



Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia



PRR
Plano de Recuperação
e Resiliência



REPÚBLICA
PORTUGUESA



Financiado pela
União Europeia
NextGenerationEU

Designação do projeto | Tecnologias Avançadas para o Processamento e Reciclagem Inteligentes de Resíduos,

Código do projeto | 2024.07316.IACDC

Objetivo principal | O projeto RAICYCLE visa revolucionar a gestão de resíduos urbanos através da integração de sensores IoT inteligentes, modelos de aprendizagem automática e um sistema de suporte à decisão baseado na web, tornando a recolha de resíduos mais eficiente e sustentável.

Região de intervenção | O projeto desenvolve-se na região de Trás-os-Montes, em colaboração com a Resíduos do Nordeste, empresa intermunicipal que serve 13 municípios com cerca de 143 777 habitantes e uma produção estimada de 50 000 toneladas de resíduos por ano.

Entidade beneficiária | Instituto Politécnico de Bragança (IPB)

Data de aprovação | 09-01-2025

Data de início | 21-02-2025

Data de conclusão | 31-01-2026

Custo total elegível: 124.952,00 Euros

Custo total elegível IPB | 124.952,00 Euros

Estado | Ativo

Objetivos:

O RAICYCLE propõe-se a desenvolver unidades de hardware e firmware para monitorização remota de contentores de resíduos orgânicos, equipadas com sensores de gases VOC, nível de enchimento e localização geográfica. Com base nos dados recolhidos, serão treinados modelos de aprendizagem automática para detetar resíduos perigosos ou ilegais, como óleos usados ou brasas, e para otimizar as rotas de recolha em tempo real recorrendo a algoritmos de Quantum Annealing. Todo o sistema será integrado numa plataforma web de visualização e suporte à decisão, permitindo aos operadores e decisores municipais gerir de forma proativa e informada os serviços de recolha de resíduos.

Atividades:

A primeira atividade do projeto consiste no desenvolvimento e implementação das unidades de aquisição de dados. Trata-se de dispositivos robustos, com autonomia energética assegurada por painéis solares ou conversores eletromecânicos, que transmitem dados via redes LoRa de baixo consumo. Os dispositivos serão instalados em contentores existentes, transformando-os em SmartBins monitorizados remotamente, e serão validados com unidades piloto colocadas em diferentes localizações no município antes da implementação em larga escala.

A segunda atividade centra-se no processamento de dados e no desenvolvimento dos modelos de aprendizagem automática. Os dados recolhidos pelos sensores passam por etapas de limpeza, extração de características e normalização, servindo depois para treinar e validar algoritmos como Random Forests, Support Vector Machines e Redes Neurais. Estes modelos permitirão detetar o estado de enchimento dos contentores e a presença de materiais perigosos, sendo a sua informação integrada num algoritmo de otimização de rotas formulado como problema QUBO e resolvido com o serviço de Quantum Annealing da D-Wave.

A terceira atividade corresponde ao desenvolvimento da plataforma web de visualização e suporte à decisão. A aplicação integrará dashboards interativos com atualizações em tempo real, ferramentas de análise geoespacial para visualização das rotas e padrões de acumulação de resíduos, e algoritmos de detecção de anomalias. Um sistema de suporte à decisão utilizará os modelos preditivos para antecipar a acumulação futura de resíduos e recomendar calendários de recolha otimizados, numa arquitetura de microserviços que garante escalabilidade e facilidade de manutenção.

Resultados esperados:

No final do projeto, espera-se ter produzido 100 sensores SmartBin instalados no terreno, um modelo final de identificação de VOC, um modelo de otimização de rotas, e uma aplicação web de suporte à decisão totalmente operacional. Em termos científicos, estão previstas duas dissertações de mestrado, dois artigos em revistas internacionais, quatro comunicações em conferências internacionais e dois modelos computacionais documentados. O conjunto destes resultados deverá traduzir-se numa redução dos custos operacionais de recolha, numa diminuição do impacto ambiental e numa melhoria da qualidade do serviço prestado às populações dos municípios abrangidos pela Resíduos do Nordeste.