



# Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso

## Combinação de Metaheurísticas e Busca Local Determinística e Independente de Derivadas

Viviane de Jesus Galvão

JUIZ DE FORA

JUNHO, 2016

# Combinação de Metaheurísticas e Busca Local Determinística e Independente de Derivadas

VIVIANE DE JESUS GALVÃO

Universidade Federal de Juiz de Fora

Faculdade de Engenharia

Mecânica Aplicada Computacional

Bacharelado em Engenharia Computacional

Orientador: Helio José Corrêa Barbosa

Co-orientador: Heder Soares Bernardino

JUIZ DE FORA

JUNHO, 2016

## Resumo

Apesar de serem de fácil compreensão e implementação, os métodos determinísticos independentes de derivadas, como a Busca Padrão, possuem certas limitações devido à sua taxa de convergência lenta e em relação ao quão grande possa ser a dimensão do problema. Já as metaheurísticas, apesar de sua robustez, demandam demasiado número de avaliações de função para convergirem.

O objetivo deste trabalho é resolver problemas de otimização em espaço de busca contínuo, os quais possuem análise de sua diferenciabilidade inviável e avaliação de alto custo computacional através de métodos de Otimização Sem Uso de Derivadas, além de combinar os métodos de Otimização por Enxame de Partículas e de Evolução Diferencial com a Busca Padrão, avaliar seus resultados e ainda verificar em quais condições este tipo de combinação gera boas respostas. Um dos principais objetivos deste trabalho é atingir bons resultados reduzindo o número de cálculos da função objetivo. Além disso, propõem-se melhorar a Busca Padrão a fim de diminuir a quantidade de avaliações de função desnecessárias.

**Palavras-chave:** Otimização Sem Uso de Derivadas, Metaheurística, Busca Padrão.

# Conteúdo

<b>Lista de Figuras</b>	<b>3</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>4</b>
<b>Lista de Abreviações</b>	<b>5</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>6</b>
1.1 Apresentação do Tema . . . . .	6
1.2 Descrição do Problema . . . . .	6
1.3 Motivação do Trabalho . . . . .	7
1.4 Hipóteses . . . . .	8
1.5 Objetivos . . . . .	8
1.6 Cronograma . . . . .	8

## Lista de Figuras

## Lista de Tabelas

1.1	Exemplo de cronograma usando <i>bullets</i> . . . . .	9
-----	---	---

## Lista de Abreviações

DCC Departamento de Ciência da Computação

UFJF Universidade Federal de Juiz de Fora

# 1 Introdução

## 1.1 Apresentação do Tema

No entanto, algumas dificuldades quanto a obtenção dessas informações induzem o uso de uma classe de métodos apropriada: os métodos de Otimização Sem Derivadas (OSD).

Dentre os métodos da classe OSD, pode-se citar os Métodos de Busca Direta, que utilizam apenas os valores da função objetivo para convergirem até um ponto de ótimo local. Um método de Busca Direta bastante simples é o método de Busca Padrão, que é uma estratégia que opera com movimentos exploratórios, além de ter uma estrutura flexível que permite sua combinação com outras heurísticas.

Ainda, existem os métodos de natureza estocástica que são populares devido à sua robustez, mas que possuem alto custo computacional. Estes métodos são conhecidos como metaheurísticas e comumente são inspirados em processos naturais, como é o caso da Otimização por Enxame de Partículas (PSO) o qual é um método populacional inspirado em mecanismos de inteligência coletiva e da Evolução Diferencial (ED) que é inspirado na processo natural de evolução das espécies.

Apesar da sua aplicabilidade, os métodos de otimização sem derivadas têm taxa de convergência baixa e não atingem bons resultados para altas dimensões, diferentemente dos métodos baseados em derivadas. Pode-se esperar o sucesso desses métodos em problemas que não tenham mais do que uma centena de variáveis, que possuam custo muito alto de avaliação e nos quais uma rápida taxa de convergência não é o objetivo primordial.

## 1.2 Descrição do Problema

Frequentemente, nas Ciências Exatas e nas Engenharias, são encontrados problemas de otimização em espaço contínuo com restrições em que o uso de derivadas é inviável seja pela instabilidade no seu cálculo ou pela inacessibilidade às informações, como em problemas conhecidos como “caixa preta”, onde o cálculo da função objetivo e/ou das restrições



envolve o uso de um simulador. Além disso, esta classe de problemas frequentemente exige avaliações com alto custo computacional. Tais características dificultam a utilização de uma aproximação numérica das derivadas por diferenças finitas e a de métodos baseados nas técnicas de Newton e quasi-Newton por envolver alto custo computacional e possível ruído contido na função objetivo ou restrições do problema. Por exemplo, pode-se citar o problema de projeto de pás do rotor de helicópteros onde o objetivo poderia ser minimizar a vibração transmitida ao seu ponto central. Neste exemplo, a função objetivo é uma simulação que inclui dinâmica das estruturas e aerodinâmica e cada avaliação de função pode requerer minutos ou até mesmo dias em tempo de CPU.

Além da intenção de resolver o problema de otimização, é necessário obter o máximo de eficiência na busca, encontrando a melhor solução possível demandando o menor número de avaliações de função.

## 1.3 Motivação do Trabalho

Desde a década de 1960, a demanda de problemas complexos e com pouca informação disponível motivou o desenvolvimento dos métodos da classe OSD que, até os anos 90, não tinham muita teoria relacionada à garantia de convergência. Atualmente, a ênfase tem sido no entendimento dos métodos já existentes com interesse na sua convergência global. O interesse nesses métodos tem crescido em razão da facilidade de implementação e paralelização, e grande aplicabilidade.

A maioria dos métodos OSD são simples. As principais motivações para a utilização dos métodos OSD estão nos casos onde os problemas possuem avaliações com alto custo computacional e ruído, e não se tem acesso às derivadas e nem pode-se aproximá-las por diferenças finitas e nos casos onde o problema não possui código fonte disponível, o que faz a diferenciação automática ser impossível. Esses problemas são bastante comuns em aplicações em Engenharia e Ciências Exatas, e geralmente exigem complexas simulações.

A combinação da Busca Padrão com metaheurística é uma alternativa para se resolver problemas de OSD com eficiência. As metaheurísticas são capazes de explorar o espaço de busca e escapar de mínimos/máximos locais e cada ótimo global conhecido pela metaheurística pode ser refinado pela Busca Padrão, através da avaliação da sua vizinhança

de acordo um padrão de direções, melhorando a solução da metaheurística.

## 1.4 Hipóteses

## 1.5 Objetivos

A proposta deste trabalho consiste em combinar uma Busca Padrão com PSO e com ED para resolver problemas de otimização em espaço de busca contínuo com restrições laterais a fim de melhorar o desempenho das metaheurísticas. Além disso, pretende-se modificar a busca padrão inicialmente adotada com o intuito de realizar menos cálculos da função objetivo, bem como inserir uma estratégia de população dinâmica no PSO que depende da quantidade de acessos à Busca Padrão. Experimentos computacionais com problemas geralmente usados na literatura foram realizados para analisar a técnica proposta.

## 1.6 Cronograma

Para alcançar os objetivos descritos neste projeto, considerando a metodologia apresentada, deve ser desenvolvido o seguinte conjunto de atividades:

1. Revisão Bibliográfica;
2. Definição da estratégia a ser implementada;
3. Implementação;
4. Testes/validação;
5. Escrita da Monografia; e
6. Defesa da Monografia.

A Tab. 1.1 é um exemplo típico de cronograma. O símbolo foi usado neste exemplo, mas qualquer outro poderia ter sido usado.

	2016		2017		
Atividades	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.
1	•	•			
2		•			
3		•	•		
4		•	•	•	
5			•	•	
6					•

Tabela 1.1: Exemplo de cronograma usando *bullets*