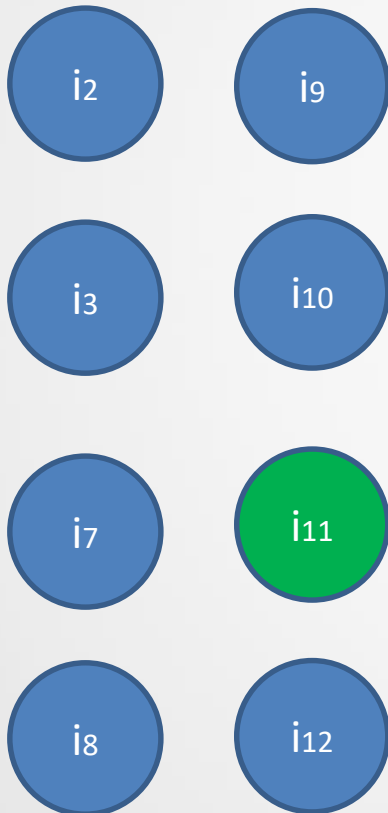


- De todos eles, são eliminados os indivíduos mais fracos.



$F_1 = 1$	$F_9 = 4$
$F_2 = 5$	$F_{10} = 7$
$F_3 = 6$	$F_{11} = 10$
$F_4 = 2$	$F_{12} = 8$
$F_5 = 0$	
$F_6 = 3$	
$F_7 = 5$	
$F_8 = 4$	

- Ao final se tem uma população de mesmo tamanho da população inicial, porém com indivíduos mais aptos.



$$F_2 = 5$$

$$F_3 = 6$$

$$F_7 = 5$$

$$F_8 = 4$$

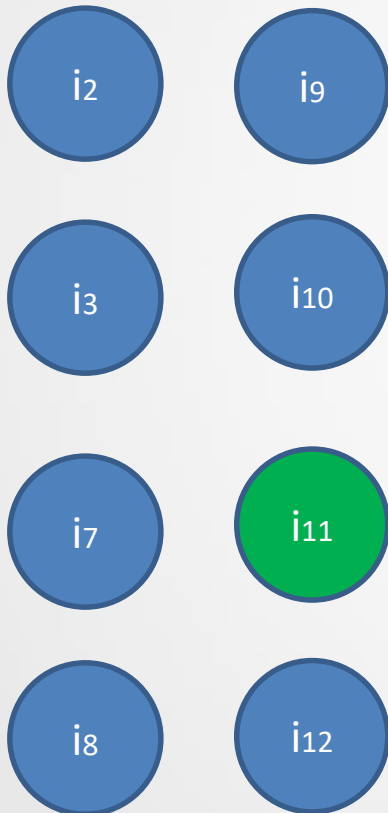
$$F_9 = 4$$

$$F_{10} = 7$$

$$F_{11} = 10$$

$$F_{12} = 8$$

- Ao final se tem uma população de mesmo tamanho da população inicial, porém com indivíduos mais aptos.



$$F_2 = 5$$

$$F_3 = 6$$

$$F_7 = 5$$

$$F_8 = 4$$

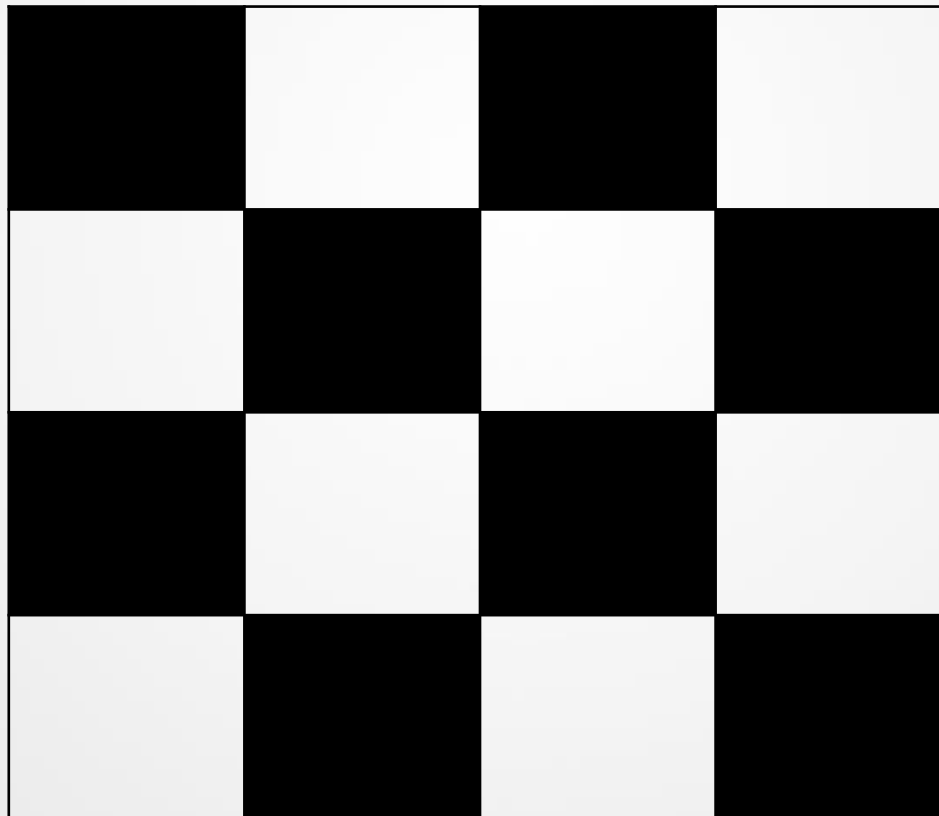
$$F_9 = 4$$

$$F_{10} = 7$$

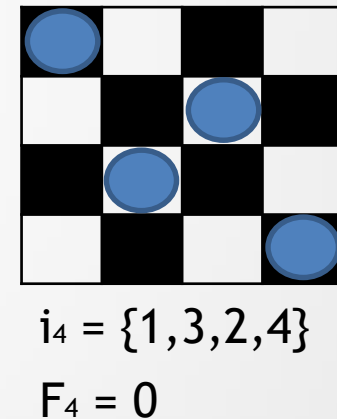
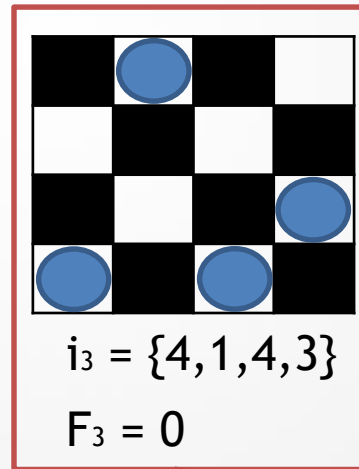
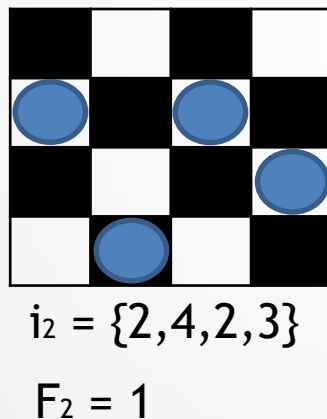
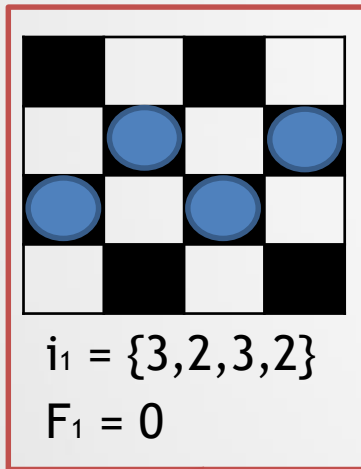
$$F_{11} = 10$$

$$F_{12} = 8$$

- Um problema matemático muito comum consiste em posicionar quatro rainhas de xadrez em um tabuleiro de 4x4 de forma que nenhuma entre na linha de ataque de outra.



- Inicialmente são geradas tentativas aleatórias que representam os indivíduos, cada, e são representadas por um vetor onde cada posição representa uma coluna e o seu respectivo valor uma linha.



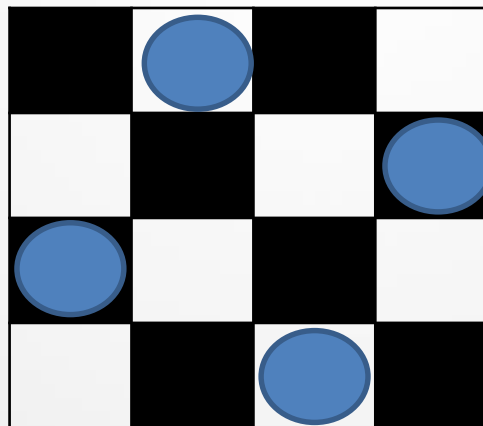
Indivíduos selecionados para cruzamento

- Suponha que na função fitness foi definido que serão unidos os dados da extremidade do vetor do primeiro com os do meio do segundo.

$$i1 = \{3, 2, 3, 2\}$$

$$i3 = \{4, 1, 4, 3\}$$

$$i4 = \{3, 1, 4, 2\}$$



$$F4 = 4$$