

## Um Algoritmo Híbrido para o Problema de Roteamento de Veículos com Janelas de Tempo Robusto

Carlos Neves<sup>1</sup>, Anand Subramanian<sup>2</sup>

Universidade Federal da Paraíba – Centro de Informática

Pedro Munari<sup>3</sup>

Universidade Federal de São Carlos – Departamento de Engenharia de Produção

Este trabalho aborda uma variante do problema de roteamento de veículos com restrição de capacidade e janelas de tempo, na qual tanto os tempos de viagem quanto as demandas estão sujeitos a incertezas. O problema é tratado sob a perspectiva da Otimização Robusta (OR) [1, 3]. Portanto, assume-se que as possíveis variações da demanda e dos tempos de viagem pertencem a um conjunto de incertezas. De maneira semelhante a trabalhos recentes na literatura, foi utilizado o conjunto de incertezas intervalar com cardinalidade restrita proposto por [2], cujo grau de incerteza é controlado por um parâmetro denominado *budget*, que controla o número máximo de demandas ou tempos de viagem que podem assumir o pior caso em uma realização.

Para resolver o problema, uma *matheuristic* foi proposta. Assim como em [7], o método combina a meta-heurística de Busca Local Iterada (*Iterated Local Search*, ILS) com um modelo de particionamento de conjuntos. Durante a etapa de ILS foram empregados, ainda, métodos para tornar mais eficiente a identificação de inviabilidades nas soluções (devido a violações de capacidade e de janelas de tempo), bem como alguns dos mecanismos de aceleração propostos por [4]. A etapa de particionamento de conjuntos, por sua vez, consiste na resolução de um MIP, cujas rotas associadas foram obtidas a partir das melhores soluções encontradas durante as buscas locais.

O algoritmo foi implementado na linguagem C++ e testado no conjunto de instâncias originalmente concebido por [6], proposto para a versão determinística do problema. Para adicionar incertezas às instâncias, utilizou-se o mesmo método que [5]. Embora ainda haja espaço para melhorias, em geral, o método se mostrou promissor, tendo sido capaz de alcançar a maioria dos limitantes superiores obtidos por [5]. Além disso, foram encontrados melhores limitantes superiores para cerca de 14% das instâncias em aberto.

## Referências

- [1] A. Ben-Tal and A. Nemirovski. Robust solutions of uncertain linear programming. *Operations Research Letters*, 25:1–13, 1999.
- [2] Dimitris Bertsimas and Melvyn Sim. Robust discrete optimization and network flows. *Mathematical Programming*, 98(1):49–71, September 2003.

---

<sup>1</sup>carlosneves@eng.ci.ufpb.br

<sup>2</sup>anand@ci.ufpb.br

<sup>3</sup>munari@dep.ufscar.br

- [3] Dimitris Bertsimas and Melvyn Sim. The price of robustness. *Operations Research*, 52(1):35–53, 2004.
- [4] Igor Malheiros, Rodrigo Ramalho, Bruno Paseti, Teobaldo Bulhões, and Anand Subramanian. A hybrid algorithm for the multi-depot heterogeneous dial-a-ride problem. *Computers & Operations Research*, 129:105196, 2021.
- [5] Pedro Munari, Alfredo Moreno, Jonathan De La Vega, Douglas Alem, Jacek Gondzio, and Reinaldo Morabito. The robust vehicle routing problem with time windows: Compact formulation and branch-price-and-cut method. *Transportation Science*, 53(4):1043–1066, 2019.
- [6] Marius M Solomon. Algorithms for the vehicle routing and scheduling problems with time window constraints. *Operations research*, 35(2):254–265, 1987.
- [7] Anand Subramanian. *Heuristic, Exact and Hybrid Approaches for Vehicle Routing Problems*. PhD thesis, Universidade Federal Fluminense, 2012.