

Utilização de Algoritmos Genéticos para Resolução de Problemas de Localização de Concentradores

Glender Brás ¹

Departamento de Modelagem Matemática e Computacional, CEFET-MG, Belo Horizonte, MG
Edgar Lacerda de Aguiar ²

Departamento de Modelagem Matemática e Computacional, CEFET-MG, Belo Horizonte, MG

Redes *hub-and-spoke* são amplamente utilizadas nas áreas de transporte e comunicações, onde estão envolvidos fluxos de pessoas ou informações. São compostas por diversos pontos origem-destino, com demandas e custos de transporte associados a eles. O problema de localização de concentradores (*hub location*) é uma extensão relativamente nova dos clássicos problemas de localização de instalações [2]. Concentradores (*hubs*) são pontos que funcionam como consolidação ou troca de informações, pessoas ou objetos entre os pontos de origem e os destinos estipulados. O objetivo é encontrar os melhores pontos para tais instalações de forma a minimizar o custo operacional total, dado pela soma entre o custo de instalação dos *hubs* e o custo de transporte entre os nós *hub* e os nós não-*hub*.

Existem várias formulações para o problema de localização de concentradores. O objetivo deste trabalho é apresentar um algoritmo genético para resolver o problema do *p-hub* capacitado com alocação única [4]. Nesta formulação considera-se que cada *hub* tem uma capacidade e que cada nó não-*hub* deve estar associado a apenas um *hub*. Além disso, a quantidade *p* de *hubs* é escolhida pelo usuário.

Um Algoritmo Genético (AG) é uma técnica evolucionária, isto é, utiliza analogias aos processos de evolução dos seres vivos para gerar e melhorar soluções para um determinado problema [3]. O AG é um método iterativo e adaptativo de busca global, com boa capacidade para fugir de ótimos locais. Trabalha com uma população de indivíduos, onde cada indivíduo representa uma possível solução para o problema e, a cada iteração, gera uma nova população através de operações genéticas com cruzamento, mutação e seleção natural, buscando gerar filhos melhores que as soluções-pai. Cada indivíduo é avaliado conforme uma função de aptidão (*fitness*), que mede a qualidade da solução que este indivíduo representa, e os que têm melhor *fitness* têm mais chances de serem passados para a próxima população. O método é probabilístico, de forma que os indivíduos melhores avaliados tenham maior probabilidade tanto de serem submetidos às operações genéticas quanto de sobreviverem para a próxima população [3].

O algoritmo apresentado neste trabalho foi implementado em linguagem de programação JAVA versão 6 e IDE Eclipse. Para os experimentos foram utilizadas instâncias

¹glenderbras@gmail.com

²edgarlaguiar@gmail.com

AP do *OR-Library* [1] para o problema do *p-hub* de 10, 25 e 40 nós e a quantidade p de *hubs* informada foi fixada em 3. O AG utilizou os seguintes parâmetros e definições: 500 gerações; população de 100 indivíduos; e abordagem elitista, que mantém o melhor indivíduo para a próxima geração.

Os resultados foram comparados com valor ótimo para as instâncias utilizadas, apresentado por Stanimirovic(2007) [5], que considera a formulação do *single allocation hub* capacitado, porém não considera o problema como *p-hub*, ainda pouco explorado na literatura. A tabela 1 mostra os resultados obtidos, onde observa-se uma boa aproximação da solução ótima. A *gap* ainda existente pode ser devido à escolha da quantidade de *hubs* ter sido realizada manualmente pelo usuário e não pelo algoritmo. Apesar disso, o algoritmo demonstrou uma boa eficiência para melhorar as soluções ao longo das gerações.

Instância	Solução Ótima	Tempo (s)	Solução encontrada	Tempo (s)	gap(%)
10	224250.05	0.27	241943.3789	0.92	7.89
25	238977.95	13.34	260844.4324	2.96	9.15
40	241955.71	67.80	266756.1703	5.22	10.25

Tabela 1: Resultados do AG implementado

As próximas fases deste trabalho envolverão a validação dos valores ótimos para a formulação do *p-hub*, já que esta pode variar devido à quantidade de *hubs* escolhidos pelo usuário. Além disso, o algoritmo proposto será aplicado a outras formulações do problema de localização de concentradores, de forma a verificar sua eficácia e adaptabilidade mesmo com a alteração de algumas restrições e características.

Referências

- [1] J. E. Beasley. Or-library. <http://people.brunel.ac.uk/~mastjjb/jeb/info.html>, March 2019.
- [2] R. Z. Farahani, M. Hekmatfar, A. B. Arabani, and E. Nikbakhsh. Hub location problems: A review of models, classification, solution techniques, and applications. *Computers & Industrial Engineering*, 64(4):1096–1109, 2013.
- [3] D. E. Goldberg and J. H. Holland. Genetic algorithms and machine learning. *Machine learning*, 3(2):95–99, 1988.
- [4] M. E. O’kelly. A quadratic integer program for the location of interacting hub facilities. *European Journal of Operational Research*, 32(3):393–404, 1987.
- [5] Z. Stanimirović. Solving the capacitated single allocation hub location problem using genetic algorithm. *Recent advances in stochastic modelling and data analysis*. World Scientific Publishing Co Pte Ltd, pages 464–471, 2007.