

Atividade 03 - Algoritmo Genético Simples

Fábio Pereira de Souza*

04 de Abril de 2021

1 Introdução

A terceira atividade da disciplina de Otimização MultiObjetivo, se trata de um Algoritmo Genético Simples. A partir de um código-fonte, em anexo, foi nos solicitada a implementação dos operadores de variação apresentados na última aula. O formato de entrega é da seguinte forma:

- Arquivo ZIP no formato NomeSobrenome.zip com o código-fonte
- Arquivo PDF no formato NomeSobrenome.pdf apresentando os resultados de pelo menos três combinações de operadores

2 Arquivos

O arquivo zip com o código implementado foi postado e disponibilizado também no gitHub <<https://github.com/fapers/MeusTreinamentos/tree/master/mestrado/ppgmcs/m06-otimizacao-multiobjetivo>>, assim como este arquivo em pdf com os resultados obtidos das três combinações de operadores.

3 Resultados

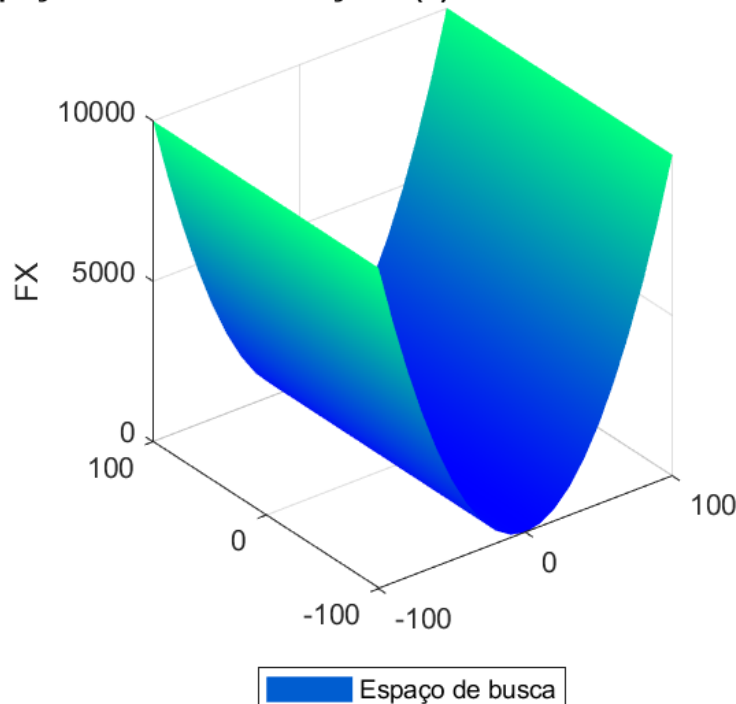
O algoritmo genético foi adaptado da versão compactada que nos foi passada em Matlab R2020a, para somente uma única variável. Há possibilidade de adaptação para várias variáveis sendo necessário atualização da função *calculaFX.m*.

Serão apresentados aqui em formato de tabelas e gráficos, os resultados obtidos da função objetivo $F(X) = X^2$, com $X \in [-100, 100]$. O espaço de busca está definido na Figura 1.

*Email: fapers.ppgmcs@gmail.com e Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0804371329838093>

Figura 1 – Espaço de Busca

Espaço de Busca da Função $F(x) = x^2$ no intervalo -100 a 100



Fonte: Autor

3.1 Parâmetros Gerais do Algoritmo Genético

Foram utilizados os parâmetros gerais definidos pelo professor Steve da disciplina de Otimização Multiobjetivo, os quais são:

- **Xmin:** -100; % menor valor do espaço de busca
- **Xmax:** 100; % maior valor do espaço de busca
- **NumEXEC:** 10; % número de execuções
- **Problema:** 1; % problema de minimização de função objetivo
- **MetSEL:** 1; % seleção simples, junta as duas populações, ordena e retorna uma população de tamPOP com os melhores indivíduos
- **MaxFX:** 1000; % máximo de avaliações da função objetivo para o critério de parada
- **TamPop:** 20; % tamanho da população
- Para **t** de 1 até numEXEC faça: % controla o número de execuções do algoritmo
- **Tempo:** cputime(); % calcular o tempo até atingir o critério de parada
- **POP:** % população inicial gerada de forma aleatória
- **FX:** % calcula a função objetivo

- **NumFX:** % número de soluções geradas até o momento
- Enquanto numFX for menor que maxFX faça: % critério de parada, número de avaliações da função objetivo
- **POPnovo:** % a variável POPnovo recebe o resultado do cruzamento de POP
- **FXnovo:** % recebe a nova avaliação de POPnovo
- % A variável numFX é atualizada
- % A variável POP é atualizada como lista e incrementada de POPnovo
- % A variável FX é atualizada como lista e incrementada de FXnovo
- **POP, FX:** % a seleção de POP e FX é devolvido para as variáveis POP e FX originais
- % Sai o loop enquanto
- % A variável tempo é calculada
- % Imprime os resultados na tela
- **Cruzamento 1:** média aritmética

$$POP_{novo} = (POP(r1, :) + POP(r2, :))/2;$$

- **Cruzamento 2:** valor aleatório entre x1 e x2

$$POP_{novo} = POP(r1, :) + (rand(tamPOP, numVAR). * (POP(r2, :) - POP(r1, :)));$$

- **Cruzamento 3:** valor aleatório que extrapola o intervalo entre x1 e x2

$$POP_{novo} = POP(r1, :) + (2 * rand(tamPOP, numVAR) - 1) * (POP(r2, :) - POP(r1, :));$$

- **Mutação 1:** valor aleatório até 50% do espaço de busca

$$POP_{novo} = POP(r1, :) + (rand(tamPOP, numVAR) - 0.5) * (x_{max} - x_{min});$$

- **Mutação 2:** valor aleatório até 50% do valor de C

$$POP_{novo} = POP(r1, :) + (rand(tamPOP, numVAR) - 0.5) * C;$$

- **Mutação 3:** valor aleatório

$$POP_{novo} = x_{min} + rand(tamPOP, numVAR) * (x_{max} - x_{min});$$

3.2 Uma única variável

Neste experimento, foram utilizados os parâmetros gerais e somente uma variável. Foram testadas outras possibilidades não relatadas aqui, como por exemplo, utilização de duas, cinco, dez e cinquenta variáveis, sendo necessária a mudança dos cálculos da função objetivo. Outras possibilidades testadas foram a utilização de vários valores para a constante **C** do segundo método de mutação e o valor aleatório do espaço de busca do primeiro método de mutação.

Como o cálculo da função objetivo é simples e o número de variáveis é limitado a 1, o algoritmo é muito rápido para ser executado, muitos resultados estavam aparecendo o tempo zero segundos, sendo assim, foi adicionado o gráfico com a evolução da função objetivo o que atrasou um pouco a execução do algoritmo e não mais apareceu tempo zero.

Verificou-se ao final dos testes que os melhores resultados foram obtidos utilizando o segundo método de mutação e ao diminuir o valor da constante **C** obtêm-se uma maior aproximação do valor zero para a função objetivo.

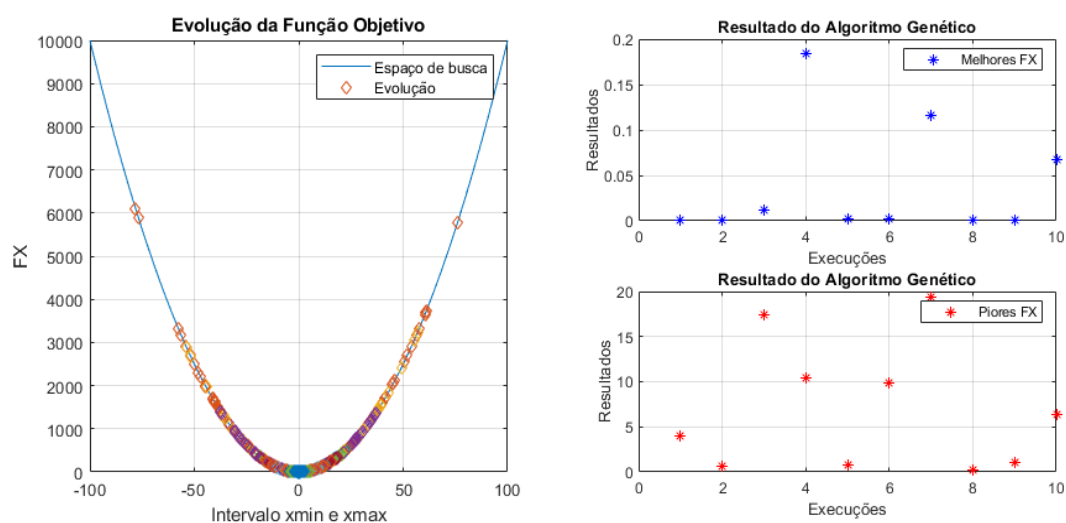
Combinação do cruzamento 1 com mutação 1: figura 2.

Entre com o método de cruzamento: 1

Entre com o método de mutação: 1

O melhor valor encontrado foi: 0.0011	(0.0469 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0079	(0.0469 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.5499	(0.0625 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0292	(0.0156 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0009	(0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0078	(0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0413	(0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0000	(0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0003	(0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0062	(0.0156 segundos)

Figura 2 – Evolução - metCRUZ:1 e metMUT:1



Fonte: Autor

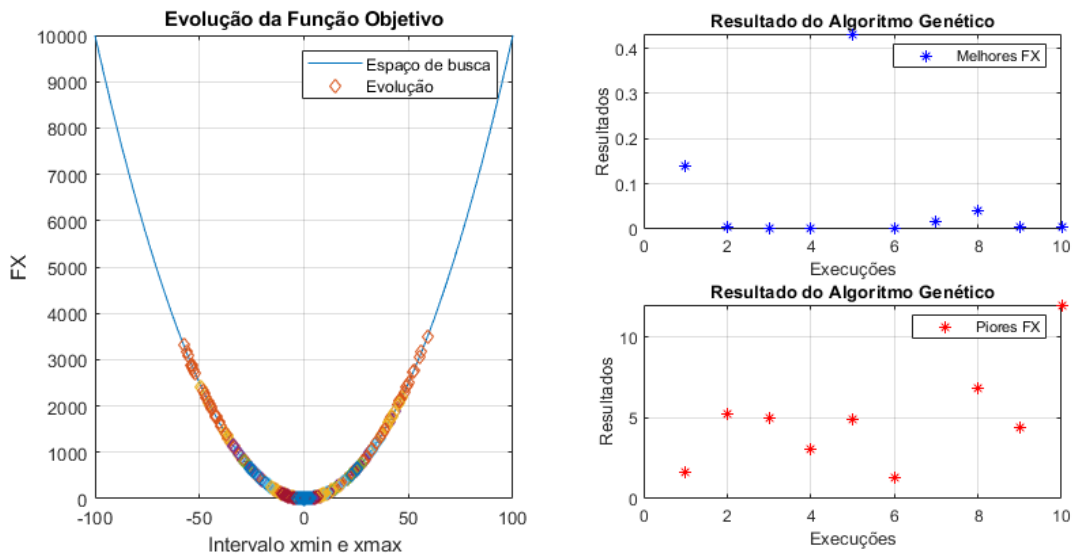
Combinação do cruzamento 2 com mutação 1: figura 3.

Entre com o método de cruzamento: 2

Entre com o método de mutação: 1

O melhor valor encontrado foi: 0.0322 (0.0625 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0109 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0103 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0031 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0001 (0.0156 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0020 (0.0469 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0116 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0094 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0001 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0564 (0.0156 segundos)

Figura 3 – Evolução - metCRUZ:2 e metMUT:1



Fonte: Autor

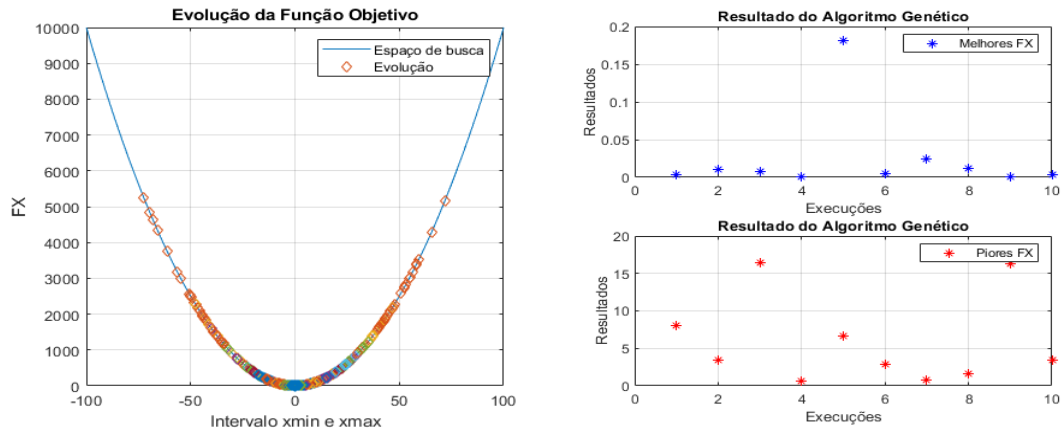
Combinação do cruzamento 3 com mutação 1: figura 4.

Entre com o método de cruzamento: 3

Entre com o método de mutação: 1

O melhor valor encontrado foi: 0.0039 (0.0469 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0108 (0.0625 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0082 (0.0938 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0003 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.1817 (0.0781 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0050 (0.0938 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0242 (0.0625 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0117 (0.0625 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0007 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0033 (0.0313 segundos)

Figura 4 – Evolução - metCRUZ:3 e metMUT:1



Fonte: Autor

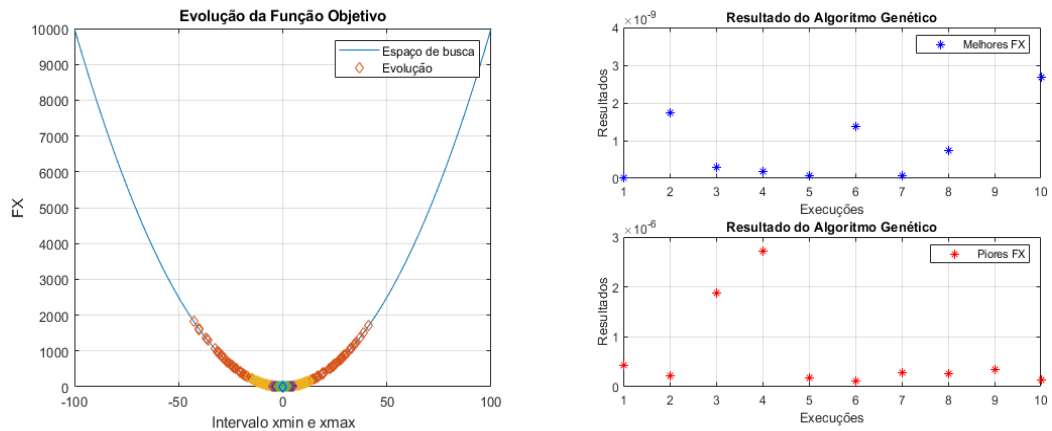
Combinação do cruzamento 1 com mutação 2: figura 5.

Entre com o método de cruzamento: 1

Entre com o método de mutação: 2

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0469 segundos)
 O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)
 O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0469 segundos)
 O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0156 segundos)
 O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0469 segundos)
 O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)
 O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)
 O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)
 O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)
 O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0156 segundos)

Figura 5 – Evolução - metCRUZ:1 e metMUT:2



Fonte: Autor

Combinação do cruzamento 2 com mutação 2: figura 6.

Entre com o método de cruzamento: 2

Entre com o método de mutação: 2

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0625 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)

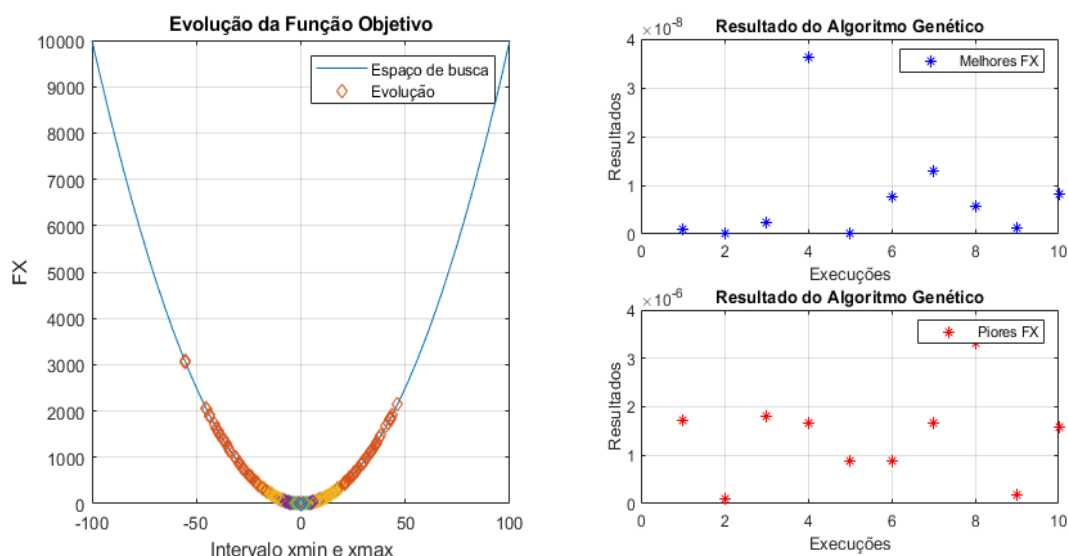
O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0156 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)

Figura 6 – Evolução - metCRUZ:2 e metMUT:2



Fonte: Autor

Combinação do cruzamento 3 com mutação 2: figura 7.

Entre com o método de cruzamento: 3

Entre com o método de mutação: 2

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0469 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0469 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0156 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0469 segundos)

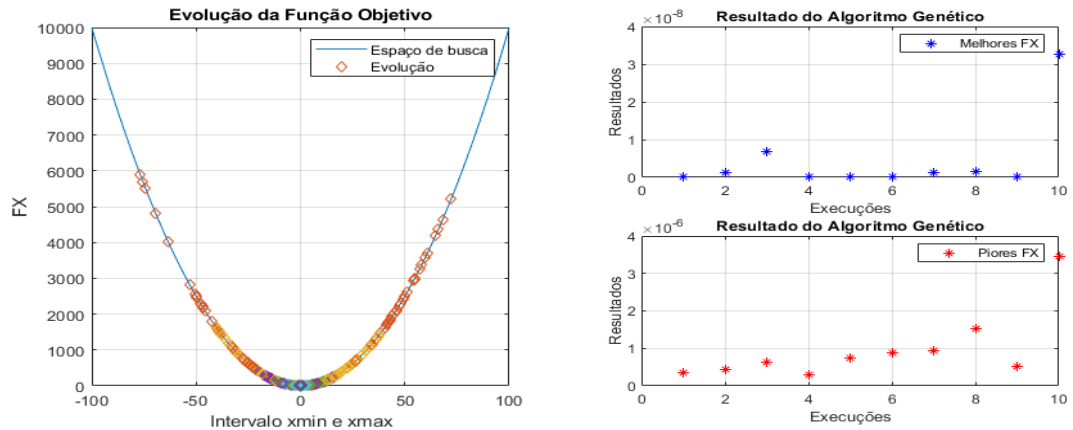
O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0156 segundos)

Figura 7 – Evolução - metCRUZ:3 e metMUT:2



Fonte: Autor

Combinação do cruzamento 1 com mutação 3: figura 8.

Entre com o método de cruzamento: 1

Entre com o método de mutação: 3

O melhor valor encontrado foi: 0.0001 (0.0625 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0374 (0.0156 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.3685 (0.0313 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0004 (0.0313 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0040 (0.0156 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0040 (0.0469 segundos)

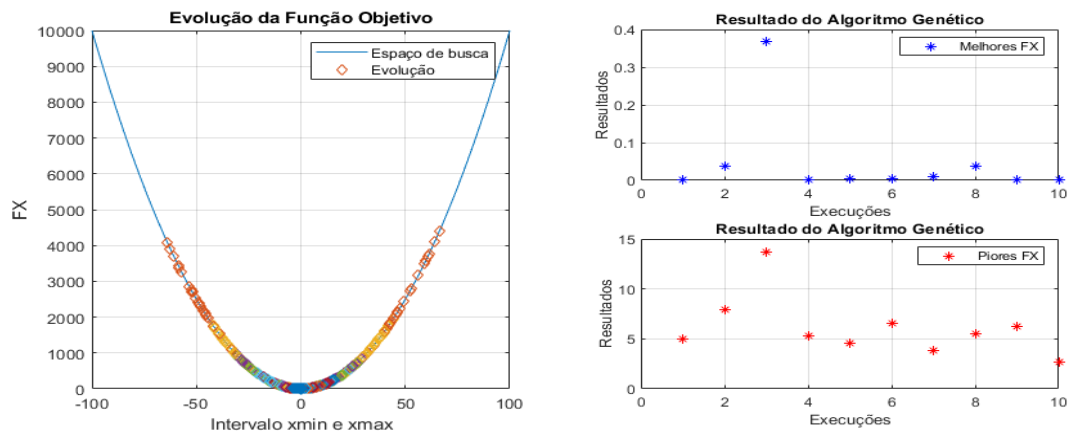
O melhor valor encontrado foi: 0.0092 (0.0313 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0388 (0.0313 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0018 (0.0313 segundos)

O melhor valor encontrado foi: 0.0000 (0.0313 segundos)

Figura 8 – Evolução - metCRUZ:1 e metMUT:3



Fonte: Autor

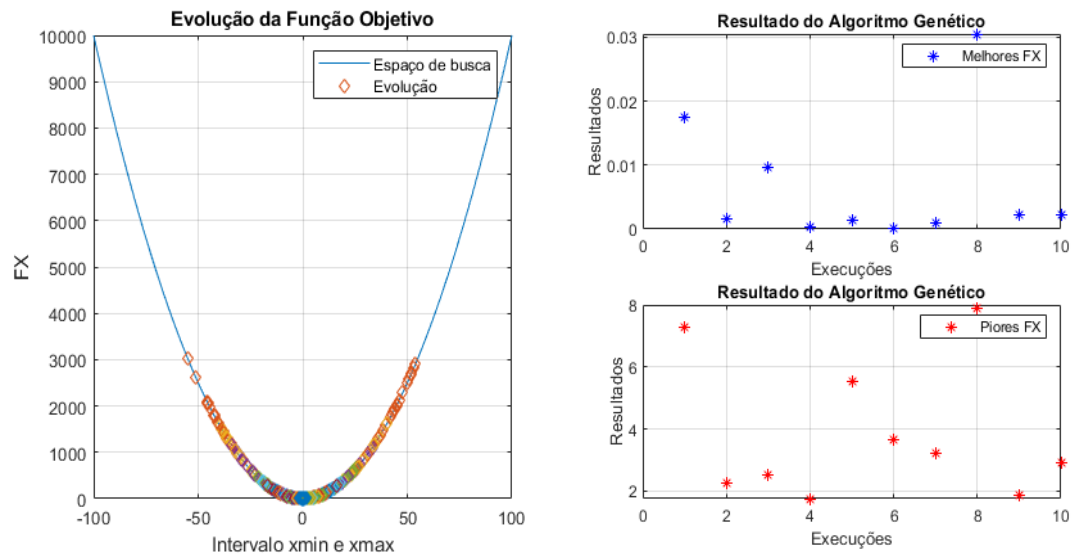
Combinação do cruzamento 2 com mutação 3: figura 9.

Entre com o método de cruzamento: 2

Entre com o método de mutação: 3

O melhor valor encontrado foi: 0.0174 (0.0625 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0016 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0096 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0002 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0014 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0002 (0.0156 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0010 (0.0156 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0305 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0022 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0022 (0.0313 segundos)

Figura 9 – Evolução - metCRUZ:2 e metMUT:3



Fonte: Autor

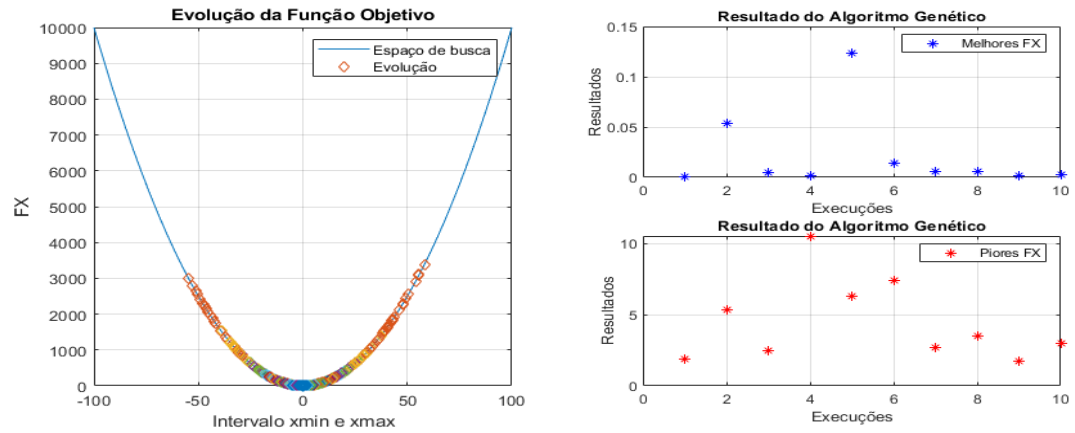
Combinação do cruzamento 3 com mutação 3: figura 10.

Entre com o método de cruzamento: 3

Entre com o método de mutação: 3

O melhor valor encontrado foi: 0.0002 (0.0625 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0539 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0049 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0018 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.1233 (0.0156 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0143 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0059 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0055 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0016 (0.0313 segundos)
O melhor valor encontrado foi: 0.0023 (0.0156 segundos)

Figura 10 – Evolução - metCRUZ:3 e metMUT:3



Fonte: Autor

Podemos verificar, diante dos resultados, que a melhor combinação para o problema proposto é utilizar uma mutação tipo 2, definido $POP_{novo} = POP(r1,:) + (rand - 0.5) * C$; de forma que seja um valor aleatório até 50% do valor de uma constante C . Quanto mais diminui o valor da constante, a busca local tende a zero, que para esse exemplo $f(x) = x^2$ é o ótimo global.