

# Algoritmos Genéticos

Prof. Luiz Alberto Bordignon

# Exercício

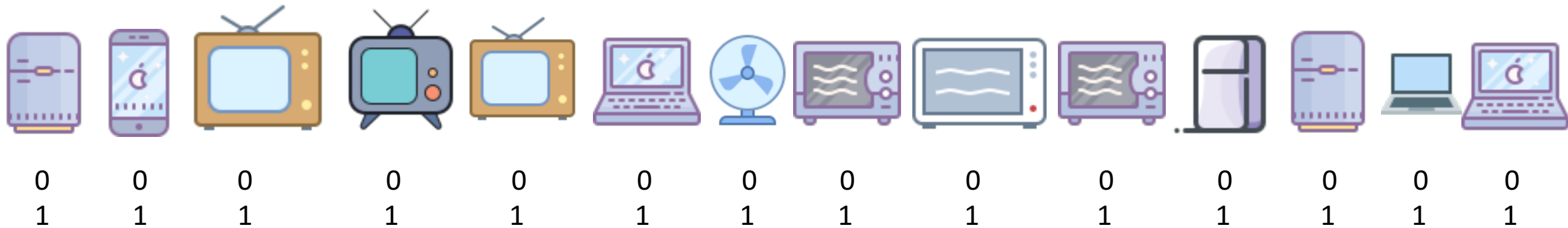
- Data uma lista de produtos, onde cada produto tem um valor, e um tamanho, seu objetivo é carregar esses produtos em um caminhão que tem espaço de apenas  $3 \text{ m}^3$ . Dessa forma a melhor carga é aquela que consiga levar o maior valor em R\$ de produtos.
- Desenvolva um algoritmo que retorne a lista ideal de produtos a serem carregados no caminhão.
- Os produtos não podem se repetir para gerar volume, apenas 1 de cada será permitido.

# Exercício

PRODUTO	VALOR (R\$)	TAMANHO (m <sup>3</sup> )
Geladeira Panasonic	R\$ 999,00	0.751
Iphone 6	R\$ 2911,12	0.0000899
TV 55'	R\$ 4346,99	0.400
TV 50'	R\$ 3999,90	0.290
TV 42'	R\$ 2999,00	0.200
Notebook Dell	R\$ 2499,90	0.0035
Ventilador Panasonic	R\$ 199,90	0.496
Microondas Electrolux	R\$ 308,66	0.0424
Microondas LG	R\$ 429,90	0.0544
Microondas Panasonic	R\$ 299,90	0.0319
Geladeira Brastemp	R\$ 849,00	0.635
Geladeira Consul	R\$ 1199,89	0.870
Notebook Lenovo	R\$ 1999,90	0.498
Notebook Asus	R\$ 3999,00	0.527

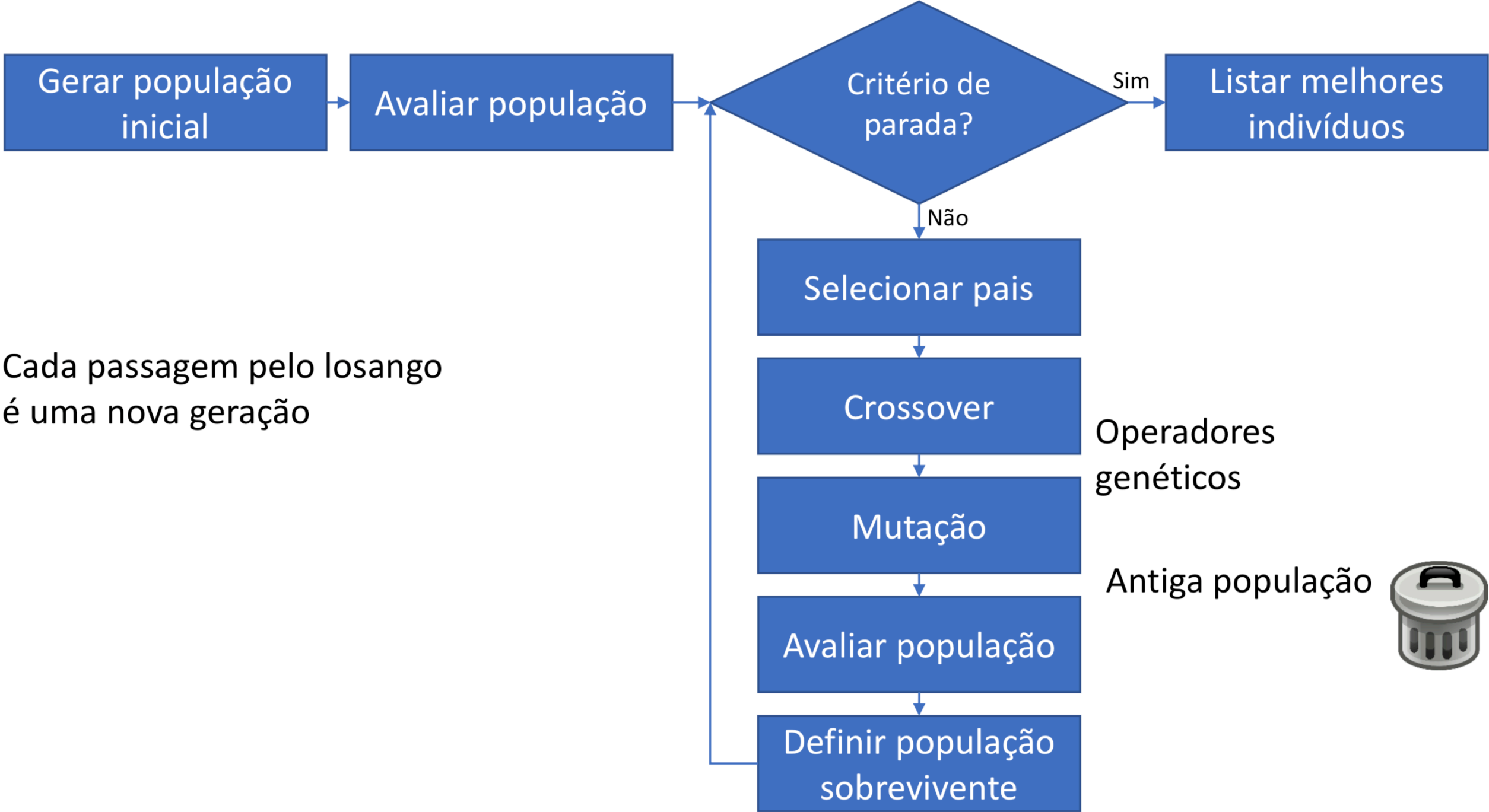
# Caixeiro viajante (problema intratável)

- Visitar  $n$  cidades estabelecendo um trajeto que demore o menor tempo possível para ganhar o máximo de dinheiro
- Força bruta?
- FLOP (floating point operations per second)
- 1 GigaFLOP – 1 bilhão de operações por segundo
- i7 +- 5 GigaFLOP – 5 bilhões de operações por segundo
- Com 100 cidades, demoraria mais ou menos 2.000 anos para encontrar a melhor solução!
- PetaFLOP – 1 quadrilhão de operações por segundo
- Tianhe-2 – 94.97 petaFLOPS por segundo (setembro de 2017)

[illegible]

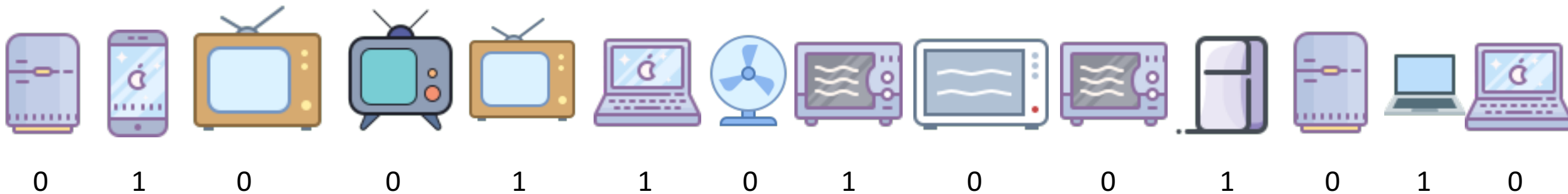
# Algoritmos genéticos

- Algoritmos evolucionários (EA – evolutionary algorithm)
  - Modelos computacionais dos processos naturais de evolução
  - Simulação da evolução das espécies
  - Sobrevivência do mais apto
  - Auto organização, comportamento adaptativo
- Algoritmos genéticos
  - Ramos dos algoritmos evolucionários
  - Soluções cada vez melhores a partir da evolução das gerações anteriores
  - Redes neurais



# Indivíduo

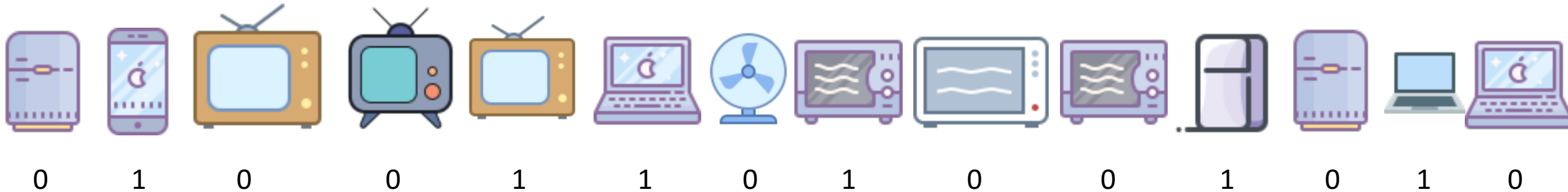
- Indivíduos representam as soluções
- Um conjunto de indivíduos formam uma população
- O cromossomo representa uma solução
- O individuo pode ser o próprio cromossomo na maneira mais simples possível, ou pode conter o cromossomo como atributo





# Função de avaliação (fitness)

- Medida de qualidade para saber como o cromossomo resolve o problema
- Se é uma solução aceitável e se pode ser utilizada para a evolução



Valor total da carga: R\$ 10.856,48

Metros cúbicos: 1,76

# Crossover (reprodução)

- Combina pedaços do cromossomo de dois genitores gerando filhos mais aptos e conseqüentemente com o passar das gerações a população tende a evoluir
- Representa a reprodução sexuada, pois na reprodução assexuada cada filho é idêntico a seu genitor e tem as mesmas habilidades, o que não cria diversidade

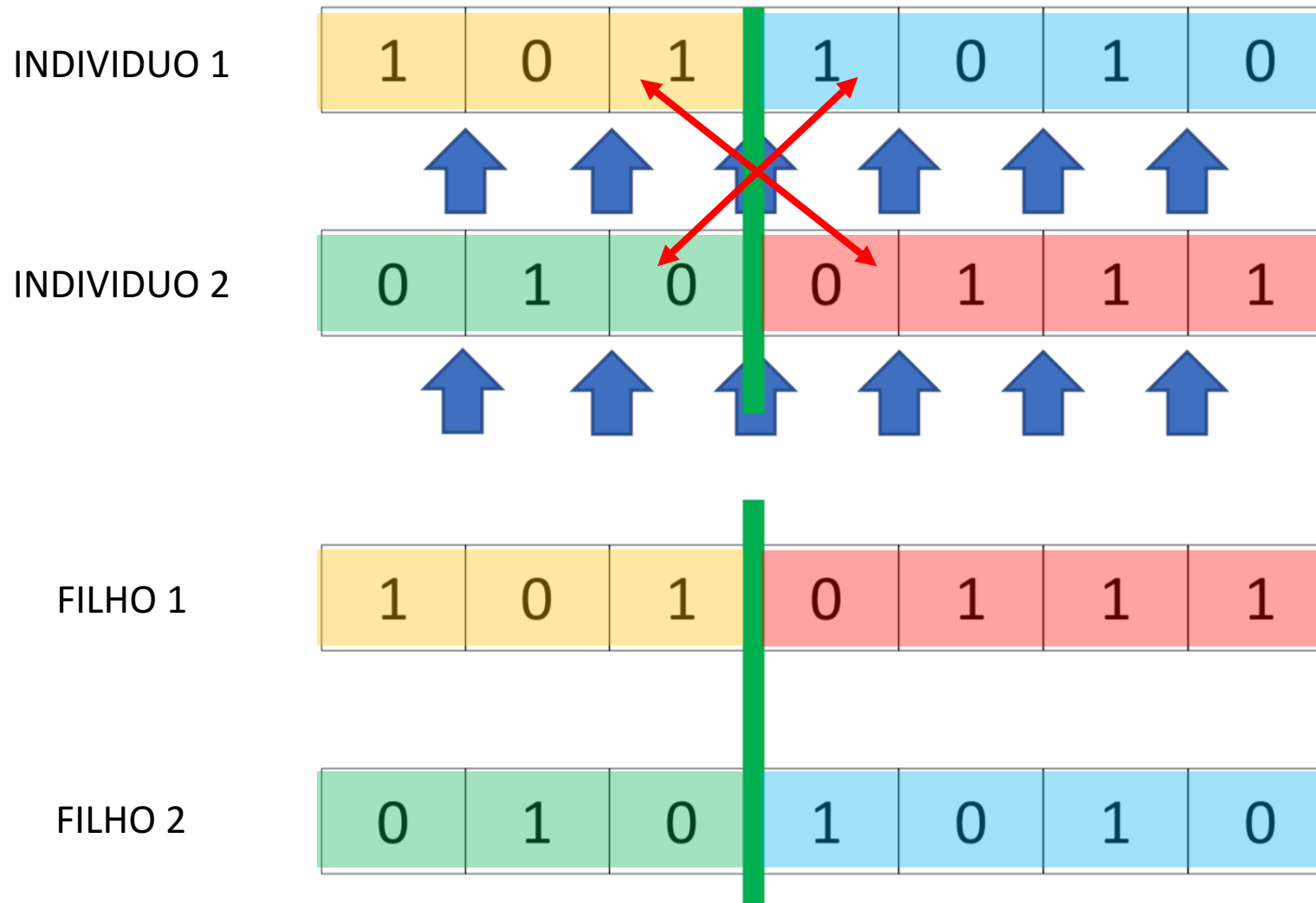
# Crossover

- O cruzamento é o operador responsável pela recombinação de características dos pais durante a reprodução, permitindo que as próximas gerações herdem essas características.
- Ele é considerado o operador genético predominante, por isso é aplicado com probabilidade dada pela taxa de crossover  $P_c$ , que deve ser maior que a taxa de mutação.

# Crossover

- Este operador pode, ainda, ser utilizado de várias maneiras; as mais utilizadas são:
  - **um-ponto:** um ponto de cruzamento é escolhido e a partir deste ponto as informações genéticas dos pais serão trocadas. As informações anteriores a este ponto em um dos pais são ligadas às informações posteriores à este ponto no outro pai.
  - **multi-pontos:** é uma generalização desta ideia de troca de material genético através de pontos, onde muitos pontos de cruzamento podem ser utilizados.
  - **uniforme:** não utiliza pontos de cruzamento, mas determina, através de um parâmetro global, qual a probabilidade de cada variável ser trocada entre os pais.

# Operador de crossover de um ponto



# Mutação

- A mutação cria diversidade, mudando aleatoriamente genes dentro de indivíduos e é aplicada de forma menos frequente que a reprodução, como na natureza
- Possui uma taxa associada a uma probabilidade extremamente baixa para alterar um gene

# Operadores Genéticos

- O princípio básico dos operadores genéticos é transformar a população através de sucessivas gerações, estendendo a busca até chegar a um resultado satisfatório.
- Os operadores genéticos são necessários para que a população se diversifique e mantenha características de adaptação adquiridas pelas gerações anteriores.
- O operador de mutação é necessário para a introdução e manutenção da diversidade genética da população, alterando arbitrariamente um ou mais componentes de uma estrutura escolhida

# Operadores Genéticos

- Fornece meios para introdução de novos elementos na população.
- Assegura que a probabilidade de se chegar a qualquer ponto do espaço de busca nunca será zero, além de contornar o problema de mínimos locais, pois com este mecanismo, altera-se levemente a direção da busca.
- O operador de mutação é aplicado aos indivíduos com uma probabilidade dada pela taxa de mutação; geralmente se utiliza uma taxa de mutação pequena, pois é um operador genético secundário.

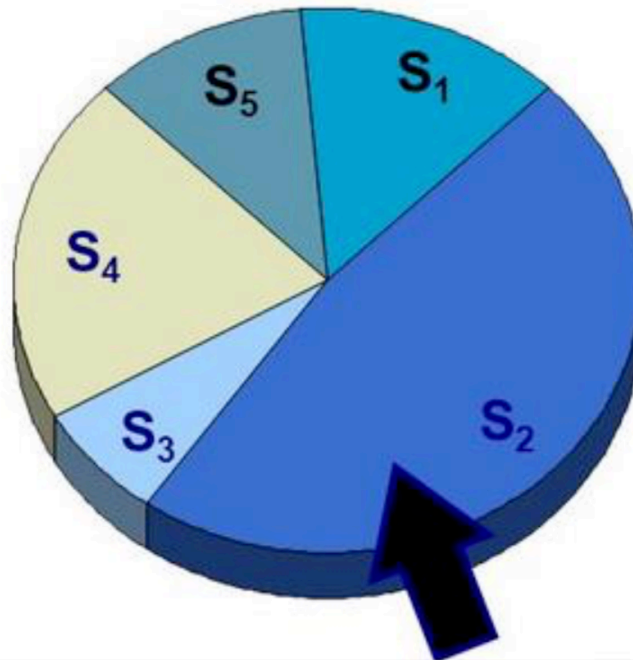


# Seleção dos indivíduos

- Operadores genéticos são utilizados em indivíduos selecionados dentro da população
- Indivíduos mais aptos (função de avaliação maior) serão selecionados mais frequentemente que os menos aptos – características dos melhores deve predominar na nova população
- Deve simular o mecanismo de seleção natural que atua sobre as espécies biológicas: pais mais capazes geram mais filhos e pais menos aptos também geram descendentes
- Privilegiar indivíduos com função de avaliação alta, sem desprezar completamente com função baixa
- Se deixar somente os melhores indivíduos, a população tenderá a ser composta de elementos cada vez mais semelhantes e faltará diversidade

# Seleção dos indivíduos: método da roleta viciada

- Cada cromossomo recebe um pedaço proporcional à sua avaliação e a roleta é rodada
- Etilismo: módulos de população que preservam os melhores, que garantem a estabilidade do melhor e não sua evolução



# Parâmetros Genéticos

- É importante também, analisar de que maneira alguns parâmetros influem no comportamento dos Algoritmos Genéticos, para que se possa estabelecê-los conforme as necessidades do problema e dos recursos disponíveis.

# Parâmetros Genéticos

- **Tamanho da População.** O tamanho da população afeta o desempenho global e a eficiência dos AGs. Com uma população pequena o desempenho pode cair, pois deste modo a população fornece uma pequena cobertura do espaço de busca do problema. Uma grande população geralmente fornece uma cobertura representativa do domínio do problema, além de prevenir convergências prematuras para soluções locais ao invés de globais. No entanto, para se trabalhar com grandes populações, são necessários maiores recursos computacionais, ou que o algoritmo trabalhe por um período de tempo muito maior.

# Parâmetros Genéticos

- **Taxa de Cruzamento.** Quanto maior for esta taxa, mais rapidamente novas estruturas serão introduzidas na população. Mas se esta for muito alta, estruturas com boas aptidões poderão ser retiradas mais rapidamente, a maior parte da população será substituída, mas com valores muito altos pode ocorrer perda de estruturas de alta aptidão. Com um valor baixo, o algoritmo pode tornar-se muito lento.

# Parâmetros Genéticos

- **Taxa de Mutação.** Uma baixa taxa de mutação previne que uma dada posição fique estagnada em um valor, além de possibilitar que se chegue em qualquer ponto do espaço de busca. Com uma taxa muito alta a busca se torna essencialmente aleatória.