

## UMA COMPARAÇÃO ENTRE META-HEURÍSTICAS BIOINSPIRADAS NA OTIMIZAÇÃO DE PROBLEMAS DE ENGENHARIA

Rafael Stubs Parpinelli<sup>1</sup>, Ruan Pablo Medeiros<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Orientador, Departamento de Ciência da Computação CCT – rafael.parpinelli@udesc.br.

<sup>2</sup> Acadêmico(a) do Curso de Ciência da Computação CCT - bolsista de iniciação científica PIBIC/CNPq – pm.ruam@gmail.com

Palavras-chave: *SOS, ABC e meta-heurística*

Este trabalho compara a execução de duas meta-heurísticas bioinspiradas Symbiotic Organisms Search (SOS) e Artificial Bee Colony (ABC), para resolver 3 problemas de engenharia complexos e fortemente restringidos. São esses algoritmos: Treliça 10-barras, Vaso de Pressão e Viga Engastada.

No problema da treliça de 10-barras o objetivo é minimizar o peso da estrutura através da seguinte equação:

$$f(x) = \sum_{j=1}^{10} \rho A_j L_j$$

Onde  $A_j$  é a área de secção transversal da  $J$ -ésima barra,  $L_j$  é o tamanho dessa barra, e  $\rho$  é a densidade do material. Até a data o melhor resultado conhecido é  $f(x) = 4677.0$ .

No problema do Vaso de Pressão o objetivo é a minimização do custo total da amostra estudada, incluindo o custo do material, formando e soldagem através das seguintes equações:

Função objetivo:

$$f(x) = 0.6224x_1x_3x_4 + 1.7781x_2x_3^2 + 3.1661x_1^2x_3$$

Restrições:

$$g_1(x) = -x_1 + 0.0193x_3 \leq 0, g_2(x) = -x_2 + 0.00954x_3 \leq 0, g_3(x) = -\pi x_3^2 x_4 - \frac{4}{3} \pi x_3^3 + 1296000 \leq 0, g_4(x) = x_4 - 240 \leq 0$$

Nesse problema são adotados os seguintes valores para as variáveis de projeto:  $0.0625 \leq x_1, x_2 \leq 99.0, 10.0 \leq x_3, x_4 \leq 200.0$ . Até a data o melhor resultado conhecido é  $f(x) = 6059.714$ .

No problema da viga engastada o objetivo é minimizar o custo da estrutura através das seguintes fórmulas:

Função Objetivo:

$$f(x) = 1.10471x_1^2x_2 + 0.04811x_3x_4(14+x_2)$$

Restrições:  $g_1(x) = \tau(x) - 13000 \leq 0, g_2(x) = \sigma(x) - 30000 \leq 0, g_3(x) = x_1 - x_4 \leq 0,$

$$g_4(x) = 1.10471x_1^2 + 0.04811x_3x_4(14+x_2) - 5 \leq 0, g_5(x) = 0.125 - x_1 \leq 0,$$

$$g_6(x) = \delta(x) - 0.25 \leq 0, g_7(x) = 6000 - P_c(x) \leq 0$$

Onde:

$$\tau(x) = \sqrt{(\tau_1)^2 + 2\tau_1\tau_2 \frac{x_2}{2R} + (\tau_2)^2}, \quad \tau_1 = \frac{6000}{\sqrt{2}x_1x_2}, \quad \tau_2 = \frac{MR}{J}, \quad M=6000 \left(14 + \frac{x_2}{2}\right),$$

$$R = \sqrt{\frac{x_2^2}{4} + \left(\frac{x_1+x_3}{2}\right)^2}, \quad J=2 \left( \sqrt{2}x_1x_2 \left( \frac{x_2^2}{12} + \left(\frac{x_1+x_3}{2}\right)^2 \right) \right), \quad \sigma(x) = \frac{504000}{x_4x_3^2}, \quad \delta(x) = \frac{2.1952}{x_4x_3^3}, \quad P_c(x) =$$

$$64746.022(1 - 0.028234x_3)x_3x_4^3$$

Nesse problema são adotados os seguintes valores para as variáveis de projeto:  $0.1 \leq x_1, x_4 \leq 2.0, 0.1 \leq x_2, x_3 \leq 10.0$ . Até a data o melhor resultado conhecido é  $f(x) = 1.7318117$ .

Os resultados da Tabela 1, foram obtidos através da execução de cada meta-heurística em um computador Core i5-3230M 2.6GHz, 4GB de memória RAM e Sistema operacional Arch Linux 64-bits. Cada problema foi executado 30 vezes, com 500.000 avaliações de função objetivo e uma população de 50 indivíduos em todos os experimentos.

Como é possível avaliar na Tabela 1, o SOS obteve melhores resultados em todos os problemas de engenharia, se mostrando uma boa alternativa para a otimização de problemas com restrições.

Problemas		SOS	ABC
Trelça 10-barras	Média	<b>4678.32</b>	4805.14
	Desv. P.	<b>0.612046</b>	63.3943
Vaso de Pressão	Média	<b>5907.15</b>	5957.41
	Desv. P.	<b>25.2262</b>	114.127
Viga Engastada	Média	<b>1.73164</b>	4.49552
	Desv. P.	<b>7.69571e-05</b>	1.12335

**Tabela 1: Resultados obtidos no experimento.**