

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

# Algoritmo Colônia de Vaga-lumes Aplicado na Otimização de Funções $N$ -dimensionais

Deylon Carlo Fidelis Couto<sup>1</sup>, Carlos Alexandre Silva<sup>2</sup>

Departamento de Informática, IFMG, Sabará, MG

**Resumo.** Neste artigo os autores propõem a aplicação de um algoritmo baseado em inteligência por enxame, mais especificamente o Algoritmo Colônia de Vagalume (ACV), na otimização de funções  $n$ -dimensionais e multimodais. Algoritmos baseados em inteligência por enxame são bastante estudados na literatura por serem algoritmos eficientes para resolver problemas reais em diversas áreas. A computação bio-inspirada tem crescido bastante nos últimos anos, especialmente nas últimas duas décadas. Muitos dos recém algoritmos bio-inspirados, e em especial os algoritmos baseados em inteligência por enxame, são desconhecidos por uma grande parte de estudantes, professores e profissionais do mercado de trabalho que lidam com otimização. Dentre estes algoritmos pode-se citar: Colônia de Vaga-lume [6], Colônia de Bactérias [5], Otimizador da Formiga-Leão [4], entre outros. A metaheurística ACV tem sido recentemente explorada na otimização de problemas reais tais como: reconfiguração de antenas para telecomunicação [1] e sequenciamento de tarefas [3].

Problemas de otimização podem ser facilmente associados a problemas reais e de relevante impacto social e/ou econômico, como a obtenção de maiores ganhos de um dado investimento ou maior produção de um produto industrial, o que caracterizam problemas de maximização. A obtenção de menores custos para determinar rotas de transporte público ou menores desperdícios no corte de chapas metálicas de uma siderúrgica caracterizam problemas de minimização. Em geral, a modelagem matemática de um problema de otimização tem como índice de desempenho uma função que é responsável pela qualificação de uma solução. Esta função, chamada de função objetivo, pode ser linear ou não linear, além de admitir uma, duas ou  $n$  variáveis. Neste trabalho implementamos a metaheurística ACV para encontrar pontos de máximo ou mínimo de um conjunto de funções  $n$ -dimensionais e com particularidades como a multimodalidade, ou seja, a função possui várias inflexões de sua superfície caracterizando múltiplos pontos de mínimo ou máximo. As metaheurísticas representam métodos eficientes e alternativos aos métodos exatos, quando estes não são capazes de solucionar o problema de otimização.

O funcionamento do ACV baseia-se no comportamento social de vaga-lumes ou pirilampos. Cada espécie de vaga-lume produz um padrão único de lampejos rítmicos. No algoritmo, a intensidade e lampejos da luz estão associados com o valor da função objetivo a ser otimizada. Três importantes características são consideradas na elaboração do programa: (i) os vaga-lumes são unissex; (ii) a atração entre os vaga-lumes é proporcional à intensidade de sua luz e decresce à medida que a distância aumenta; e (iii) a intensidade do lampejo é determinado pelo valor da função objetivo a ser otimizada.

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

<sup>2</sup>carlos.silva@ifmg.edu.br

O movimento do vaga-lume  $i$  no tempo discreto  $t$ , atraído pelo vaga-lume  $j$ , é dado pela equação (1):

$$x_i^{t+1} = x_i^t + \beta(x_j^t - x_i^t) + \alpha(rand - 0, 5), \quad (1)$$

sendo  $\beta$  o parâmetro de atratividade e  $\alpha$  um parâmetro de aleatoriedade.

Em [2] é feita uma abordagem completa sobre o desempenho de métodos computacionais, incluindo uma versão de um algoritmo baseado no comportamento dos vaga-lumes (*Glowworm Swarm Optimization Algorithm*) na otimização de funções  $n$ -dimensionais e multimodais. Como diferencial a este e demais trabalhos encontrados na literatura, construímos um *benchmark* contendo uma quantidade significativa de funções multimodais de acordo com sua dimensionalidade, e ampliamos a análise estatística sobre a performance do método, como por exemplo analisando a correlação entre os parâmetros de ajuste do método. Os resultados mostram que o ACV apresenta um bom desempenho diante da classe de funções testes utilizadas, além disso há indícios de correlação entre alguns parâmetros do algoritmo. O próximo passo do trabalho é compará-lo com outras metaheurísticas como o algoritmo da alcateia de lobos que se encontra em fase de implementação.

**Palavras-chave.** Algoritmos de Inteligência por Enxame, Otimização, Colônia de Vaga-lumes.

## Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro despendido a esta pesquisa.

## Referências

- [1] A. Chatterjee, G. K. Mahanti and A. Chatterjee, Design of a fully digital controlled reconfigurable switched beam concentric ring array antenna using firefly and particle swarm optimization algorithm, *Progress in Electromagnetic Research B*, vol. 36, 113–131, (2012).
- [2] K. N. Krishnanand and D. G. Ghose, Swarm optimization for simultaneous capture of multiple local optima of multimodal functions, *Swarm Intelligence*, vol. 3, 87–124, (2009).
- [3] M. K. Marichelvam, T. Prabakaran and X. S. Yang, A discrete firefly algorithm for the multi-objective hybrid flow shop scheduling problems, *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, vol. 18, (2014).
- [4] S. Mirjalili, The Ant Lion Optimizer, *Advances in Engineering Software*, vol. 83, 80–98, (2015).
- [5] B. Niu, Bacterial colony optimization, *Discrete Dynamics in Nature and Society*, vol. 2012, (2012).
- [6] X. S. Yang, *Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms*, Luniver Press, Cambridge, (2008).