

# Simpósio de Integração Acadêmica

## “Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável”

SIA UFV 2023



## DESENVOLVIMENTO DE ALGORITMOS EXATOS E HEURÍSTICAS PARA PROBLEMAS DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO E TRANSPORTE

Pedro Henrique de Moura<sup>1</sup>; José Elias Claudio Arroyo<sup>2</sup>; Paulo Henrique Santana Dezingrini  
pedro.moura2@ufv.br

Palavras-chave: heurística, otimização, caixeiro viajante, drone

### Introdução

Este estudo foi desenvolvido visando minimizar os custos de logística em problemas de transporte e distribuição. Neste projeto foi investigado uma variação do Problema do Caixeiro Viajante, conhecido como Flying Sidekick The Salesman Problem with Drone (FTSPD) ou Problema do Caixeiro Viajante com Ajudante Voador (PCVAV). Este problema consiste em fazer entregas de encomendas utilizando um caminhão assistida por um drone. O caminhão sai de um depósito, o drone é lançado do caminhão para entregar o pacote a alguns clientes elegíveis e depois é recuperado pelo caminhão em um outro local. Enquanto o drone faz uma viagem, o caminhão entrega encomendas a outros clientes, desde que o drone tenha bateria suficiente para esperar o caminhão.

### Objetivos

O objetivo do trabalho é desenvolver algoritmos heurísticos e técnicas de programação dinâmica para determinar soluções otimizadas para o problema do caixeiro viajante com um ajudante voador. De modo que seja possível encontrar as melhores soluções para as instâncias, gerando um menor tempo para a função objetivo, que representa o tempo de entrega para o setor de “last-mile delivery”.

### Material e Método

Devido a sua complexidade computacional, as soluções do problema são determinadas utilizando algoritmos heurísticos. Visando obter soluções de melhor qualidade, são aplicadas técnicas de busca local, que consistem em gerar soluções vizinhas a partir de algumas modificações feitas na solução original. O processo de busca em vizinhança é repetido enquanto o algoritmo estiver conseguindo soluções melhores, obtendo assim um ótimo local. Visando escapar de ótimos locais, é desenvolvido uma heurística baseada na meta-heurística GRASP (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure) que utiliza a busca local VND (Variable Neighborhood Descent) para melhorar as diferentes soluções construídas. O desempenho da heurística proposta foi avaliado em um conjunto de instâncias disponíveis na literatura.

### Apoio financeiro

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

### Resultados e Discussão

Os experimentos computacionais foram realizados utilizando um dataset do FSTSP proposto por De Freitas e Penna (2020). As instâncias do FSTSP são baseadas nas instâncias do TSPLIB Symmetric Traveling Salesman Problem. Essas instâncias seguem a definição do FSTSP de Chase e Chu (2015). A distância euclidiana é utilizada para descrever a distância percorrida pelo drone, e a distância de Manhattan é adotada para simular o quarteirão da cidade, determinando assim a distância do caminhão.

Os resultados atuais obtidos neste trabalho foram a combinação dos métodos de vizinhança para eliminar cruzamentos e deixar a rota eficiente, por meios das heurísticas RVND e GRASP. As Figura 1 mostra como ficou a rota do caminhão para uma instância de 51 pontos.

Por fim o algoritmo estudado na literatura deixou com apenas aproximações relevantes para o problema do caixeiro viajante com drone, uma vez que o algoritmo de partição implementado, descreveu apenas uma possível entrega para o drone, o que inviabilizaria o processo, necessitando mais análise e possíveis melhorias de formulação. O lançamento do drone ocorre como mostrado na Figura 2.

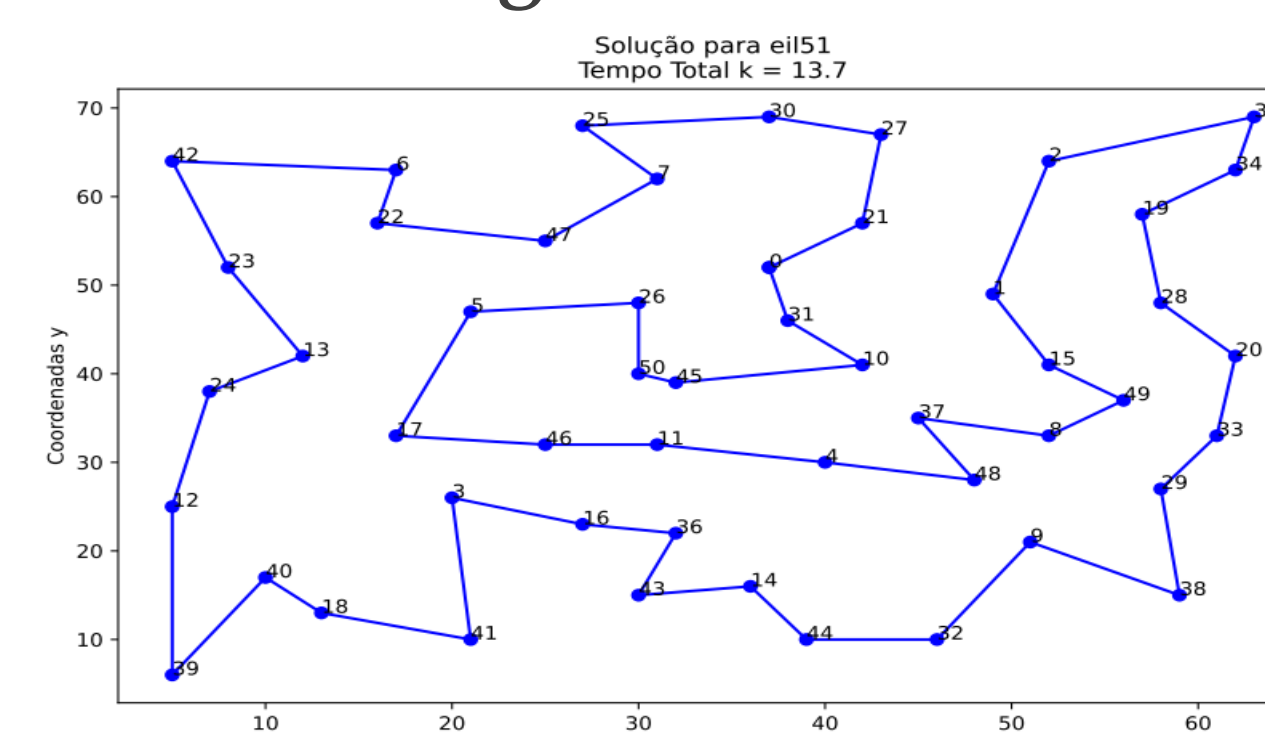


Figura 1 - Rota do caminhão obtida pelo algoritmo GRASP para a instância eil51

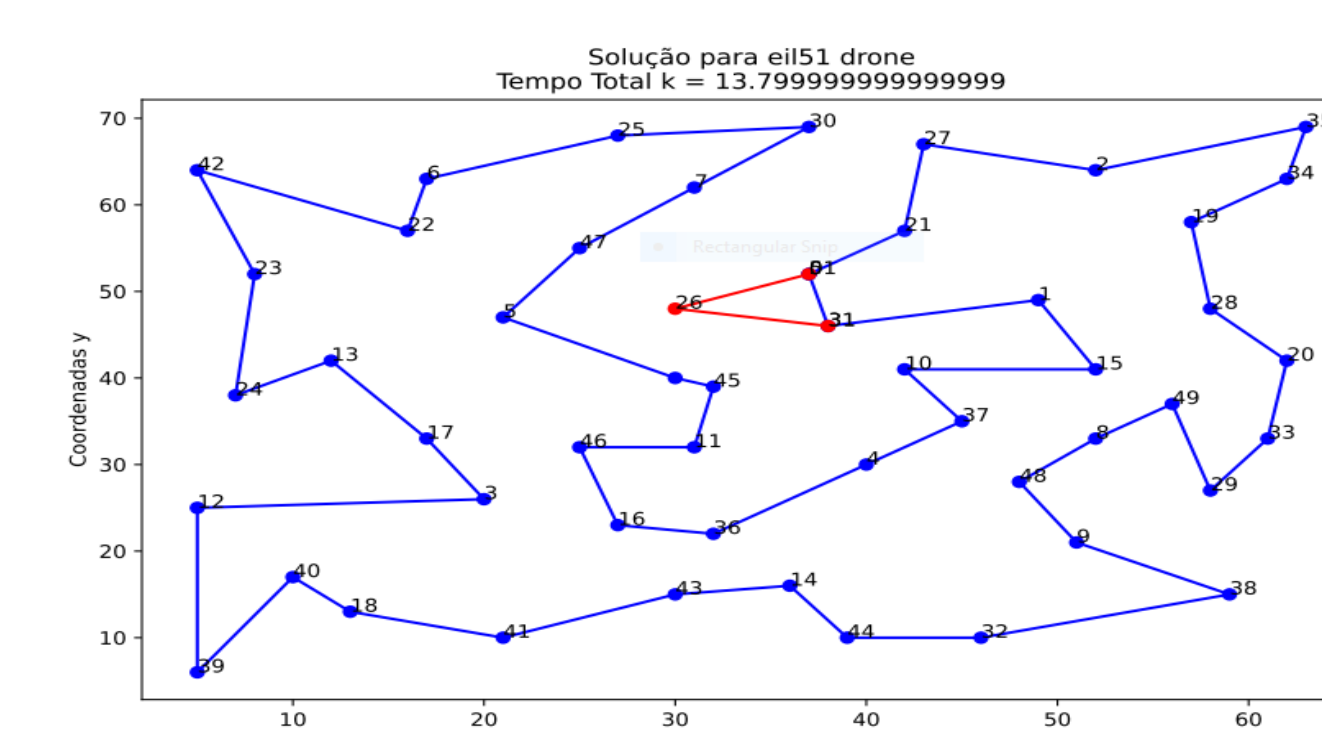


Figura 2 - Rota do caminhão em azul e drone em vermelho para a instância eil51

### Conclusões

Os resultados obtidos ainda são preliminares, porém podem servir de base para trabalhos futuros, visando aprimorar as técnicas utilizadas e obter soluções mais eficientes para o problema estudado.

### Bibliografia

- Ha, Q. M. et al. On the min-cost Traveling Salesman Problem with Drone. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 86, p. 597–621, jan. 2018.
- Murray, C. C.; Chu, A. G. The flying sidekick traveling salesman problem: Optimization of drone-assisted parcel delivery. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 54, p. 86–109, maio 2015.
- Agatz, N.; Bouman, P.; Schmidt, M. Optimization Approaches for the Traveling Salesman Problem with Drone. *Transportation Science*, v. 52, n. 4, p. 965–981, ago. 2018.
- Mahmoudinazlou, S.; Kwon, C. A Hybrid Genetic Algorithm with Type-Aware Chromosomes for Traveling Salesman Problems with Drone. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2303.00614>>. Acesso em: 26 set. 2023.
- Glover, F.W. & Kochenberger G.A. (2005). *Handbook of Metaheuristics*. Springer.
- Talbi, E-G. *Metaheuristics: From Design to Implementation*. Wiley 2009.
- Feo T. & Resende M.G.C. (1995). Greedy Randomizes Adaptive Search Procedures. *Journal of Global Optimization*, v. 2, p. 1-27.
- Mladenovic, N. & Hansen, P. (1997). Variable neighborhood Search. *Computers and Operations Research*, v. 24, 1097 – 1100.
- De Freitas, Júlia Cária; Penna, Puca Huachi Vaz. A variable neighborhood search for flying sidekick traveling salesman problem. *International Transactions in Operational Research*, v. 27, n. 1, p. 267-290, 2020.