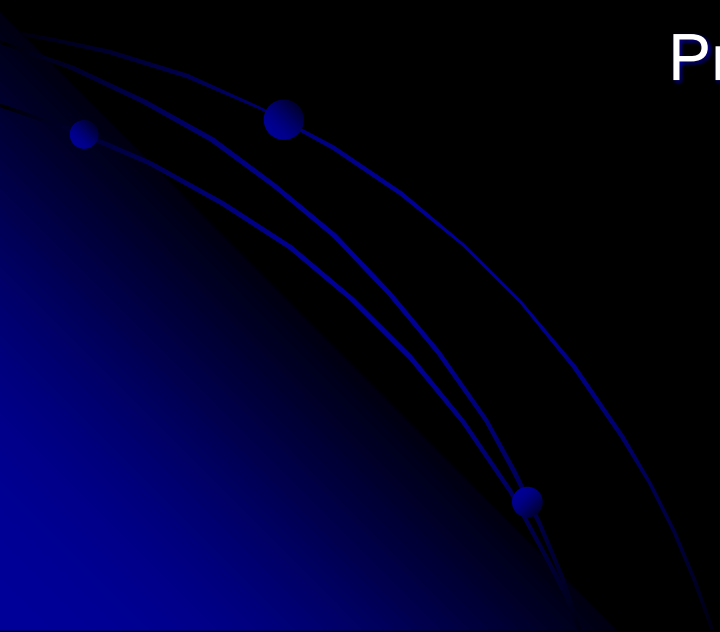


Algoritmos Genéticos

Capítulo 6

Prof. Ricardo Linden



Separando os Operadores

- Até agora usamos somente um operador genético, o operador de crossover mais mutação de bit;
- A partir de agora dividiremo-lo em dois operadores separados (um para crossover e outro para mutação);
- Separamos com o intuito de obter maior controle sobre a operação de cada um deles;

Separando os Operadores

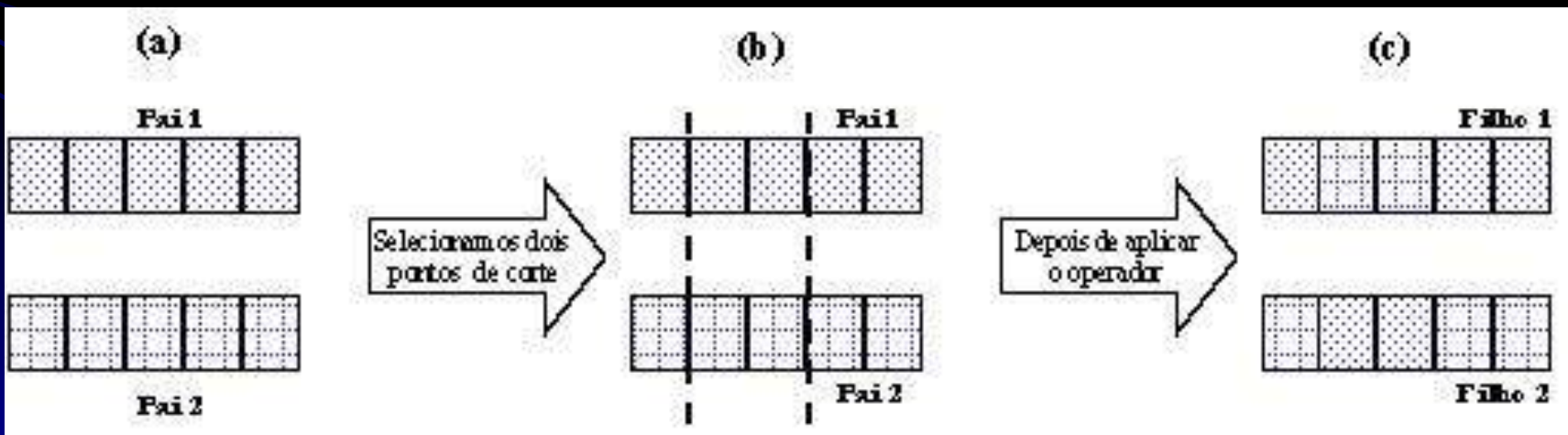
- Separando:
 - Podemos aumentar ou diminuir a incidência de cada um dos operadores sobre nossa população;
 - Cada operador receberá uma avaliação;
 - Para decidir qual será aplicado a cada instante rodaremos uma roleta viciada;
 - A seleção de indivíduos é feita depois da seleção do operador genético a ser aplicado, visto que o operador de mutação requer somente um indivíduo enquanto que o de crossover requer dois;
 - Normalmente o operador de crossover recebe uma probabilidade bem maior que o operador de mutação;
 - Normalmente a probabilidade associada ao operador de mutação é igual a $100\% - pc$, onde pc é a probabilidade do operador de crossover

Outros Operadores

- Existem vários outros tipos de operadores diferentes;
- Entre os de crossover, podemos incluir:
 - Crossover de 2 pontos;
 - Crossover Uniforme;
 - Crossover de Maioria.
- Vamos discutir cada um deles.
- Eles são necessários, pois:
 - Existem dezenas de esquemas que o crossover de 1 só ponto não consegue preservar, como por exemplo $1^{*****}1$.
 - Se não mudarmos o nosso operador de crossover, nosso GA ficará limitado na sua capacidade de processar esquemas

Crossover de Dois Pontos

- Funcionamento:
 - Sortearmos dois pontos de corte;
 - O primeiro filho será então formado pela parte do primeiro pai fora dos pontos de corte e pela parte do segundo pai entre os pontos de corte;
 - O segundo filho será formado pelas partes restantes.
- Graficamente:



Crossover de Dois Pontos

- Exemplo:

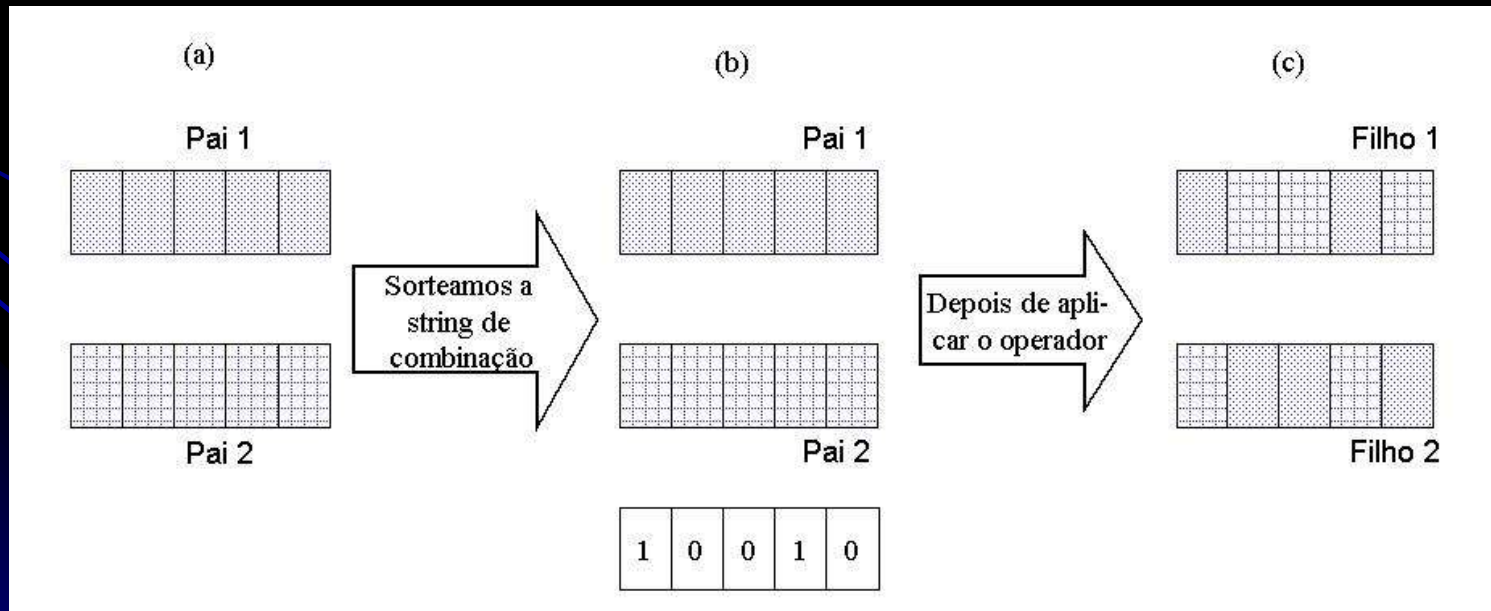
- Suponha que temos dois pais de tamanho 10, dados respectivamente pelas strings *0101010101* e *1111000011*;
- Sorteamos os pontos de corte 4 e 8;
- Primeiro filho será dado, então, por:
 - a parte do primeiro pai até o ponto de corte 4 (*0101*);
 - a parte do segundo pai entre o ponto de corte 4 e o ponto de corte 8 (*0000*);
 - a parte do primeiro pai localizada após o ponto de corte 8 (*01*);
 - No final, o valor deste filho será *0101000001*.

Crossover Uniforme

- O número de esquemas que podem ser efetivamente transferidos aos descendentes usando-se o crossover de dois pontos aumenta de forma considerável;
- Ele é ainda maior se usarmos o operador de crossover uniforme.

Crossover Uniforme

- Para cada gene é sorteado um número zero ou um.
- Se sortearmos um, primeiro filho recebe gene da posição corrente do primeiro pai e o outro, o do segundo pai.
- Se o valor sorteado for zero, as atribuições serão invertidas.
- Graficamente:

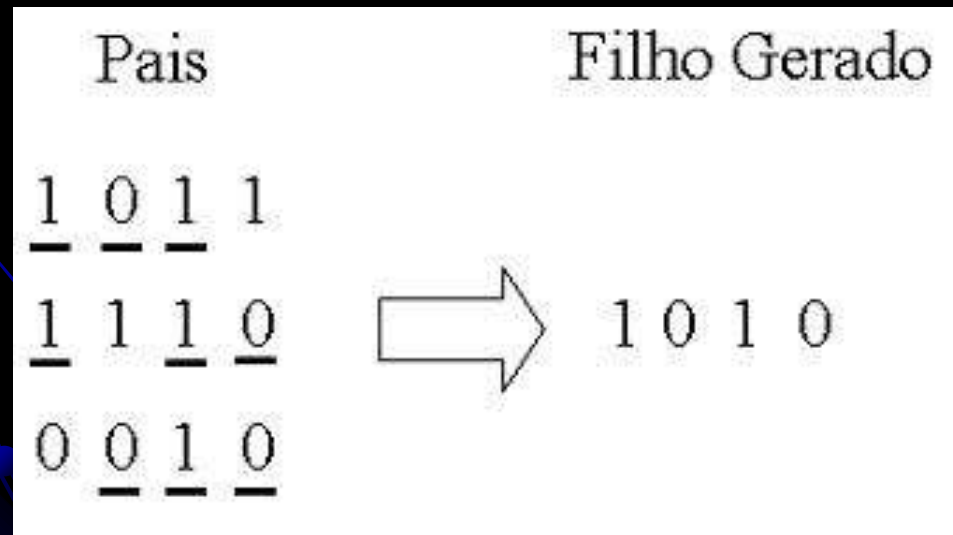


Crossover Uniforme

- Este operador tende a conservar esquemas longos com a mesma probabilidade que preserva esquemas de menor comprimento, desde que ambos tenham a mesma ordem.
- Devido ao fato de fazer um sorteio para cada posição, este crossover tem uma grande possibilidade de estragar todo e qualquer esquema, mas em média o seu desempenho é superior à dos seus antecessores.

Crossover Baseado em Maioria

- Não muito usado pois tende a fazer com que a convergência genética ocorra rapidamente.
- Operação básica:
 - sortear n pais
 - cada bit do filho seja igual ao valor da maioria dos pais selecionados.
- Graficamente:

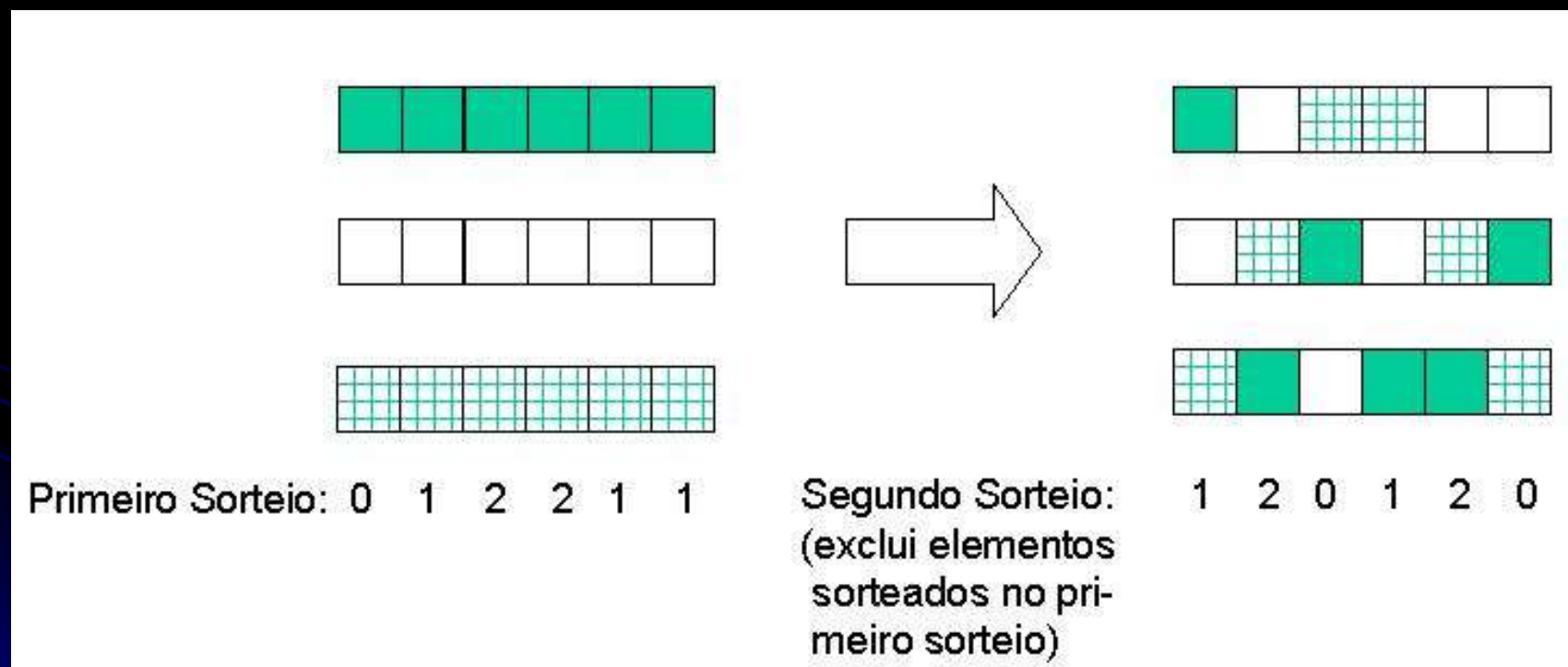


Crossover com mais de dois pais

- Não existe nenhum tipo de restrição formal que obrigue que o número de pais participando de uma operação de crossover seja igual a dois;
- Podemos usar quantos pais quisermos, bastando adaptar o operador utilizado;
- Por exemplo, se quisermos usar o crossover uniforme, selecionar 0,1 ou 2, para fazer a seleção do pai;
- Precisamos também de um segundo sorteio para determinar o pai que mandará o indivíduo para o segundo filho.
- Pode-se extrapolar para o caso em que temos n pais, quando teremos exatamente $n-1$ sorteios (o último filho é gerado com os “restos” não utilizados na composição de todos os seus irmãos)

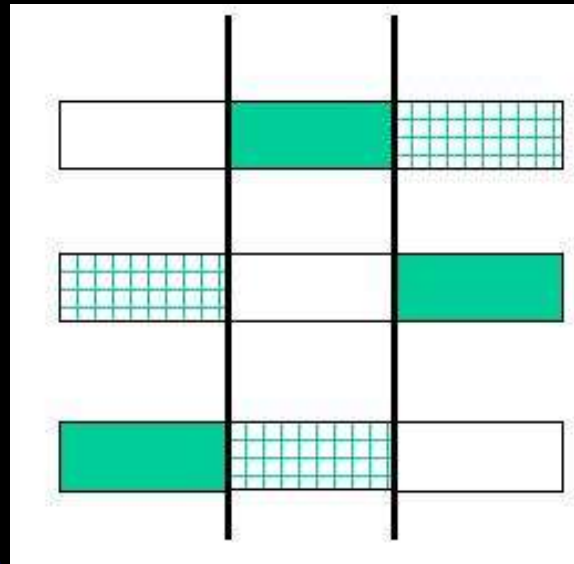
Crossover com mais de dois pais

- Graficamente:



Crossover com mais de dois pais

- Com n pais, vetamos crossovers de k pontos, onde $k < n-1$.
- Crossover de k pontos possui $k+1$ blocos para combinar;
- Se temos mais pais do que $k+1$, alguns não participarão da composição dos filhos;
- Exemplo de uma operação possível para o crossover de 2 pontos usando três pais

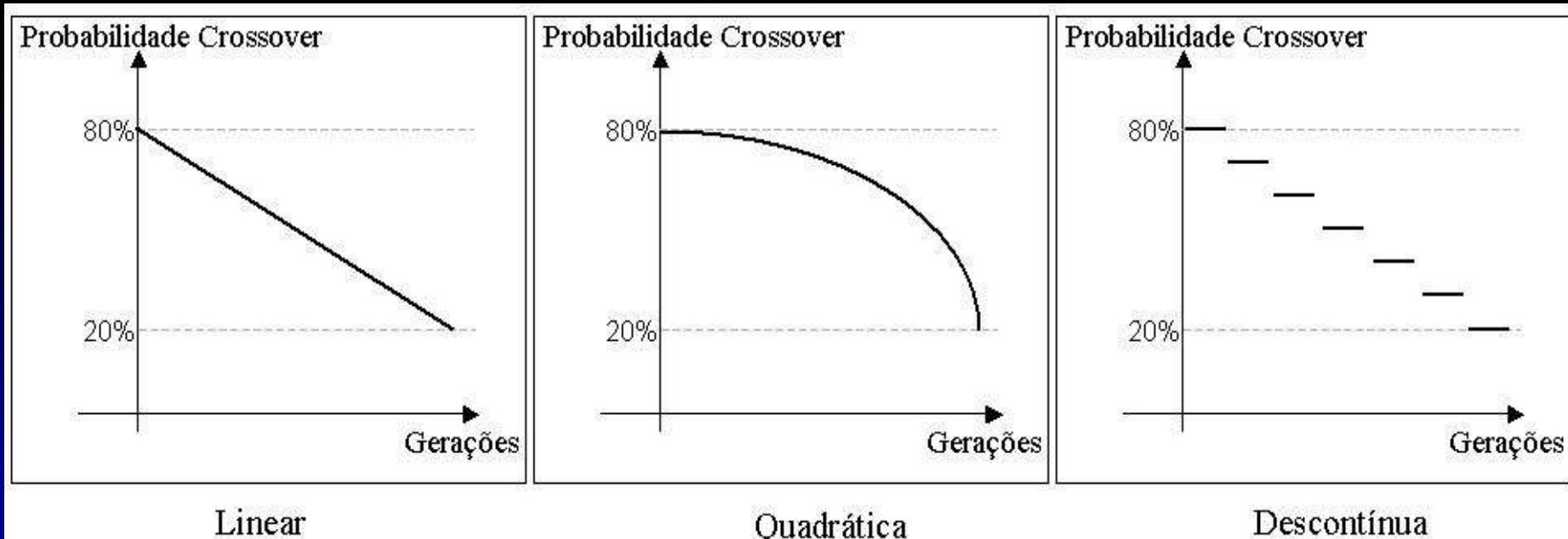


Operadores com Percentagens Variáveis

- Quando falávamos em dois operadores selecionados de forma separada, atribuíamos a cada um deles uma percentagem fixa e rodávamos uma roleta viciada de forma a escolher qual dos operadores seria aplicado sobre o indivíduo selecionado;
- Não há uma probabilidade que seja adequada para os dois operadores durante toda a execução do algoritmo;
- No início do GA, nós queremos executar muita reprodução e pouca mutação;
- Depois de um grande número de gerações, ocorre a convergência genética, tornando extremamente interessante que o operador de mutação seja escolhido mais freqüentemente.

Operadores com Percentagens Variáveis

- Precisaríamos que a probabilidade do operador de crossover fosse caindo com o decorrer do algoritmo e que a probabilidade do operador aumentasse;
- Podemos interpolar as probabilidades dos dois operadores;
- Há várias técnicas de interpolação candidatas:



Operador de Mutação Dirigida

- Pesquisadores resolvem o problema da convergência genética tornando a mutação mais provável que o crossover;
- Assim, há a tendência de que novamente venha a surgir uma variedade genética dentro da população de soluções.
- Todas as partes de cada uma das soluções têm igual probabilidade de serem modificadas, sem distinção.
- O problema pode estar concentrado no esquema dominante entre as melhores soluções;
- Se este esquema não for modificado de forma agressiva, pode ser que não cheguemos a lugar algum.

Operador de Mutação Dirigida

- Solução possível:
 - Criar um novo operador de mutação, que procurasse se concentrar neste esquema dominante;
 - Objetivo: criar variedade genética nos genes que nos interessam.
 - O operador só começa a agir depois de um grande número de gerações.
 - Quando ativado:
 - ele busca as n melhores soluções dentro da população padrão;
 - verifica qual é a bagagem cromossomial que elas têm em comum (usando operador XNOR);
 - pode-se considerar como comum cromossomos que estejam presentes apenas em uma maioria dos cromossomos.

Comentários sobre Operador de Mutação

- Operador de mutação é fundamental para um GA, pois garante a continuidade da existência de diversidade genética na população;
 - É uma heurística exploratória;
 - Se for sua probabilidade for baixa demais, população perderá diversidade rapidamente;
 - Se for alta demais, GA se comportará como uma *random walk*.
 - Solução razoável: utilizar uma taxa de mutação que varie com o desenrolar da evolução do algoritmo;
 - Com o steady state, pode-se aumentar taxa de mutação.

Comentários sobre Operador de Crossover

- Operador de crossover é o mais importante dos GAs;
- Somado ao módulo de seleção proporcional à avaliação de um indivíduo, é o responsável pelo fato de um algoritmo genético não poder ser comparado a uma busca aleatória;
- Historicamente, o operador de crossover tem recebido uma percentagem de escolha muito alta;
- Escolha do tipo de operador utilizado (representação binária):
 - Crossover uniforme é o mais poderoso
 - Pode criar o mesmo tipo de soluções que os crossovers de um e de vários pontos, além de novas combinações que estes tipos não são capazes de criar.
 - Ele também é o mais destrutivo, sendo o crossover que mais separa elementos de um esquema interessante, especialmente se estes elementos fundamentais são adjacentes.

Comentários sobre Operador de Crossover

- Idéia interessante para minimizar poder destrutivo:
 - modificar a probabilidade de selecionar um gene de cada um dos pais
 - aumentando a probabilidade de selecionar o gene i do pai k se o gene $i-1$ foi selecionado deste pai.
 - Esta solução diminui a probabilidade de romper esquemas que contenham elementos adjacentes, sem evitar que o crossover uniforme gere soluções livremente.
- Crossover de um ponto, possui uma característica denominada de preconceito positional (*positional bias*):
 - assume que esquemas curtos e de baixa ordem são os blocos funcionais básicos dos cromossomos;
 - uso deste operador permite a sobrevivência de genes “caroneiros” (*hitchhikers*).

Comentários sobre Operador de Crossover

- Existem vários trabalhos que evitam ter que escolher entre os operadores de crossover;
- Acrescenta-se uma roleta adicional ao processo de reprodução;
- Roleta serve para determinar qual operador de crossover será usado para aquele par de pais.
- Esta estratégia tenta combinar as características exploratórias mais agressivas do operador de crossover uniforme com o conservadorismo do crossover de um ponto.
- Introduz-se mais um parâmetro que deve ser controlado pelo desenvolvedor de GA, que é o conjunto de probabilidades de cada um dos tipos de crossover.