

## Coordenação de Robôs para o Transporte de Cargas

Hugo Daniel Espíndola de Oliveira   Leonardo de Andrade Porto   André Gustavo dos Santos  
Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Informática

ODS9: Dimensões Econômicas

Categoria: Pesquisa

### Introdução

O uso de drones na agricultura de precisão possibilita pulverizações mais direcionadas e sustentáveis, porém a autonomia limitada da bateria é um grande desafio. Missões precisam ser divididas em várias sub-rotas, aumentando o tempo e o consumo energético. Este trabalho propõe uma heurística que planeja rotas energeticamente mais eficientes, explorando o fato de que não é necessário visitar exatamente cada ponto, mas apenas passar próximo o suficiente para garantir cobertura, reduzindo o esforço do drone.

### Objetivos

O objetivo é desenvolver um algoritmo heurístico que otimize rotas de pulverização considerando o consumo energético em função da carga transportada, minimizando o número de retornos à base e o gasto de bateria. Para isso, pontos muito próximos são cobertos em uma única pulverização, economizando distância e carga.

### Resultados

Os experimentos mostraram que a heurística de bateria produziu rotas competitivas em relação à heurística de distância. Em algumas instâncias, houve redução de até 9,8% no consumo energético, embora em outras o desempenho tenha sido inferior. No geral, a abordagem mostrou-se viável, fornecendo soluções próximas em qualidade, mas mais alinhadas ao objetivo real de reduzir gasto energético, ainda que com menos vizinhanças exploradas.

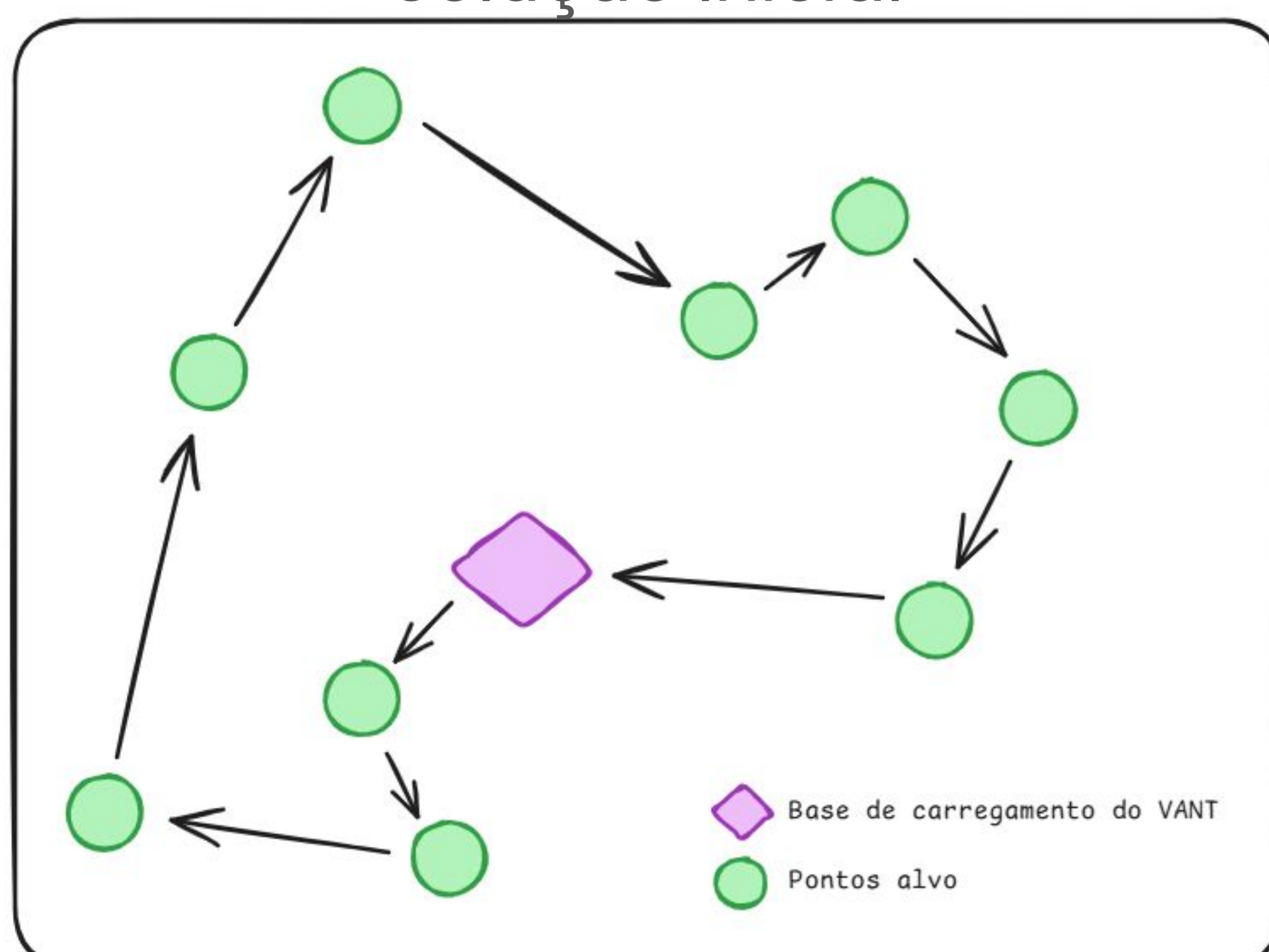
### Conclusões

Conclui-se que a heurística proposta é promissora para problemas de pulverização com drones, oferecendo bom equilíbrio entre simplicidade e qualidade de solução. Apesar de não garantir otimalidade, mostrou desempenho próximo ao modelo de distância e maior aderência ao consumo real de energia. Trabalhos futuros incluem a incorporação de mais vizinhanças e estratégias de refinamento, buscando maior robustez e eficiência.

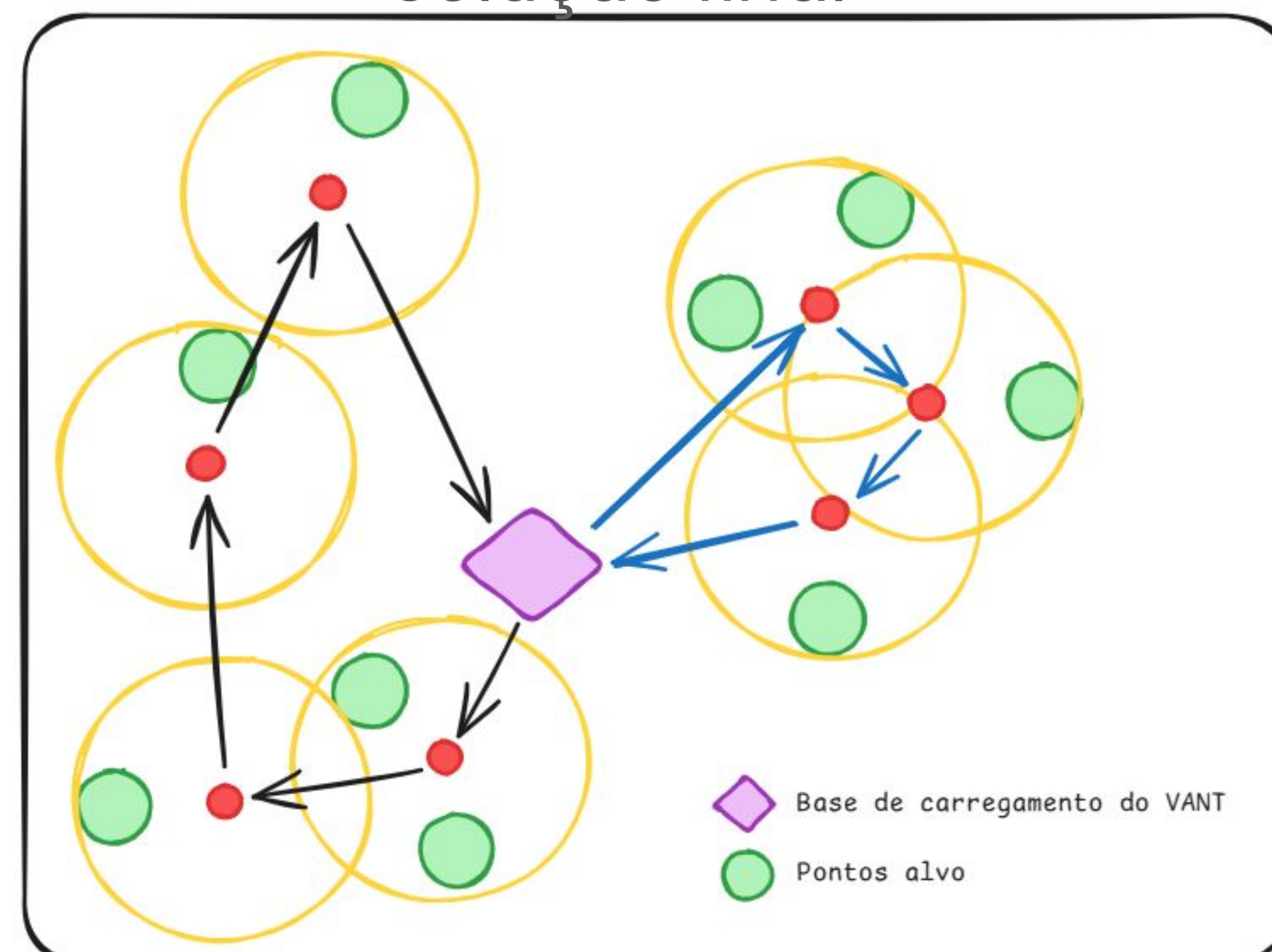
### Metodologia

Inicialmente, foi definido um modelo energético que relaciona o consumo de potência ao peso do drone e da carga útil. A heurística utiliza uma solução inicial por Nearest Neighbor com refinamento via 2-opt, seguida da divisão em sub-rotas energeticamente viáveis. Adicionalmente, foi aplicada uma vizinhança de realocação entre sub-rotas para reduzir o gasto total. As instâncias foram geradas com diferentes quantidades de pontos e comparadas com uma heurística baseada apenas em distância.

Solução Inicial



Solução final



### Apoio Financeiro



### Bibliografias Principais

SANTOS, A. L. F. dos; DOMINGUES, G. F.; SANTOS, A. G. dos. Um algoritmo exato para o close enough vehicle routing problem aplicado a drones de pulverização. In: Anais do LVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO). Fortaleza: Galoá, 2024.