

LISTA DE EXERCÍCIOS 1

Júlio César Guimarães Costa¹; Francisco Correa Neto¹;
julio costa@alunos.utfpr.edu.br; franet@alunos.utfpr.edu.br;

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Ponta Grossa – Paraná

Resumo

Neste relatório foi abordado o desenvolvimento, a implementação e os testes de um algoritmo genético utilizando-se de duas estratégias de seleção e duas de crossover para a procura dos máximos e mínimos globais das funções propostas.

Palavras-chave: metaheurística; otimização; algoritmos genéticos.

1. Introdução

Algoritmos Genéticos são inspirados no princípio Darwiniano da evolução das espécies e na genética [1]. São, também, algoritmos de otimização globais que se inspiram na seleção natural, ou seja, em eventos da natureza. Empregam algoritmos de busca de forma estruturada e paralela mas também, aleatórios, buscando encontrar pontos ótimos a fim de maximizar ou minimizar um problema ou uma função.

Neste relatório, apresentamos a resolução da primeira lista de exercícios da disciplina de Tópicos e Programação 3 ou Metaheurísticas de Otimização Bio-Inspiradas, onde nesta, são utilizadas técnicas junto a algoritmos genéticos para sua resolução.

2. Funções trabalhadas

a. Função de Schwefel

$$f(x,y) = 418,9829 d - \sum_{i=1}^d x_i \sin(\sqrt{|x_i|}) ;$$

Onde $d = 2$ e domínio no intervalo $[-2; +2]$.

b. Função de Rastrigin

$$f(x,y) = 20 + x^2 + y^2 - 10(\cos 2\pi x + \cos 2\pi y);$$

Onde o domínio é no intervalo $[-5; +5]$.

c. Função Exponencial

$$f(x,y) = x^{-(x^2 + y^2)};$$

Onde o domínio é no intervalo $[-5; +5]$.

3. Execução

a. Justificativa

Para os teste que serão demonstrados na seção 4 deste relatório foram utilizadas os seguintes parâmetros:

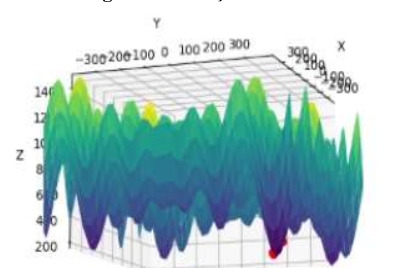
- Tamanho da população de 30 indivíduos;
- Taxa de Mutação de 5%;
- Taxa de Crossover de 70%.
- Condição de Parada: 50 gerações ou a diferença entre o fitness máximo e mínimo da geração menor que 0.001, considerando assim que os indivíduos convergiram.

4. Gráficos

a. Proposta Crossover no Ponto e Seleção em Torneio

i. Função de Schwefel

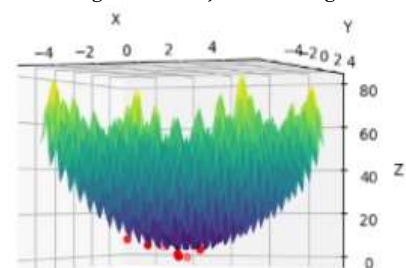
Figura 1 - Função de Schwefel



Fonte: O autor(2022).

ii. Função de Rastrigin

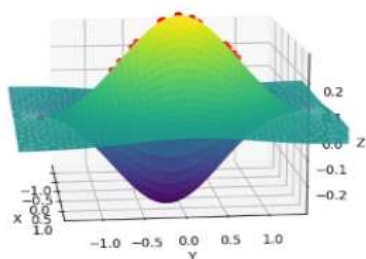
Figura 2 - Função de Rastrigin



Fonte: O autor(2022).

iii. Função Exponencial

Figura 3 - Função Exponencial

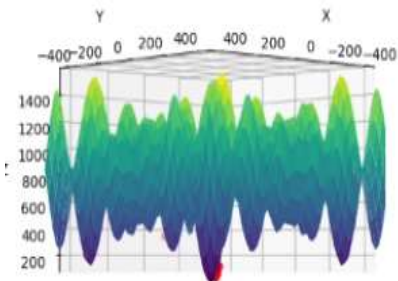


Fonte: O autor(2022).

b. Proposta Crossover no Ponto e Seleção em Roleta

i. Função de Schwefel

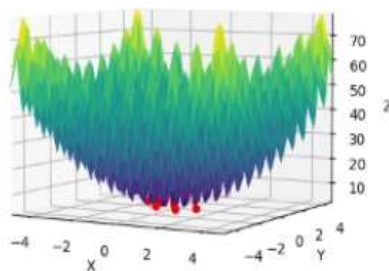
Figura 4 - Função de Schwefel



Fonte: O autor(2022).

ii. Função de Rastrigin

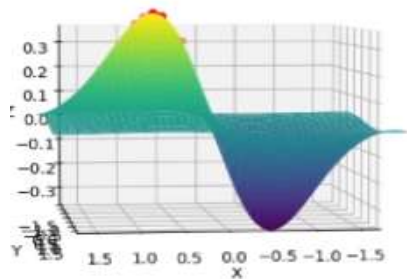
Figura 5 - Função Rastrigin



Fonte: O autor(2022).

iii. Função Exponencial

Figura 6 - Função Exponencial

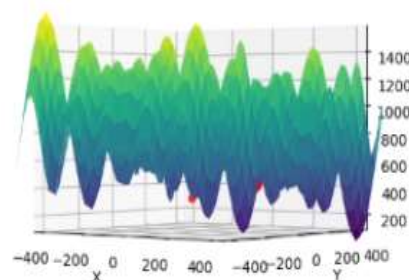


Fonte: O autor(2022).

c. Proposta Crossover Aritmético e Seleção em Roleta

i. Função de Schwefel

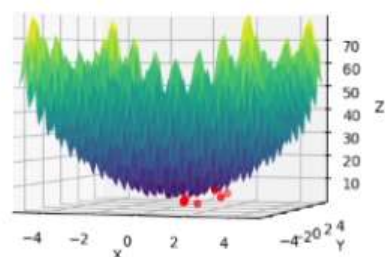
Figura 7 - Função de Schwefel



Fonte: O autor(2022).

ii. Função de Rastrigin

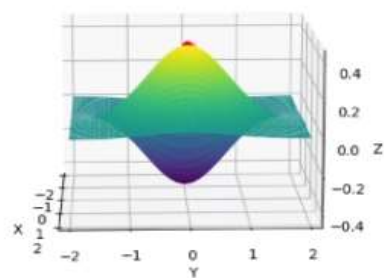
Figura 8 - Função Rastrigin



Fonte: O autor(2022).

iii. Função Exponencial

Figura 9 - Função Exponencial

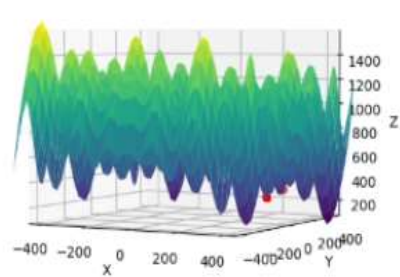


Fonte: O autor(2022).

d. Proposta Crossover Aritmético e Seleção em Torneio

i. Função de Schwefel

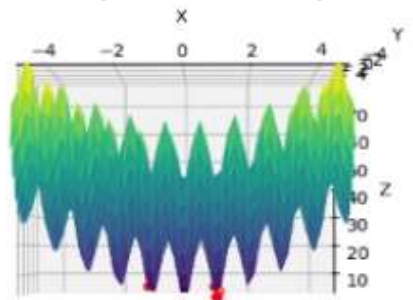
Figura 10 - Função de Schwefel



Fonte: O autor(2022).

ii. Função de Rastrigin

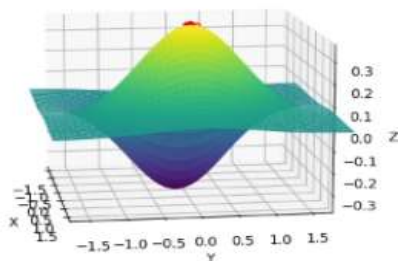
Figura 11 - Função Rastrigin



Fonte: O autor(2022).

iii. Função Exponencial

Figura 12 - Função Exponencial



Fonte: O autor(2022).

5. Análise da Eficiência das Propostas

Foram feitas 10 execuções para cada proposta de seleção e crossover e anotados os números de iterações necessárias para convergirem em cada um dos testes, que por fim tiveram os seguintes resultados:

a. Médias do número de iterações:

As médias de interações na proposta Crossover no Ponto e Seleção em Torneio foram:

- Função de Schwefel: 23,2 iterações.
- Função de Rastrigin: 21,6 iterações
- Função Exponencial: 11 iterações.

As médias de interações na proposta Crossover no Ponto e Seleção em Roleta foram:

- Função de Schwefel: 27,8 iterações.
- Função de Rastrigin: 12,2 iterações
- Função Exponencial: 9,2 iterações.

As médias de interações na proposta Crossover Aritmético e Seleção em Torneio foram:

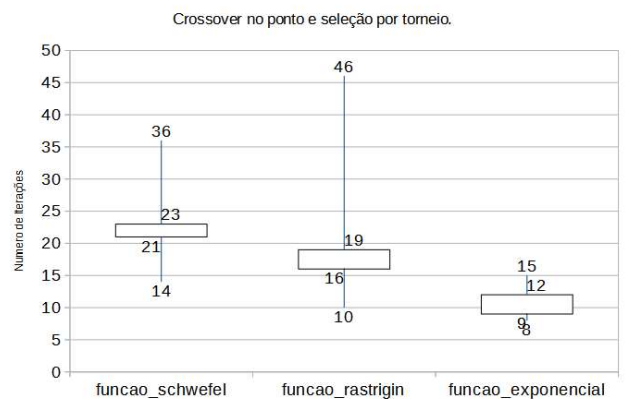
- Função de Schwefel: 15,8 iterações.
- Função de Rastrigin: 31,2 iterações
- Função Exponencial: 10,4 iterações.

As médias de interações na proposta Crossover Aritmético e Seleção em Roleta foram:

- Função de Schwefel: 16,8 iterações.
- Função de Rastrigin: 25,2 iterações
- Função Exponencial: 7,8 iterações.

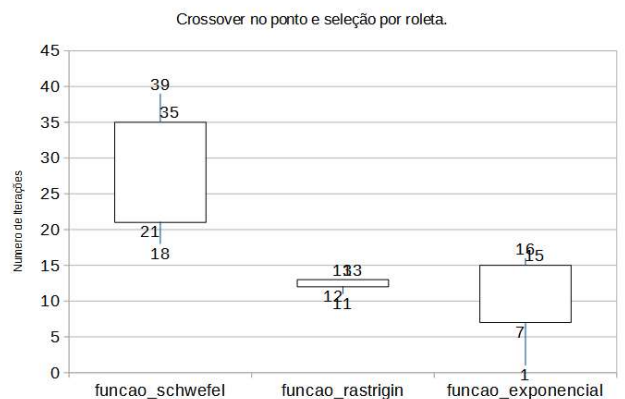
b. Gráficos BoxPlot:

Figura 13 - Gráfico Boxplot Crossover no Ponto e Seleção por torneio



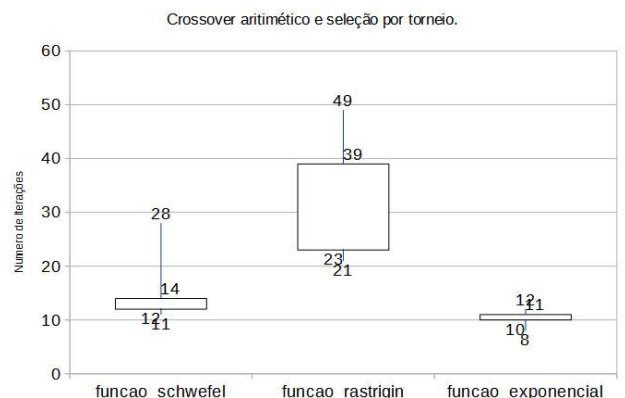
Fonte: O autor(2022).

Figura 14 - Gráfico Boxplot Crossover no Ponto e Seleção por Roleta



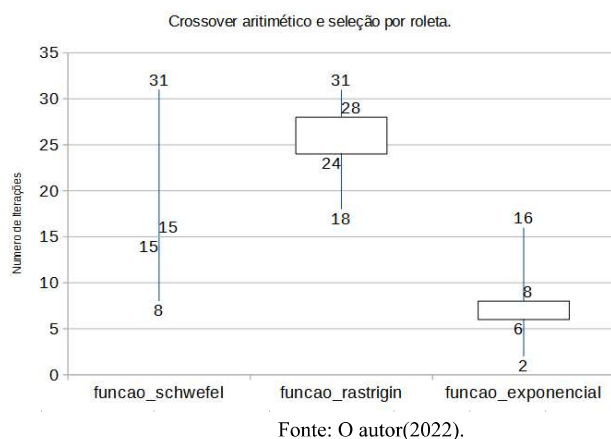
Fonte: O autor(2022).

Figura 15 - Gráfico Boxplot Crossover Aritmético e Seleção por torneio



Fonte: O autor(2022).

Figura 16 - Gráfico Boxplot Crossover Aritmético e Seleção por Roleta



Fonte: O autor(2022).

c. Conclusão da Análise

Após as análises requeridas, baseando-se como critério a média de iterações para convergência dos algoritmos e a diferença entre quartis, conclui-se que algoritmos diferentes são considerados melhores dependendo do tipo de função trabalhada.

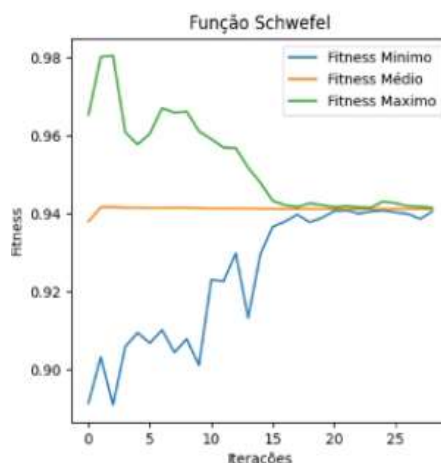
Com relação a média de iterações, para a Função de Schwefel, a Proposta de Crossover Aritmético e Seleção em Torneio obteve um melhor resultado com a média de 15,8 iterações, para a Função de Rastrigin, a Proposta de Crossover no Ponto e Seleção em Roleta com média de 12,2 iterações e para a Função Exponencial, a Proposta de Crossover Aritmético e Seleção em Torneio obteve um melhor resultado com a média de 7,8 iterações.

Com relação a diferença entre quartis, para a Função de Schwefel, a Proposta de Crossover Aritmético e Seleção em Torneio obteve um melhor resultado, para a Função de Rastrigin, a Proposta de Crossover no Ponto e Seleção em Roleta e para a Função Exponencial, a Proposta de Crossover Aritmético e Seleção em Torneio.

6. Evolução Temporal dos Fitness

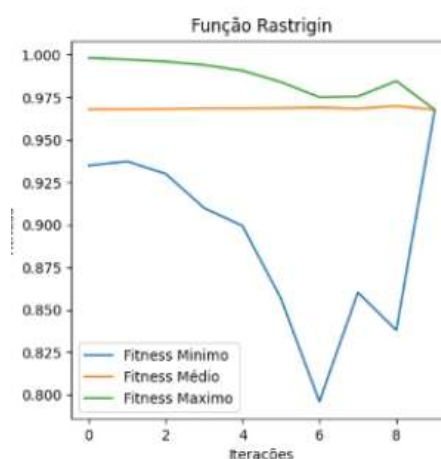
Para a função de Schwefel, foi considerado o melhor caso, conforme o item 5.c deste relatório, assim, para a Função de Schwefel, a evolução temporal foi realizada com base na Proposta de Crossover Aritmético e Seleção por Torneio. Para a função de Rastrigin, a evolução temporal foi realizada com base da Proposta de Crossover no Ponto e Seleção por Roleta, e, por fim, para a função Exponencial, foi considerada Proposta de Crossover Aritmético e Seleção por Torneio.

Figura 17 - Gráfico de Evolução Temporal da Proposta de Crossover Aritmético e Seleção por Torneio



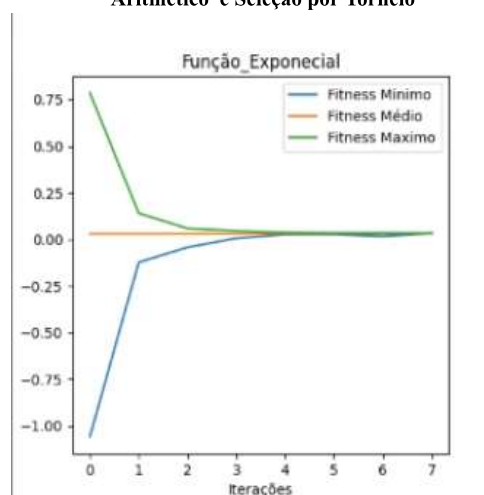
Fonte: O autor(2022).

Figura 18 - Gráfico de Evolução Temporal da Proposta de Crossover no Ponto e Seleção por Roleta



Fonte: O autor(2022).

Figura 19 - Gráfico de Evolução Temporal da Proposta de Crossover Aritmético e Seleção por Torneio

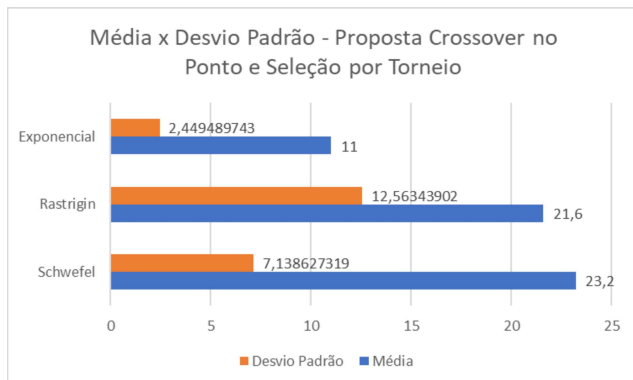


Fonte: O autor(2022).

7. Análise Paramétrica das Propostas

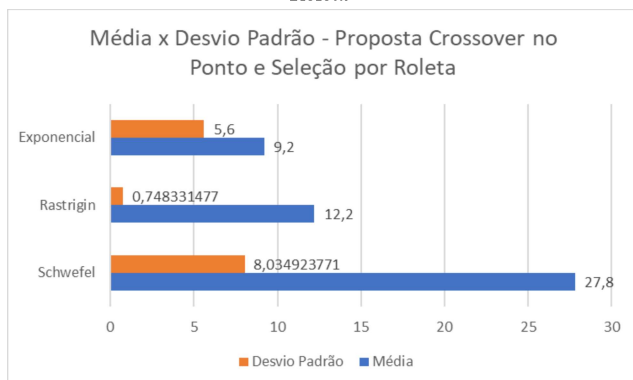
Para a análise paramétrica foi feita a relação entre a média e o desvio padrão do número de iterações nos testes do item 5 e foram obtidos os seguintes resultados:

Figura 20 - Média x Desvio Padrão - Crossover no Ponto e Seleção por Torneio



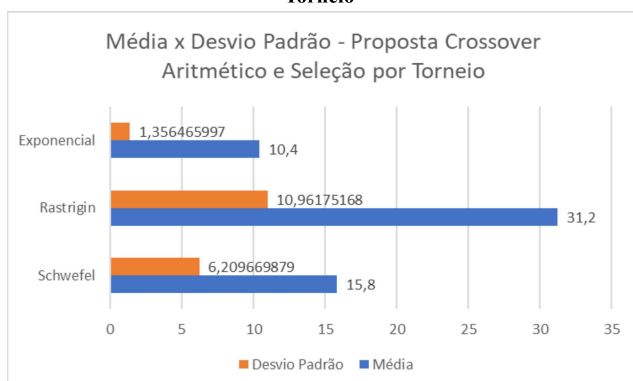
Fonte: O autor(2022).

Figura 21 - Média x Desvio Padrão - Crossover no Ponto e Seleção por Roleta



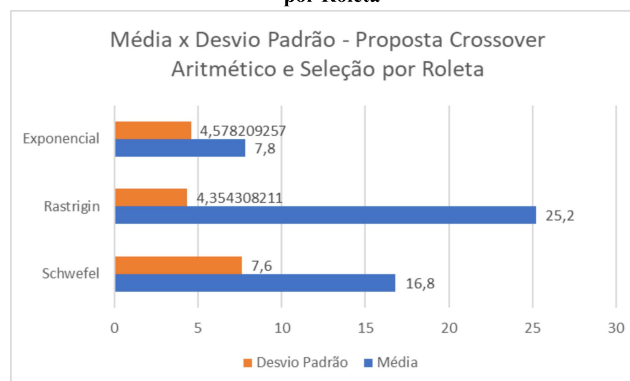
Fonte: O autor(2022).

Figura 22 - Média x Desvio Padrão - Crossover Aritmético e Seleção por Torneio



Fonte: O autor(2022).

Figura 23 - Média x Desvio Padrão - Crossover Aritmético e Seleção por Roleta



Fonte: O autor(2022).

Repositório

Código disponível em:

https://github.com/JCGCosta/Metaheuristic_of_Bio-Inspired_Optimization

Referências

[1] D. Goldberg, **Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning**, AddisonWesley 1989.