

**Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**

---

# Um algoritmo baseado em Simulated Annealing para o Team Orienteering Problem

Pollyana Ribeiro Rocha<sup>1</sup>

Engenharia de Produção - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET, Nova Iguaçu, RJ

Francisco Henrique de Freitas Viana<sup>2</sup>

Informática - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET, Nova Iguaçu, RJ

## 1 Introdução

Este estudo <sup>3</sup> apresenta uma abordagem baseada na metaheurística *Simulated Annealing (SA)* para resolver o *Team Orienteering Problem (TOP)*. Propusemos o uso procedimento de geração de solução inicial da metaheurística GRASP, assim, temos um algoritmo híbrido. Tal problema consiste em um conjunto de potenciais clientes associados a lucros, com uma frota de veículos disponíveis. Dadas as distâncias entre todos os pares de clientes, o objetivo é encontrar o subconjunto de clientes para os quais o lucro arrecadado é máximo e determinar a sequência de visitação em cada rota, respeitando a restrição da duração total da viagem. Todas as rotas iniciam no depósito inicial e terminam no depósito final. Como este é um problema *NP-Hard*, um algoritmo baseado na metaheurística *Simulated Annealing* é proposto para resolver o TOP. Butt e Cavalier (1994) [1] foram os primeiros a conceituar o TOP em um artigo sob o nome *Multiple Tour Maximum Collection Problem*. Depois, Chao, Golden e Wasil (1996) [2] introduziram o termo TOP que foi difundido e recebeu muitas abordagens heurísticas eficientes para ser resolvido (Butt e Cavalier, de 1994 [1]; Tang e Miller-Hooks, 2005 [3]; Archetti et al, 2005 [4]; Ke et al, 2008 [5]; Vans-teenwegen et al, 2009a [6]). Atualmente, podemos ver esse problema aplicado na gestão logística e em companhias que oferecem serviços de transporte. Em diversos casos, não é possível atender todos os clientes devido às restrições impostas, tais como o tempo máximo para o percurso e a insuficiência do número de veículos. Dessa forma, o transportador tem que alocar um conjunto de potenciais clientes para uma rota de veículos em uma sequência que maximize o lucro arrecadado e/ou reduza a distância percorrida, sempre satisfazendo as restrições operacionais. Este trabalho propõe-se projetar e desenvolver um novo algoritmo baseado na metaheurística *Simulated Annealing* que pode produzir soluções de alta

---

<sup>1</sup>pollyana.rr@gmail.com

<sup>2</sup>henrique.viana@gmail.com

<sup>3</sup>Agradecemos à FAPERJ pelo apoio financeiro concedido a este projeto.

qualidade para o TOP. O algoritmo proposto foi avaliado utilizando o conjunto de 320 instâncias publicadas por Chao, Golden e Wasil (1996) [2]. Este conjunto está organizado em sete subconjuntos. As instâncias de cada subconjunto tem um número específico de vértices que varia de 32 a 102 vértices. Instâncias pertencentes ao mesmo subconjunto diferenciam-se pelo tempo máximo  $t_{max}$  e pela dimensão da frota de veículos. A abordagem foi comparada com as propostas por Tang e Miller-Hooks (2005) [3] e por Archetti, Hertz e Speranza (2005) [4], confirmando a eficácia deste algoritmo.

## 2 Conclusões

Este artigo apresenta uma versão do Simulated Annealing para resolver o Team Orienteering Problem (TOP), um problema de otimização combinatória *NP-HARD*. O algoritmo proposto foi codificado em linguagem Java e, para avaliar o desempenho do mesmo, foi comparado com resultados computacionais de outros algoritmos da literatura. Apesar da capacidade de produzir boas soluções dentro de um período de tempo razoável, o método apresentado requer aprimoramentos para se tornar mais competitivo. Por ser um método de notória aplicabilidade, pode ser empregado não só em futuras pesquisas como também na solução de problemas cotidianos no setor de gestão logística empresarial. Existem várias possíveis direções futuras para esta pesquisa. Uma dessas possibilidades é a adaptação do algoritmo para resolver outras variantes do Orienteering Problem, como por exemplo, o Capacitated Team Orienteering Problem (CTOP), que considera a capacidade do veículo, e o Team Orienteering Problem With Time Windows (TOPTW), onde cada cliente está associado a uma janela de tempo para ser visitado. Sobretudo, o método precisa ser aprimorado. Para isso, a estratégia MultiStart executando em máquinas paralelas pode ser aplicada.

## Referências

- [1] S. E. Butt and T. M. Cavalier. A heuristic for the multiple tour maximum collection problem. *Computers and Operations Research*, 21:101–111, 1994.
- [2] I. M. Chao, B. Golden, and E. A. Wasil. The team orienteering problem. *European Journal of Operational Research*, 88:474–474, 1996.
- [3] H. Tang and E. Miller-Hooks. A tabu search heuristic for the team orienteering problem. *Computers and Operations Research*, 32:1379–1407, 2005.
- [4] C. Archetti, A. Hertz, and M. G. Speranza. Metaheuristics for the team orienteering problem. *Journal of Heuristics*, 13:49–76, 2005.
- [5] L Ke, C Archetti, and Z Feng. Ants can solve the team orienteering problem. *Computers and Industrial Engineering*, 54:648–665, 2008.
- [6] P. Vansteenwegen, W. Souffriou, G. Vanden Berghe, and D. Van Oudheusden. A guided local search metaheuristic for the team orienteering problem. *European Journal of Operational Research*, 196(1):118–127, 2009.