

Meta-heurísticas adaptativas para o Problema de Roteamento de Veículos com Coleta e Entrega e Janelas de Tempo

Eduardo Fechus Becker Reis¹

Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos

Pedro Munari²

Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos

A eficiência no roteamento de veículos tem se tornado crucial para o sucesso das operações logísticas. Neste contexto, é comum que existam problemas de eficiência e otimização de processos cujas restrições são diversas [5]. Uma das variantes observadas é o problema de coleta e entrega com janelas de tempo (PCEJT), que envolve determinar rotas de custo mínimo para coletar bens ou indivíduos em diversos pontos e entregá-los em seus respectivos destinos, respeitando faixas de horário pré-estabelecidas. Este problema é amplamente tratado na literatura, possuindo grande aplicabilidade em contextos reais. Ele pode ser encontrado em situações que compreendem desde contextos urbanos, como, por exemplo, no transporte de passageiros e na entrega de refeições, até contextos de transporte rodoviário, hidroviário e aéreo para a distribuição de produtos.

O PCEJT é um problema NP-difícil, sendo frequentemente inviável tratá-lo com métodos de solução exatos quando as instâncias tratadas forem suficientemente grandes, o que é comum em situações reais. Deste modo, faz-se importante estudar e aplicar métodos heurísticos, capazes de obter boas soluções, reduzindo custos operacionais em tempos computacionais praticáveis [6]. Posto isso, o objetivo deste trabalho é estudar e propor modelos matemáticos e métodos heurísticos para o PCEJT, com enfoque em meta-heurísticas adaptativas, uma vez que elas têm apresentado bons resultados em trabalhos recentes [1,2]. O desempenho dessas abordagens será verificado por meio de experimentos computacionais, envolvendo instâncias da literatura e também dados reais fornecidos por uma empresa que gerencia a coleta e entrega de refeições em diferentes restaurantes.

Foram implementados modelos matemáticos clássicos da literatura, considerando diferentes variantes. Destaca-se o modelo de dois índices para o PCEJT proposto por [4], que provou-se superior a outros modelos presentes na literatura para o problema. Além disso, uma das meta-heurísticas implementadas foi a Busca Adaptativa em Grande Vizinhança (ALNS, do inglês *Adaptive Large Neighborhood Search*), proposta em [3] para o PCEJT. Os resultados computacionais já obtidos mostram que, sobretudo para instâncias grandes, na ordem de 50 a 75 pedidos, a meta-heurística implementada consegue obter soluções próximas da ótima em tempos computacionais consideravelmente inferiores ao modelo. Considerando o trabalho de [2], formulou-se também uma aplicação da meta-heurística Busca Local Iterativa e Adaptativa (AILS, do inglês *Adaptive Iterated Local Search*) para o PCEJT. A formulação, embora já implementada, ainda se encontra na fase de testes e refinamentos, no que diz respeito à otimização do código e dos parâmetros de entrada.

¹eduardofbr@estudante.ufscar.br

²munari@dep.ufscar.br

Os próximos passos envolvem realizar experimentos computacionais usando dados reais advindos de um contexto produtivo cujas restrições se assemelham ao PCEJT, possivelmente necessitando tratamentos e adaptações aos dados de entrada. Também pretende-se abordar a inclusão de incertezas ao problema, modificando assim os modelos e as heurísticas propostos.

Referências

- [1] Diógenes Gasque, Pedro Munari *Metaheuristic, models and software for the heterogeneous fleet pickup and delivery problem with split loads*. Journal of Computational Science, vol. 59, 2022.
- [2] Vinícius R. Máximo, Mariá C. V. Nascimento *A hybrid adaptive iterated local search with diversification control to the capacitated vehicle routing problem*. European Journal of Operational Research, vol. 294, 2021.
- [3] Stefan Ropke, David Pisinger *An adaptive large neighborhood search heuristic for the pickup and delivery problem with time windows*. Transportation Science, vol. 40, 2006.
- [4] Maria Gabriela S. Furtado, Pedro Munari, Reinaldo Morabito *Pickup and delivery problem with time windows: a new compact two-index formulation*. Operations Research Letters, vol. 45, 2017.
- [5] Paolo Toth, Daniele Vigo *Vehicle Routing: Problems, Methods and Applications*. Second Edition, 2014.
- [6] Michel Gendreau, Jean-Yves Potvin *Handbook of Metaheuristics*. International Series in Operations Research Management Science, 2010.