

**Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**

---

## Protótipo em Python para otimização irrestrita de funções não-lineares com métodos determinísticos e Meta-heurísticas

Aurélio Santos Miranda,<sup>1 1</sup>  
Renato Higor Rodrigues da Silva,<sup>1</sup>  
Douglas Carneiro Santos,<sup>1</sup>  
Luana Lillia Marcião Pereira,<sup>1</sup>  
Edgar Marcos Ancioto Júnior,<sup>1</sup>  
Wanderlei Malaquias Pereira Júnior,<sup>2</sup>  
Maria José Pereira Dantas.<sup>1 2</sup>  
<sup>1</sup>PUC-GOIAS  
<sup>2</sup> UFG-RC

## Resumo

Esta pesquisa busca contribuir com o desenvolvimento de um protótipo em Python que será agregado à Plataforma Web Hybroo em desenvolvimento em dissertação de mestrado no laboratório LEMM da PUC Goiás, com código aberto por meio do repositório do GitHub(<https://github.com/edgarancioto/Hybroo>). Na Hybroo já estão disponíveis algoritmos de otimização (simples e híbridos) para o problema do roteamento de veículos. Com este protótipo espera-se a agregação da otimização de funções multimodais e multidimensionais por meio de algoritmos determinísticos de ordem 1 (método da máxima descida, gradiente conjugado), métodos de ordem zero (Bisseção, seção áurea, Fibonacci) e meta-heurísticas enxame de partículas (PSO), colônia de vagalumes (ACV) e algoritmo genético (AG). Até o final da pesquisa serão disponibilizados ainda os métodos híbridos também para as funções, a partir dos métodos simples já implementados.

Na fase atual foi construído um banco com 40 de funções de benchmark [1]. Os métodos determinísticos foram implementados segundo [2, 4], e as meta-heurísticas segundo [3–5]. O usuário da plataforma poderá comparar métodos utilizando funções multidimensionais com várias características: separável, não separável, convexa, não convexa, unimodal, multimodal, contínua e paramétrica. Tal procedimento na escolha de métodos para problemas reais é bastante reportado na literatura. A vantagem é que o protótipo será disponibilizado ao final da pesquisa em ambiente *web*, diferentemente dos *softwares* tradicionais de otimização que, em sua grande maioria, são em versão *desktop* necessitando da instalação prévia de diversas ferramentas, para seu completo funcionamento.

---

<sup>1</sup>aureliosma9@gmail.com

<sup>2</sup>mjpdantas@gmail.com

A aplicação tem uma classe principal para configuração e controle das execuções, um banco de funções e um conjunto de métodos determinísticos e meta-heurísticas. O usuário pode escolher as funções de benchmark, os métodos de otimização a serem utilizados na resolução, fazer as configurações dos parâmetros do mesmos e executar n vezes, exportando os dados para o Excel (dados da solução e tempo de execução).

Os testes realizados foram aplicados a funções com no máximo 5 dimensões (5D). As meta-heurísticas foram aplicadas às funções de *benchmark*: Rastringin, Sphere, Rosenbrock e Ackley, em seguida, com resultados comparados ao valor ótimo (ponto de mínimo igual a zero). Entre as funções, a que apresentou maior dificuldade na otimização, foi a de Rosenbrock 5D. Para este tipo de função, com 250 repetições para um mesmo conjunto de parâmetros e mesmo número de avaliações da função (2.000 avaliações), o Algoritmo genético encontrou valores (mín =  $2,4e-5$ , máx = 0,0761, S = 0,0726), enquanto o PSO (mín = 0, máx = 1915,732, S = 177,5524) e ACV (mín = 0,15963, máx = 9740,659, S = 1340,474). O AG, em todos os testes, apresentou resultados melhores, mais próximos ao valor ótimo e mais estáveis (menor desvio padrão S).

Os algoritmos PSO, ACV e AG estão em suas versões canônicas e serão modificados para obtenção de resultados melhores e aplicados para novos testes para funções sem/com restrições e maiores dimensões, ainda, em suas versões híbridas entre meta-heurísticas e entre meta-heurísticas e método determinísticos. Na literatura os métodos híbridos têm ganhado destaque [3, 6]. Espera-se contribuir com a curva de aprendizado de problemas de otimização.

## Referências

- [1] M. Jamil and X.-S. Yang. A literature survey of benchmark functions for global optimization problems, *Int Journal of Mathematical Modelling and Numerical Optimisation*, v.4, n.2, p.150–194, 2013.
- [2] G. N. Vanderplaats. Numerical Techniques for engineering design. 3o ed. New York:McGraw-Hill Book Company, 1999.
- [3] L. Jourdan and M. Basseur and E. G. Talbi. Hybridizing exact methods and metaheuristics: A taxonomy, *European Journal of Operational Research*, v.199, n.3, p.620–629, 2009.
- [4] A. Etminaniesfahani and A. Ghanbarzadeh and Z. Marashi. Fibonacci indicator algorithm: A novel tool for complex optimization problems, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, v.74, n. May 2017, p.1–9, 2018.
- [5] O. Ertenlice and C. B. Kalayci. A survey of swarm intelligence for portfolio optimization: Algorithms and applications, *Swarm and Evolutionary Computation*, v. 39, n. January, p. 36–52, 2018.
- [6] A. N. K. Nasir and M. O. Tokhi. Novel metaheuristic hybrid spiral-dynamic bacteria chemotaxis algorithms for global, optimisation, *Applied Soft Computing Journal*, v. 27, p. 357–375, 2015.