

## Trabalho 1: Sistema multi-agente de entrega de encomendas usando drones

Um conjunto de drones autónomos cooperam na sua entrega dentro de uma área predefinida. O objetivo é otimizar o tempo de entrega, gerindo eficientemente a frota de drones.

### Objetivos

- Implemente agentes drones capazes de tomar decisões autónomas na entrega de determinadas encomendas
- Implemente agentes de centros de entrega (armazéns) responsáveis pela alocação de encomendas a drones.
- Integre esses agentes para trabalhar de forma coordenada, otimizando a entrega de encomendas e resolvendo eventuais disrupções

### Funcionalidades

- *Ambiente*: O ambiente onde os agentes estão pode ser baseado num espaço contínuo.
- *Agentes Drone*: Os drones recolhem encomendas de um centro de entrega e entregam no seu destino. Os drones são agentes autónomos, tomam as suas decisões relativas à entrega de encomendas.
  - Cada drone é um agente caracterizado por capacidade de carga e autonomia.
  - Os drones devem monitorar os níveis de bateria e retornar a um armazém para carregar quando necessário.
  - Um drone pode considerar efetuar o voo a diferentes altitudes (por exemplo, devido às condições meteorológicas): considerar como opção.
  - Um drone pode ser capaz de lidar com disrupções, derivadas de avaria (ou outro evento inesperado): considerar como opção.
- *Agentes Armazém*: Esses agentes gerem um armazém, onde estão encomendas para ser entregues em diferentes destinos. São responsáveis por garantir a entrega das encomendas, alocando as encomendas a drones.
- Deverá ser implementada uma estratégia de cooperação/negociação de acordo com o lecionado

### Resultados esperados

Considerar as seguintes métricas na avaliação do desempenho do sistema multi-agente: tempo de entrega (pode ser medido em distância percorrida) total, médio, mínimo e máximo, taxa de ocupação de drones e consumo de energia.

## **Dataset**

Delivery\_data.csv (disponível na página moodle)

Para cálculo da distância entre dois pontos identificados por coordenadas (latitude e longitude), usar a fórmula Haversine ([Haversine Formula](#) / [exemplo](#)).