



Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Informática  
Graduação em Ciências da Computação

# **Uma ferramenta para análise de algoritmos de otimização bio-inspirados**

Adailson de Castro Queiroz Filho

Proposta de Trabalho de Graduação

Orientador: Paulo Salgado Gomes de Mattos Neto

Recife, 27 de Agosto de 2016, Brasil/PE

## Resumo

Em meados da década de 1960, foram publicados estudos e relatos científicos pioneiros em procedimentos de otimização bio-inspirados, como algoritmos genéticos, estratégias evolutivas e programação genética. Embora diversos experimentos tenham sido realizados com esses algoritmos, eles eram limitados pela performance dos computadores da época. Ao decorrer do crescimento do poder computacional, surgiram algoritmos mais elaborados, como os que utilizavam o conceito de inteligência de enxame. Percebe-se que os algoritmos de otimização bio-inspirados têm se mostrado muito úteis e são utilizados em diversos campos, como: consumo e geração de energia, engenharia civil, engenharia aeroespacial, automação industrial, medicina, biologia e outros. Nota-se a necessidade de monitorar e entender seu comportamento no espaço de busca (de soluções), sobretudo no que diz respeito aos algoritmos que utilizam inteligência de enxames. Se faz mais importante ainda quando problemas reais são abordados, onde facilmente extrapolam as 2,3 ou 4 dimensões, onde não são intuitivamente interpretáveis visualmente em gráficos de dispersão. O monitoramento e a análise são importantes no processo de desenvolvimento de novos algoritmos e no aprimoramento dos já existentes. Partindo de um algoritmo finalizado, também é de inteira significância analisar o seu comportamento quando seus parâmetros são alterados, para atingir determinados objetivos e entender minúcias do problema. Por essa razão, este trabalho busca propor e avaliar uma ferramenta de monitoramento de algoritmos de otimização bio-inspirados, relatando o seu processo de desenvolvimento e decisões de projeto.

**Palavras-chave:** Computação evolucionária, Computação bio-inspirada, Redução de dimensão, *Sammon's Mapping*

## Abstract

Around the 1960's were published pioneers scientific studies and reports about bio-inspired optimization procedures, like genetic algorithms, evolutive strategy e genetic programming. Although many experiments have been done with these algorithms, they were limited by the computational power of that time. During the enhancement of computers performance, the scientific community came up with more sophisticated algorithms, swarm intelligence algorithms, for example. It's notable that the evolutionary algorithms have shown itself very useful and are used in many industrial and academic fields, like: energy generation and consumption, engineering in general (aeroespacial, civil, production etc), industrial automation, medicine, biology and others. Is well known the importance of monitoring and understanding this algorithms behaviors in the solutions search space, particularly with regard to swarm intelligence algorithms. It is mostly important to real world problems approaches, which easily extrapolates 2, 3 or 4 dimensions, where they are not that visually intuitive to understanding within scatter plots. Monitoring and analysis are relevant in the development process of new algorithms and in the already existents in improvements. With an ended algorithm, it is also very significant analyses their behaviors when their parameters are handled, focused on achieving specific objectives and study the problems minutiae. For this reason, this work looks for purpose and evaluate a set of tools for monitoring bio-inspired optimization algorithms, reporting its development process and design decisions.

**Keywords:** Evolutionary Computing, Bio-inspired computation, Dimension Reduction, Sammon's Mapping

# Sumário

1. [Contexto](#)
2. [Objetivos](#)
3. [Cronograma](#)
4. [Possíveis Avaliadores](#)
5. [Assinaturas](#)  
[Referências](#)

## Contexto

Por volta da década de 1960, foram publicados estudos e relatos científicos pioneiros focados em procedimentos de otimização inspirados na natureza, como algoritmos genéticos, estratégias evolutivas e programação genética [1]. A princípio, a inspiração veio de conceitos da teoria da evolução das espécies (Darwin, 1859) e da genética (e.g. *Baldwin Effect*) [2]. Diversos experimentos foram realizados com esses algoritmos, no entanto eles eram limitados pela performance dos computadores da época. No decorrer do crescimento do poder computacional, surgiram algoritmos mais elaborados, como os que utilizam o conceito de inteligência de enxame, assim como experimentos e problemas mais complexos [1]. Algoritmos evolucionários têm se mostrado muito eficientes, sendo utilizados em diversos campos, como: consumo e geração de energia, engenharia civil, engenharia aeroespacial, automação industrial, medicina, biologia e outros [1].

Quando se deseja equalizar um algoritmo evolucionário para um problema de otimização específico são necessárias algumas preocupações básicas: representação dos indivíduos, intervalo de interesse de cada atributo, valores dos parâmetros e procedimentos. Uma configuração de parâmetros e/ou de procedimentos de um dado algoritmo pode mudar significativamente o comportamento do mesmo, conseqüentemente, afetando também a sua eficiência (para melhor ou pior) [2]. Diversos problemas que são alvos de algoritmos de otimização sofrem com a chamada maldição da dimensionalidade (*curse of dimensionality*, em inglês). A maldição da dimensionalidade é, de forma breve, o rápido crescimento assintótico de combinações possíveis mediante o aumento de dimensões. Sabendo que soluções para otimização bio-inspiradas são buscas de configurações de indivíduos guiadas por uma função de “aptidão”(do termo em inglês *fitness*), sendo assim, fica fácil de entender que a Maldição da Dimensionalidade atua aumentando drasticamente o espaço de busca de determinados problemas e sua visualização [3]. O intuito deste projeto é possibilitar a visualização do comportamento de algoritmos bio-inspirados mediante a variação dos componentes que definem a solução mesmo quando este atua em com muitas dimensões.

## Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal propor e avaliar uma ferramenta de monitoramento de algoritmos bio-inspirados multidimensionais. Utilizando as métricas e gráficos mais utilizados e relevantes como: coordenadas paralelas, evolução do *fitness* e gráfico de dispersão. Este último pode ser muito significativo para se entender como o algoritmo promove sua convergência ao decorrer das suas iterações. Quando temos 2 dimensões um gráfico de dispersão se faz trivial, plotando cada ponto e sua localização e a cor, como 3ª dimensão, indicando o *fitness* de acordo com uma escala. Quando se tem 3 dimensões a cor (*fitness*) pode ser a 4º dimensão, mas ao se fazer uma projeção deste em um plano 2D (Tela de computador, papel, etc..) já se perde algumas informações que só poderiam ser notadas em uma interação dinâmica com esse gráfico ou várias projeções estáticas de ângulos diversos. Com 4 ou mais dimensões o problema já deixa de ser trivial. Transformações lineares realizadas por métodos como o PCA (*Principal Components Analysis*) podem ajudar a entender essas distribuições. No entanto ainda assim é um método que perde informações e quanto mais dimensões mais informações se perde. Existe um procedimento de mapeamento não linear que minimiza a perda dessas informações através de gradiente descendente (na sua proposta inicial) chamado *Sammon's Mapping*, que por sua vez traz outros desafios para esta aplicação, o que vamos ver neste trabalho e procurar solucioná-los ou amenizá-los. [4]

## Cronograma

Pretende-se desenvolver as atividades de acordo com o seguinte cronograma:

Atividade	Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro			
Revisão bibliográfica	X	X														
Projetar Ferramenta			X													
Implementar ferramenta				X	X	X										
Planejar e Realizar experimentos							X	X								
Avaliar resultados									X	X	X					
Escrever relatório				X	X	X	X	X	X	X	X					
Revisão e correção do relatório												X	X			

## **Possíveis Avaliadores**

Prof.º Paulo Salgado Gomes de Mattos Neto, Centro de Informática - UFPE, Recife

Prof.º Aluizio Fausto Ribeiro Araújo, Centro de Informática - UFPE, Recife

Prof.ª Patrícia Cabral de Azevedo Restelli Tedesco - UFPE, Recife

## **Assinaturas**

---

Paulo Salgado Gomes de Mattos Neto  
Orientador

---

Adailson de Castro Queiroz Filho  
Aluno

## Referências

- [1] Bäck, T. Hammel, U. Schwefel, H.P. Evolutionary Computation: Comments on the History and Current State. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Vol. 1, No. 1, abr. 1997.  
<<http://ieeexplore.ieee.org.ez16.periodicos.capes.gov.br/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=585888>> . Acesso em: 1 Ago. 2016.
- [2] Eiben, A.E. Smith, J.S. Introduction to Evolutionary Computing. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2003. 306 p.
- [3] Chen, S. Montgomery, J. Bolufe-R'ohler, A. Measuring the curse of dimensionality and its effects on particle swarm optimization and differential evolution. Applied Intelligence: The International Journal of Artificial Intelligence, Neural Networks, and Complex Problem-Solving Technologies, Vol 42, No 3, 2015.  
<<http://link.springer.com/article/10.1007/s10489-014-0613-2>> . Acesso em: 20 ago. 2016.
- [4] Herderson, Paul. Sammon Mapping. CVonline: The Evolving, Distributed, Non-Proprietary, On-Line Compendium of Computer Vision.  
<[http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CVonline/LOCAL\\_COPIES/AV0910/henderson.pdf](http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CVonline/LOCAL_COPIES/AV0910/henderson.pdf)>  
Acessado em: 2 set. 2016.