



# Busca Dispersa (*Scatter Search*)

Marcone Jamilson Freitas Souza

Puca Huachi Vaz Penna

Universidade Federal de Ouro Preto

[www.decom.ufop.br/prof/marcone](http://www.decom.ufop.br/prof/marcone)

E-mails: {marcone,puca}@ufop.edu.br

# [ Sumário ]

---

- Introdução
- Algoritmo básico

# [ Introdução ]

---

- Método de busca populacional
- Introduzido em 1977 por Fred Glover como heurística para programação inteira
- Difundido por Manuel Laguna, Fred Glover e Rafael Martí
- Constrói soluções pela combinação de outras soluções
- É projetada para trabalhar com um conjunto de soluções, denominado *Conjunto de Referência*

# [ Introdução ]

---

- O Conjunto de referência contém **boas** soluções obtidas ao longo da busca preguessa
- O conceito de uma solução de *boa* qualidade vai além do seu valor propriamente dito da função de avaliação e inclui critérios especiais tais como diversidade
- O método gera combinações de soluções de referência para criar novas soluções do espaço de busca

# [ Introdução ]

---

- Envolve 5 procedimentos:
  - **Diversificação:** gera um conjunto de soluções diversificadas. Normalmente contém 10 vezes o número de elementos do conjunto de referência.
  - **Refinamento:** transforma uma solução em uma ou mais soluções melhoradas
  - **Atualização do conjunto de referência:** constrói e mantém o conjunto de referência, o qual contém as *nbest* melhores soluções encontradas (que sejam diversas). Tipicamente, *nbest* = 20.

# [ Introdução ]

---

- Envolve 5 procedimentos:
  - **Geração de subconjuntos:** para operar o conjunto de referência e escolher um subconjunto de suas soluções como base para criar combinações de soluções
  - **Combinação de soluções:** para transformar um dado subconjunto de soluções produzidas pelo procedimento **Geração de Subconjuntos** em uma ou mais soluções combinadas. Funciona de forma análoga ao operador genético *crossover*.

**procedimento** *ScatterSearch*

```
1  $P \leftarrow \emptyset$ ;  
   Use o procedimento Diversificação para construir uma solução  $x$ ;  
   Se  $x \notin P$  então adicione  $x$  a  $P$ , isto é,  $P \leftarrow P \cup \{x\}$ ; caso contrário, descarte  $x$ ;  
   Repita este procedimento até que  $|P| = PSize$ ;  
   Construa  $RefSet = \{x^1, \dots, x^{nbest}\}$ , com  $nbest$  soluções diversificadas de  $P$ ;  
2 Avalie as soluções em  $RefSet$  e ordene-as de acordo com a função de avaliação;  
   (Considere  $x^1$  a melhor solução e  $x^{nbest}$  a pior)  
    $NewSolutions \leftarrow TRUE$ ;  
   enquanto ( $NewSolutions$ ) faça  
3     Gere  $NewSubsets$ , isto é, todos os pares de soluções de  $RefSet$   
       desde que haja pelo menos uma nova solução, isto é, que  $NewSolutions = TRUE$ ;  
        $NewSolutions \leftarrow FALSE$ ;  
       enquanto ( $NewSubsets \neq \emptyset$ ) faça  
4         Selecione o próximo subconjunto  $s$  em  $NewSubsets$ ;  
5         Aplique Combinação de Soluções a  $s$  para obter uma ou mais soluções  $x$ ;  
         se ( $x \notin RefSet$  e  $f(x) < f(x^{nbest})$ ) então  
6            $x^{nbest} \leftarrow x$  e reordene  $RefSet$ ;  
7            $NewSolutions \leftarrow TRUE$ ;  
         fim-se  
8       Remova  $s$  de  $NewSubsets$ ;  
       fim-enquanto;  
   fim-enquanto;  
fim ScatterSearch;
```

# [ Introdução ]

- Funcionamento:
  - Usar o procedimento de *Diversificação* para construir um conjunto  $P$  de soluções diversificadas. A cardinalidade de  $P$ ,  $PSize$ , é tipicamente 10 vezes o tamanho de  $RefSet$ .
  - Criar um conjunto de referência ( $RefSet$ ) com as  $nbest$  soluções distintas e bastante diversas retiradas de  $P$ .
  - Ordenar as soluções de  $RefSet$  de acordo com sua qualidade, sendo a melhor colocada na primeira posição da lista.
  - Iniciar a busca atribuindo-se o valor  $TRUE$  à variável booleana  $NewSolutions$ .
  - No passo 3,  $NewSubsets$  é construído e  $NewSolutions$  é trocado para  $FALSE$ . Considerando subconjuntos de tamanho 2, a cardinalidade de  $NewSubsets$  é dada por  $(nbest^2 - nbest)/2$ , que corresponde a todos os pares de soluções em  $RefSet$ .
  - Os pares de soluções em  $NewSubsets$  são selecionados um por vez em ordem lexicográfica e o procedimento *Combinação de Soluções* é aplicado para gerar uma ou mais soluções no passo 5.
  - Se uma nova solução criada melhorar a pior solução do conjunto de referência  $RefSet$  corrente, então ela a substitui e  $RefSet$  é reordenado no passo 6.
  - O *flag*  $NewSolutions$  é alterado para  $TRUE$  e o subconjunto  $s$  que foi combinado é removido de  $NewSubsets$  nos passos 7 e 8, respectivamente.