

Metaheurística GRASP

(Greedy Randomized Adaptive Search Procedures)

Airton Bordin Junior

[airtonbjunior@gmail.com]

Metaheurísticas - Prof. Dr. Celso Gonçalves Camilo Junior

Mestrado em Ciência da Computação 2017/2

Universidade Federal de Goiás (UFG) - Instituto de Informática – Setembro/2017

Programação

- Introdução
- Busca Local
- GRASP
- Referências



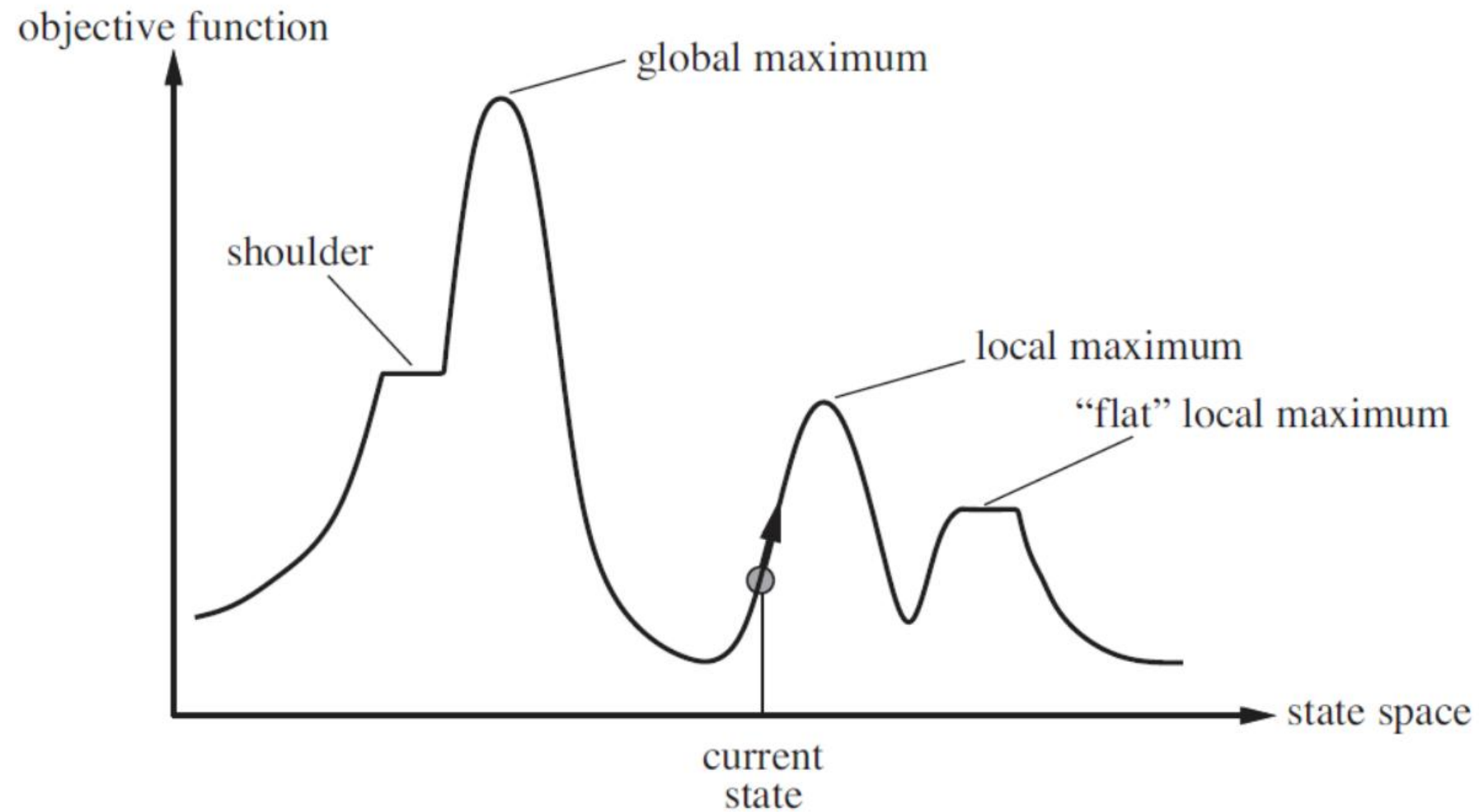


Busca Local

- Algoritmos de busca local operam sobre um único estado corrente, ao invés de vários caminhos;
- Em geral se movem apenas para os vizinhos desse estado;
- Geralmente, cada solução candidata tem mais de uma solução vizinha
 - A escolha de qual será a próxima deve ser feita tomando em consideração apenas a vizinhança da solução atual.
- O caminho seguido pelo algoritmo não é guardado*.



Busca Local





GRASP

- Feo e Resende, 1989
 - *A probabilistic heuristic for a computationally difficult set covering problem*
 - Problemas difíceis de cobertura de conjuntos

A probabilistic heuristic for a computationally difficult set covering problem

Authors: [Thomas A Feo](#) [The University of Texas, Austin, TX 78712, USA](#)
[Mauricio G. C Resende](#) [University of California, Berkeley, CA 94720, USA](#)



1989 Article

Published in:

• Journal

Operations Research Letters [archive](#)

Volume 8 Issue 2, April, 1989

Pages 67-71

Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands

[table of contents](#) doi> [10.1016/0167-6377\(89\)90002-3](#)



[Bibliometrics](#)

- Citation Count: 106
- Downloads (cumulative): n/a
- Downloads (12 Months): n/a
- Downloads (6 Weeks): n/a



GRASP

- Processo iterativo em que cada iteração consiste em duas fases: construção e busca local;
- A melhor solução, de maneira geral, é mantida como resultado;
- Apresenta um componente probabilístico que faz a escolha aleatória de um entre os melhores candidatos na fase de construção
 - Permite que soluções diferentes sejam obtidas a cada iteração, mas não compromete o potencial adaptativo.



Fase de construção

- Solução é construída elemento a elemento;
- Inicialmente o elemento está em uma lista de candidatos – **LC**;
- Usando um fator α é criada uma lista restrita de candidatos – **LCR** - que possui os melhores elementos de **LC**.

$$\textit{CardinalidadeLCR} = \alpha * \textit{CardinalidadeLC}$$



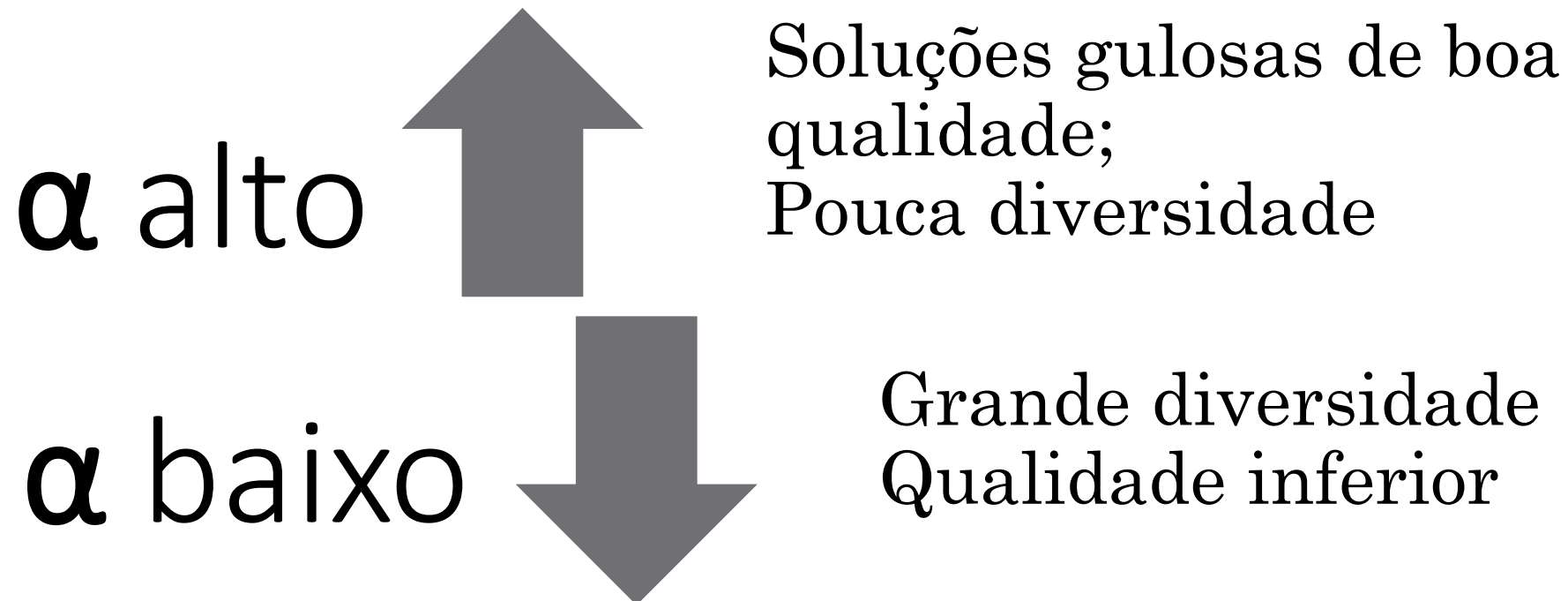
Fase de construção

- Definida a **LCR**, seleciona-se um elemento da mesma para compor a solução
 - Aleatoriamente ou por um critério guloso;
 - Duas variações do GRASP.
- Após a adição do elemento, o processo continua com a atualização de **LC** e **LCR**;
- Processo de construção é finalizado quando a *CardinalidadeLC* for zero.



Fase de construção

- Valor de α influencia na qualidade e diversidade da solução;





Fase de construção

- Valor de α também influencia o processo de busca local
 - Soluções de qualidade inferior tornam o processo de busca local mais lento;
 - Com $\alpha=1$, o melhor elemento da LCR seria adicionado, assim a fase de construção é uma heurística gulosa.
 - $\alpha>1$ a construção é randômica.
- α pode ser constante ou não.



Fase de construção

```
s ← ∅ % s que representa uma solução parcial nesse caso
α ← determinaTamanhoListaCandidatos
enquanto SoluçãoNãoCompleta faça
    RCLα ← gerarListaCandidatosRestritos(s)
    x ← selecionarElementoAleatório(RCLα)
    s ← s ∪ {x}
    atualizaFunçãoGulosa(s) % atualiza valores da heurística
fim enquanto
```

- Solução inicial é um conjunto vazio;
- α determina o tamanho da lista de candidatos;
- Novos elementos são agregados a solução inicial;
- Função gulosa avalia os elementos pelo benefício imediato;
- Melhores elementos formam uma lista de candidatos restritos em quantidade fixa ou de acordo com algum parâmetro α (aleatório ou guloso);
- Elemento da lista é escolhido aleatoriamente;
- Função gulosa é adaptada de acordo com a solução parcial;
- Termina com uma solução aceitável ao problema.



Fase de busca local

- Refinar a solução encontrada na fase de construção aplicando um método de busca local;
- Intensificação na solução encontrada explorando regiões vizinhas para encontrar um ótimo local;
- Quanto melhor for a solução gerada na fase de construção, maior será a velocidade para encontrar um ótimo local pela fase de busca local.



Fase de busca local

- Podem ser utilizados nesta segunda fase algoritmos básicos como o *Hill-Climbing* ou metaheurísticas mais avançadas como Busca Tabu, *Simulated Annealing*, etc;
- GRASP não faz uso de históricos no processo de busca
 - Possível armazenar as melhores soluções até o momento;
 - GRASP é simples, rápido e facilmente integrável com outras técnicas de busca.



Fase de busca local

```
Procedimento GRASP( );  
1      DadosEntrada( );  
2      Enquanto critério de parada não for  
satisfeito, faça:  
3      ConstSolInicGulosaAleatória(s)  
4      BuscaLocal(s, Viz(s));  
5      AtualizSol(s, melhorSolEnc);  
6      Fim Enquanto;  
7      Retorna(melhorSolEnc);  
Fim GRASP.
```



Vantagens GRASP

- Facilmente implementável, com um ajuste ou outro de parâmetros do método;
- Implementação paralela é trivial
 - Cada CPU pode ser iniciado com sua própria cópia do procedimento e dados da instância;
 - Iterações são executadas em paralelo e apenas se utiliza uma variável global para armazenar a melhor solução encontrada entre as CPUs.



Aplicações

- Feo e Bard, 1989 - Localização de estações de manutenção e escalonamentos de voos de acordo com a demanda cíclica por manutenção;
- Xu e Chiu , 1996 – Escalonamento de serviços em diferentes locais e com janelas de tempo para técnicos com diferentes habilidades de trabalho,.
- Lourenço, Paixão e Portugal, 1998 - Escalonamento de tripulação;
- Rivera, 1998 - Escalonamento de cursos;
- Binato, Hery, Loewenstern e Resende, 2001 - Escalonamento do Job-Shop.



Referências

- RUSSELL, S., NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A modern approach**. Artificial Intelligence. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, v. 25, p. 27, 1995
- FREDO, A. R., BRITO, R. C. **Implementação da Metaheurística GRASP para o Problema do Caixeiro Viajante Simétrico**. Universidade Federal do Paraná – Tópicos em Inteligência Artificial – Profª Aurora Pozo
- RODRIGUES, M. C., LUZIA, L. F. **Introdução ao Escalonamento e Aplicações – Estudo sobre as Metaheurísticas**. Universidade de São Paulo
- FERNANDES, C. R., CARNIERI, C., BARBOSA, S. G. **Aplicação da metaheurística GRASP na programação de caminhos para o transporte de aves domésticas**. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina