

Metaheurísticas: Conceituação, Classificação e *Multi-Start*

Marcone Jamilson Freitas Souza^{1,2,3}

Puca Huachi Vaz Penna¹

¹ Departamento de Computação

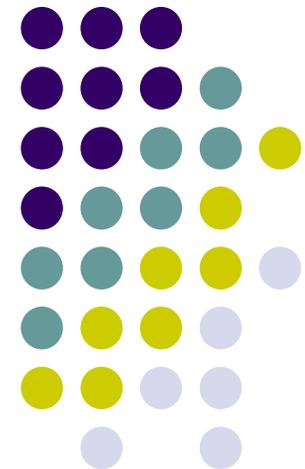
¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal de Ouro Preto

² Programa de Pós-graduação em Modelagem Matemática e
Computacional / CEFET-MG

³ Programa de Pós-graduação em Instrumentação, Controle e
Automação de Processos de Mineração / ITV/UFOP

www.decom.ufop.br/prof/marcone, www.decom.ufop.br/puca

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



Metaheurísticas: conceituação



- Métodos heurísticos, de caráter geral, dotados de mecanismos que evitam a parada prematura em ótimos locais
- Princípio básico:
 - aceitar soluções de piora
- Diferenças entre metaheurísticas:
 - Forma de explorar o espaço de soluções
 - Forma de aceitar soluções de piora
- Podem ser baseadas em Busca Local (ou de trajetória) ou Busca Populacional

Metaheurísticas: conceituação



- As metaheurísticas de Busca Local são fundamentadas na noção de vizinhança:
 - Dada uma solução s , diz-se que s' é um vizinho de s , se s' é obtido de s a partir de um movimento m , isto é: $s' = s \oplus m$
 - A estrutura de vizinhança varia de acordo com o problema tratado
- As metaheurísticas de Busca Populacional partem de um conjunto de soluções e aplicam sobre elas operadores que visam à melhoria desse conjunto.

Metaheurísticas: conceituação



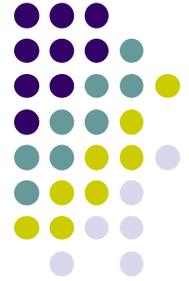
- Metaheurísticas de busca local:
 - *Multi-Start* (MS)
 - *Simulated Annealing* (SA)
 - *Iterated Local Search* (ILS)
 - *Variable Neighborhood Search* (VNS)
 - Busca Tabu (TS – Tabu Search)
 - *Greedy Randomized Adaptive Search Procedures* (GRASP)
 - *Guided Local Search* (GLS)
 - Late Acceptance Hill-Climbing (LAHC)

Metaheurísticas: conceituação



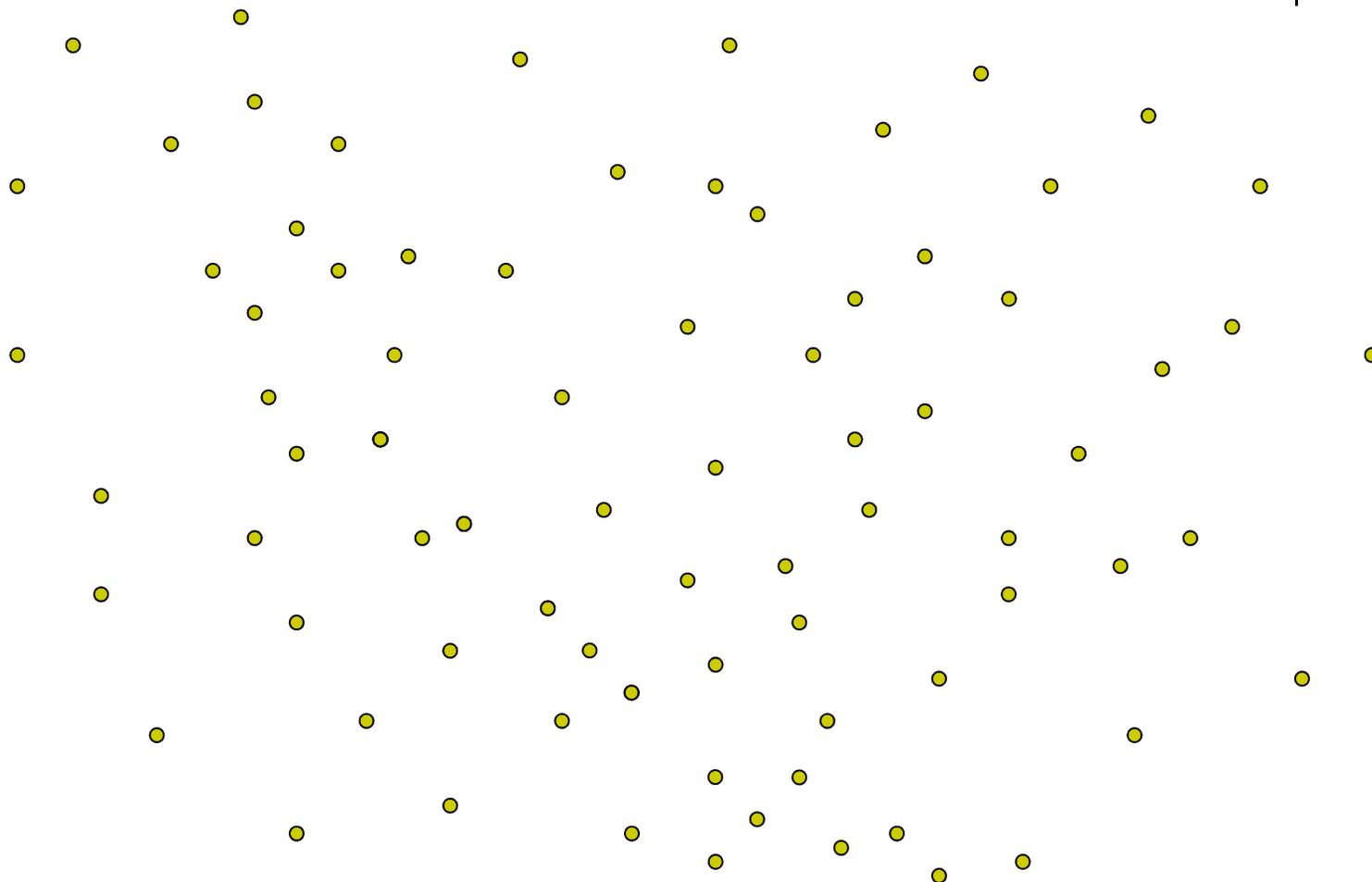
- Metaheurísticas de busca populacional:
 - Algoritmos Genéticos (*Genetic Algorithms*)
 - Algoritmos Meméticos (*Memetic Algorithms*)
 - Colônia de Formigas (*Ant Systems*)
 - Busca Dispersa (SS - *Scatter Search*)
 - Otimização por Nuvem de Partículas (PSO - *Particle Swarm Optimization*)
 - *Biased Random Key Genetic Algorithm* (BRKGA)

Multi-Start

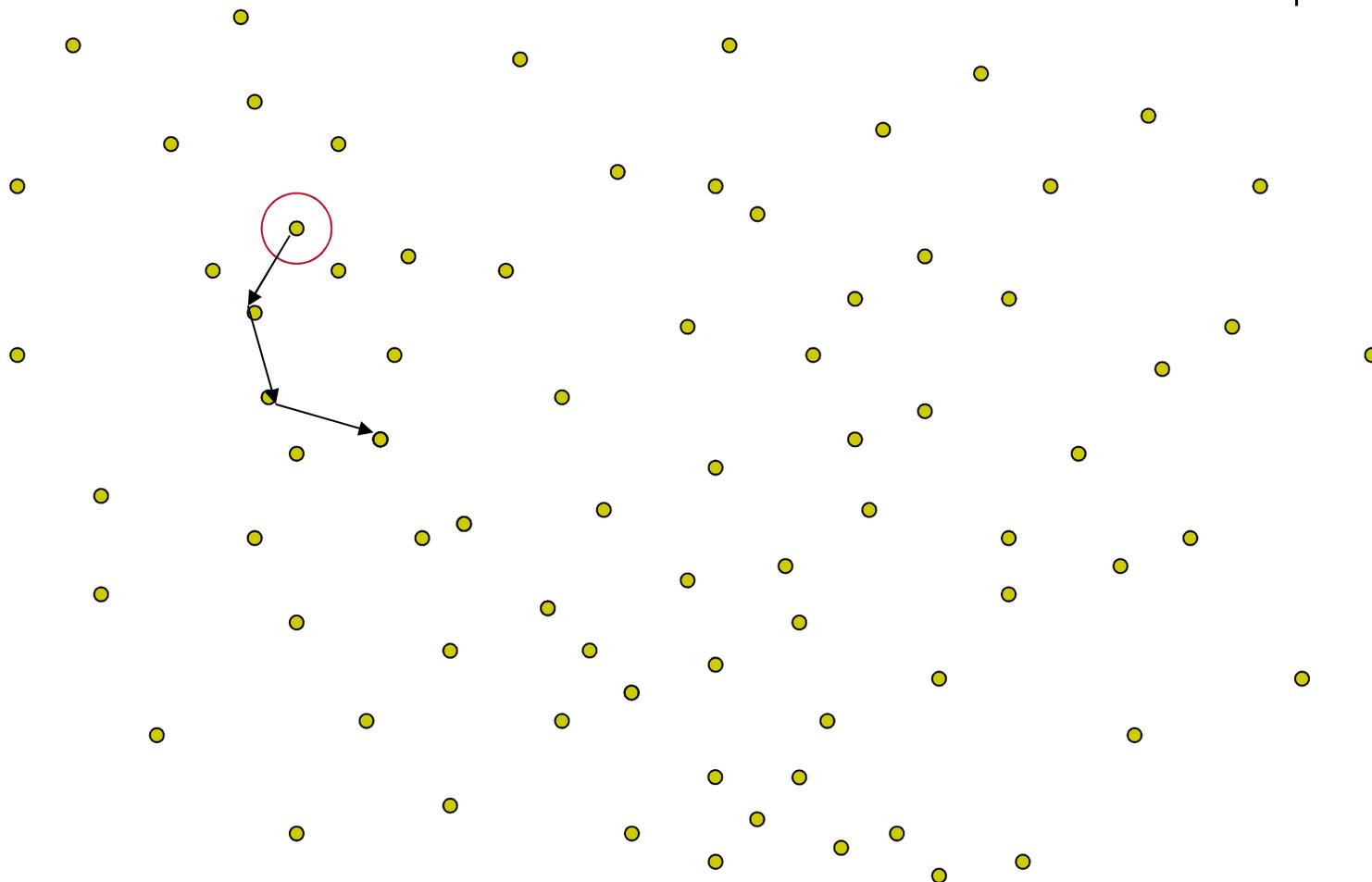


- Metaheurística de busca local
- Consiste em fazer amostragens do espaço de busca seguidas de refinamento sobre a solução construída
- Retorna a melhor das soluções refinadas
- É encerrada quando um critério de parada for atingido (Número de iterações sem melhora, tempo de processamento, etc.)

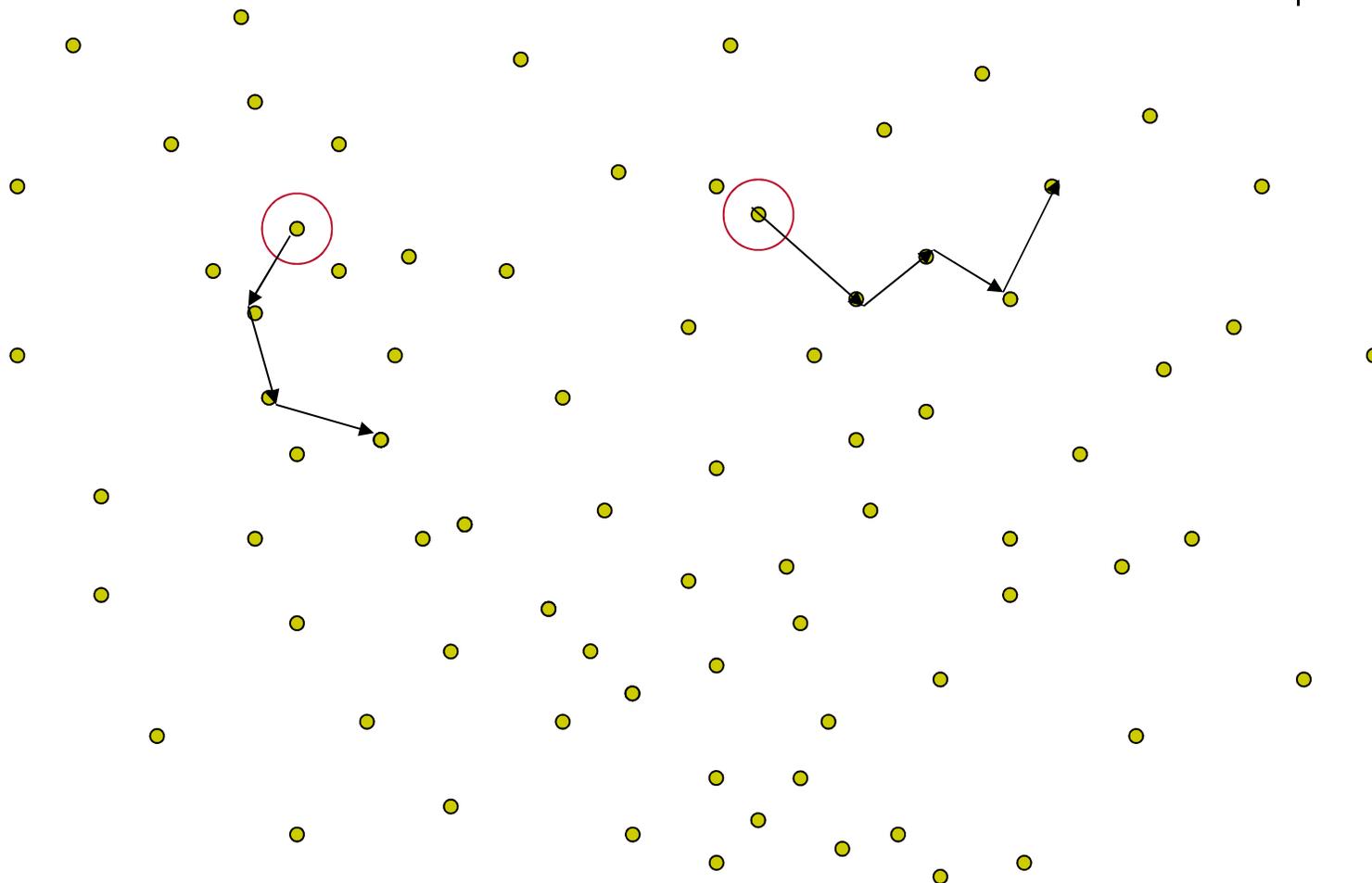
Multi-Start



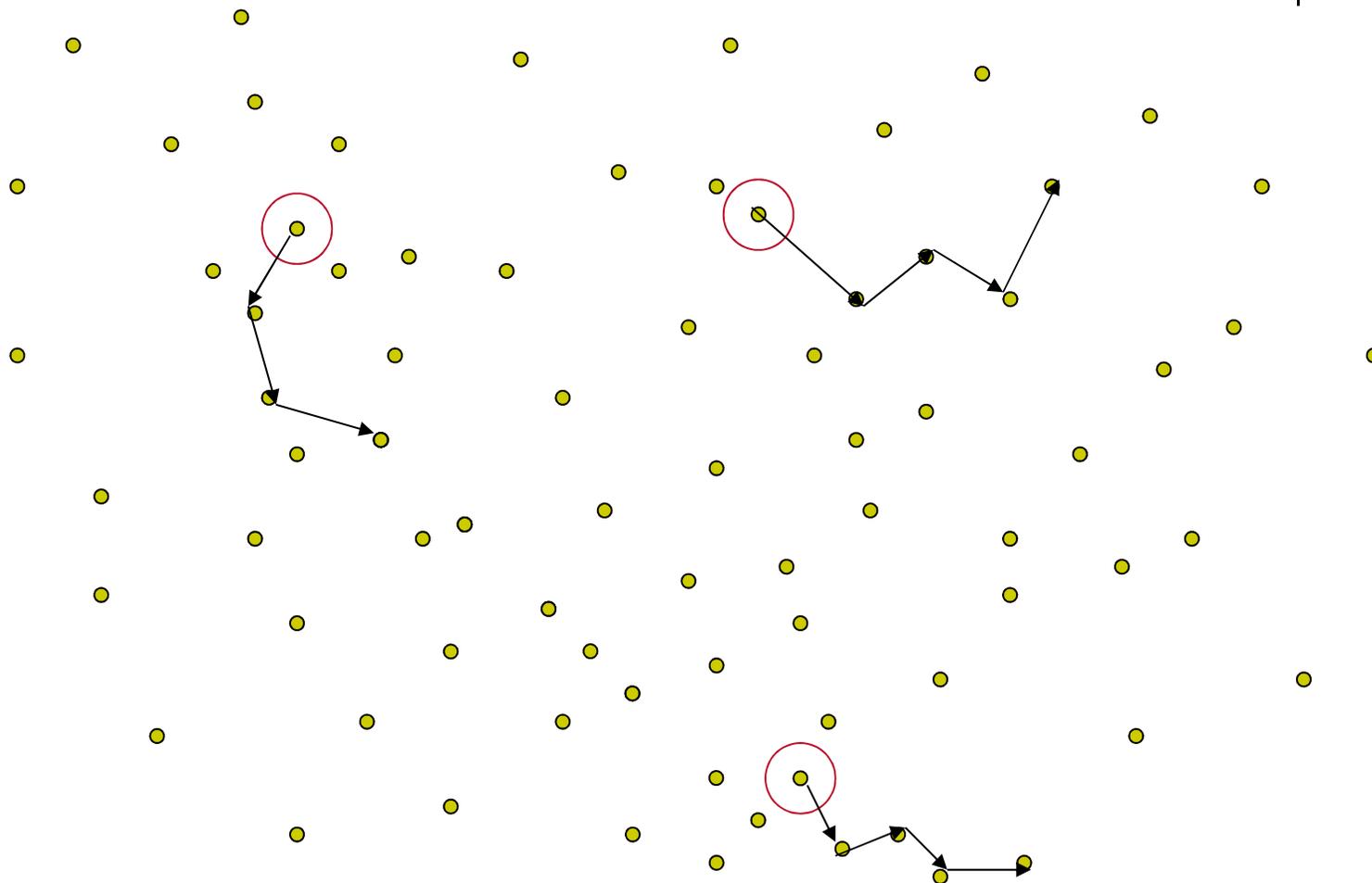
Multi-Start



Multi-Start



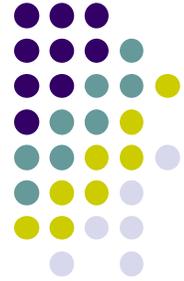
Multi-Start



Multi-Start



```
procedimento MultiStart( $f(\cdot)$ ,  $N(\cdot)$ , CriterioParada,  $s$ )
1   $f^* \leftarrow \infty$ ;           {Valor associado a  $s^*$  }
2  enquanto (Critério de parada não atendido) faça
3       $s \leftarrow ConstruaSolucao()$ ;   {Gere uma solução  $s$  do espaço de soluções}
4       $s \leftarrow BuscaLocal(s)$ ;       {Aplique um procedimento de melhora em  $s$ }
5      se ( $f(s) < f(s^*)$ ) então
6           $s^* \leftarrow s$ ;
7           $f^* \leftarrow f(s)$ ;
8      fim-se;
9  fim-enquanto;
10  $s \leftarrow s^*$ ;
11 Retorne  $s$ ;
fim MultiStart;
```



Multi-Start

- Procedimento ConstruaSolucao:
 - Gere uma solução aleatória
 - Gere uma solução de forma parcialmente gulosa (fase de construção do método GRASP)
- Critério de parada:
 - Número de iterações sem melhora,
 - Tempo de processamento, etc.
- Procedimento BuscaLocal:
 - Best Improvement
 - First Improvement
 - Random Descent