TECNOLOGIA BARREIRO
ESCOLA SUPERIOR POLITÉCNICO SETÚBAL

TÉCNICO LISBOA

infra moura

Seminário final

29 de janeiro de 2026

StreamWater

Processamento e Análise de Dados em Tempo Real em Sistemas de Abastecimento de Água

Nelson Carriço

Coordenador

fct Fundação para a Ciência e a Tecnologia

PRR Plano de Recuperação e Resiliência

REPÚBLICA PORTUGUESA

Financiado pela União Europeia NextGenerationEU

Contexto e Motivação

Desafios Atuais

- Má qualidade dos dados recolhidos;
- Falta de ferramentas para processar dados de múltiplas fontes;
- Uso ineficaz de grandes volumes de dados armazenados;
- Deteção tardia de anomalias nas redes de distribuição de água.

Necessidades Identificadas

- Melhorar práticas de governança de dados:
- **Processar dados em tempo real;**
- Aumentar resiliência e eficiência dos sistemas;
- **Resposta rápida a eventos anómalos.**

A gestão das redes de água na era digital

A realidade



Dados em Abundância, Conhecimento Escasso

- As entidades gestoras recolhem milhões de dados (SCADA, telemetria)
- O processamento é frequentemente offline e reativo

A necessidade



Do Armazenamento à Inteligência

- Necessidade de transição para streaming de dados em tempo real
- Deteção imediata de anomalias para aumentar a resiliência

Uma jornada de conhecimento acumulado



O StreamWater não nasce do zero.
É uma evolução de três projetos de referência da equipa.

O Projeto

Deteção de anomalias em tempo real em sistemas de abastecimento de água através de gémeos digitais baseados em métodos de aprendizagem automática

Machine learning-based digital twins for real time anomaly detection in water supply system

Spin-off **StreamWater**
(em curso 1/2/2025-31/01/2026)

Objetivos do Projeto

Processar grandes fluxos de dados ‘on the fly’ para detetar anomalias no instante em que ocorrem



1. Processamento em Streaming

Limpeza automática e imputação de dados em tempo real, garantindo qualidade para aplicações de engenharia.



2. Deteção de Eventos

Uso de Inteligência Artificial para identificar roturas, consumos ilícitos e falhas de equipamento instantaneamente.

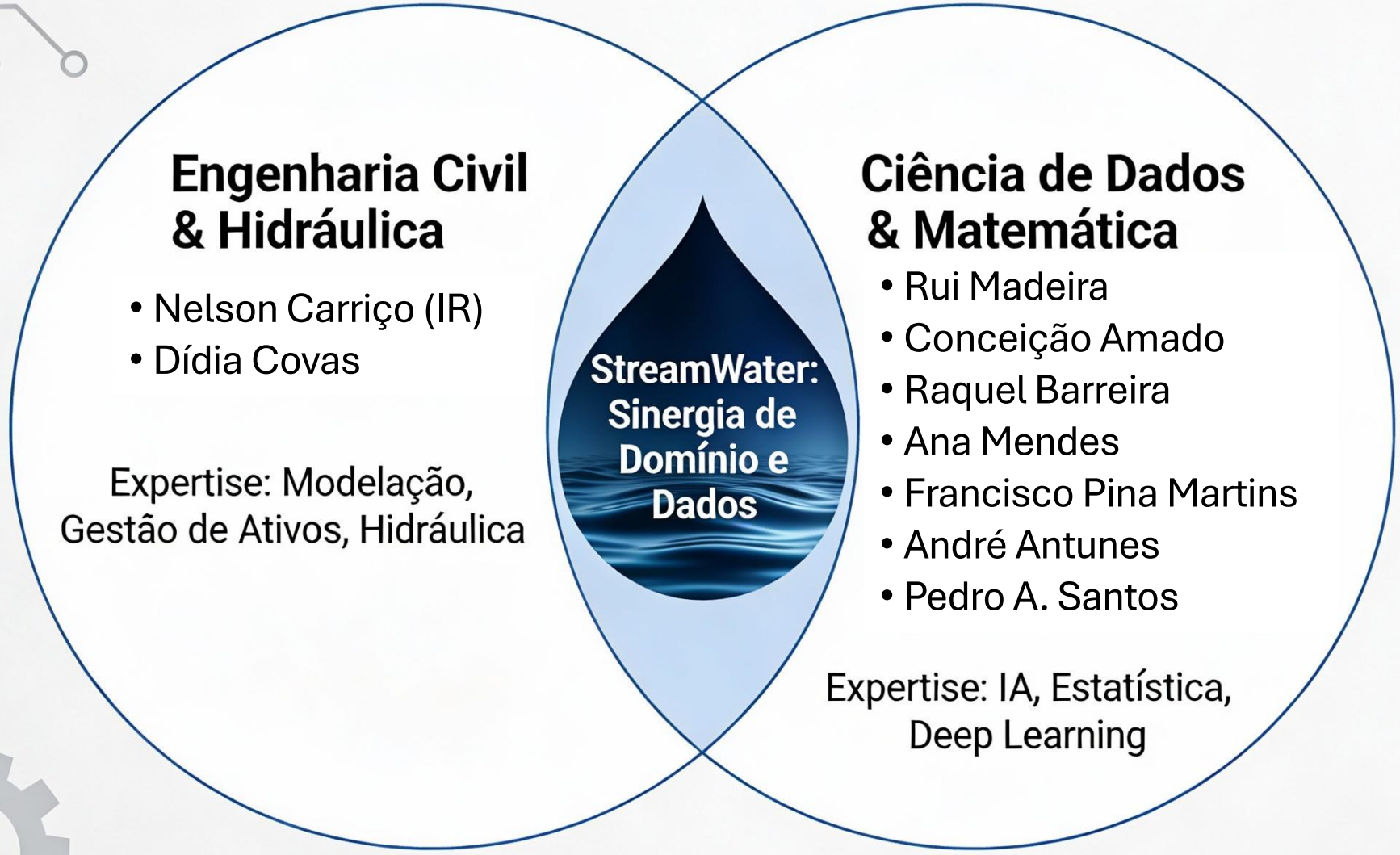


3. Replicação e Escala

Criação de um guião (roadmap) nacional para capacitar outras entidades gestoras na transição digital.

De uma gestão reativa para uma operação preditiva.

Uma Equipa Multidisciplinar de Excelência



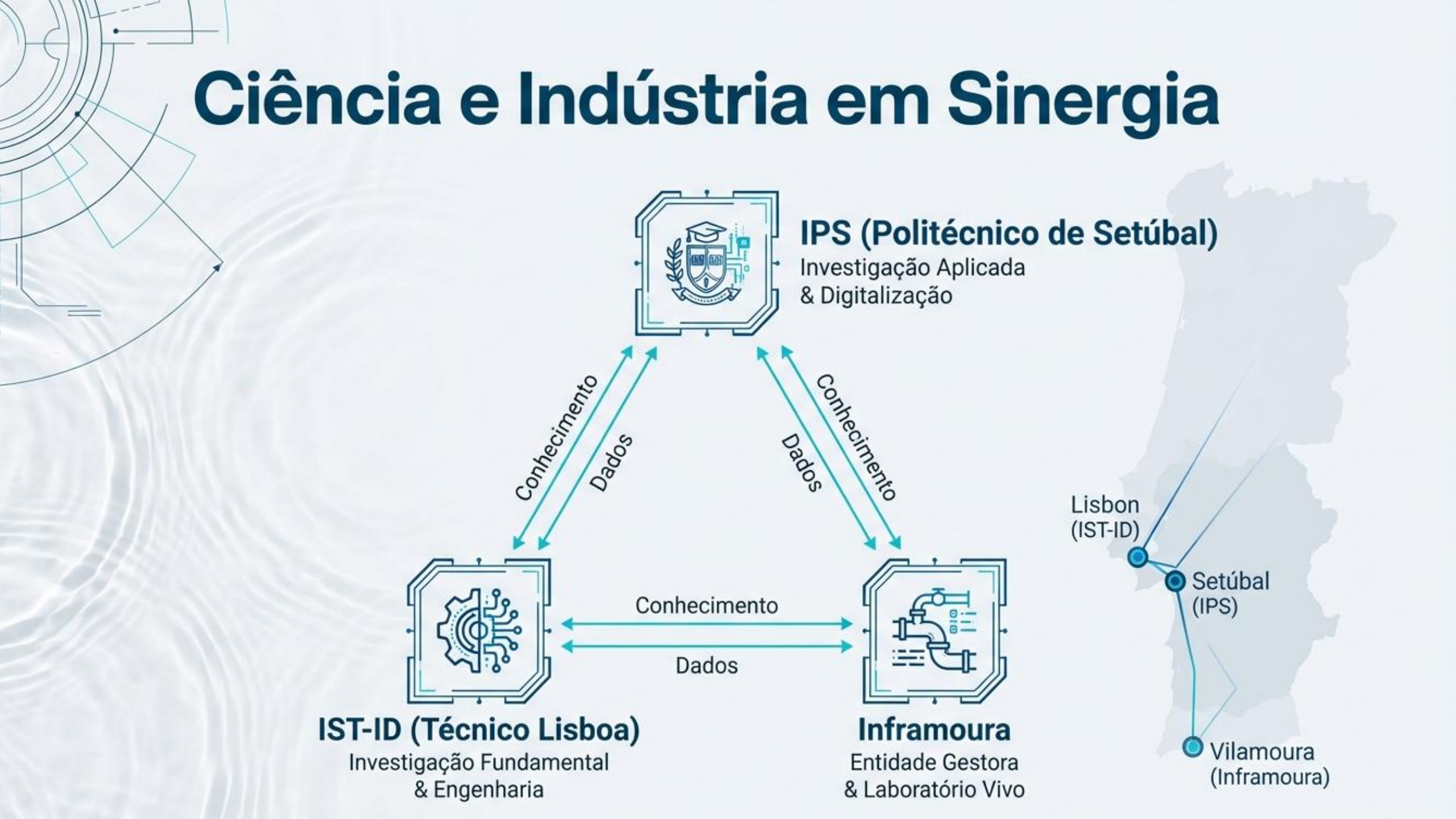
Bolseiros:

- Guilherme Gonçalves
- Maria González
- Diogo Oliveira
- João Salgado
- Renato Moura
- Ravi Silva
- Simião Nhanale
- Laura Vicente
- Pedro Ferreira

Investigadores juniores:

- João Caetano
- Joana Carneiro
- Maria Quarta

Ciência e Indústria em Sinergia



O Caso de Estudo: Inframoura



População:
22.000 habitantes

Sazonalidade:
A procura aumenta **5x** no verão

Monitorização:
17.000 contadores inteligentes

Sensores:
24 caudais, **20** pressão

Um sistema complexo, altamente sensorizado e ideal para validação em ambiente real.

Metodologia: Os 3 Pilares Tecnológicos

Pilar 1 (T1)

Processamento de Dados

Qualidade do Dado



Pilar 2 (T2)

Deteção em Tempo Real

Inteligência Artificial



Pilar 3 (T3)

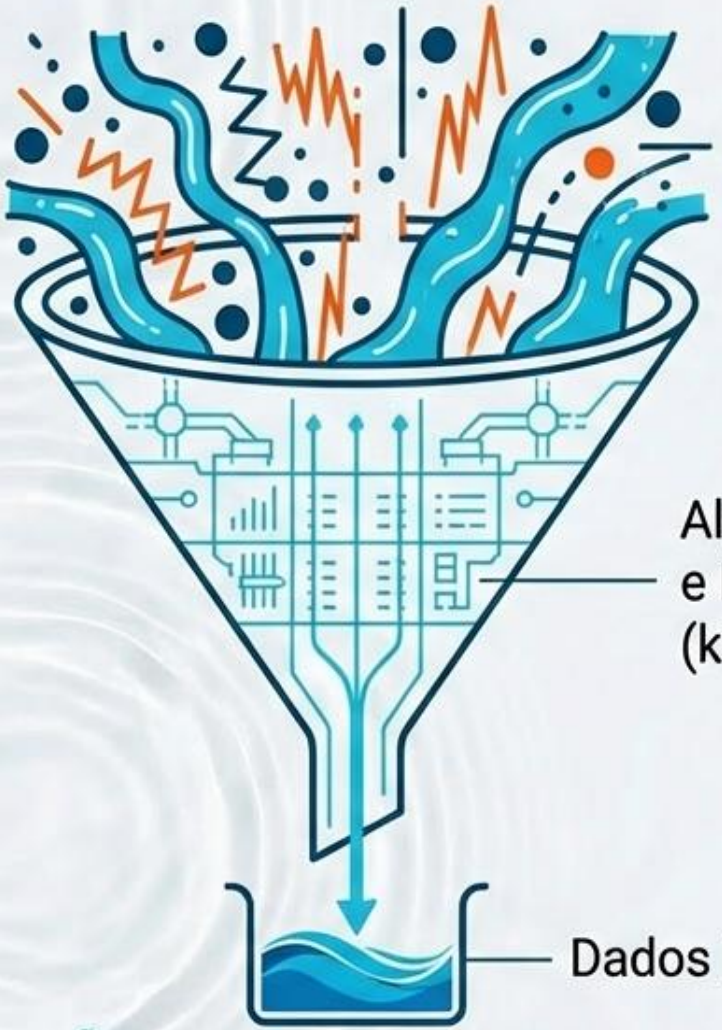
Protótipo e Roadmap

Implementação e Futuro



Duração Total: 11 meses (Mar 2025 – Jan 2026)

T1: Do Ruído à Informação (Processamento)



Dados em Bruto
(Ruído, Falhas, Outliers)

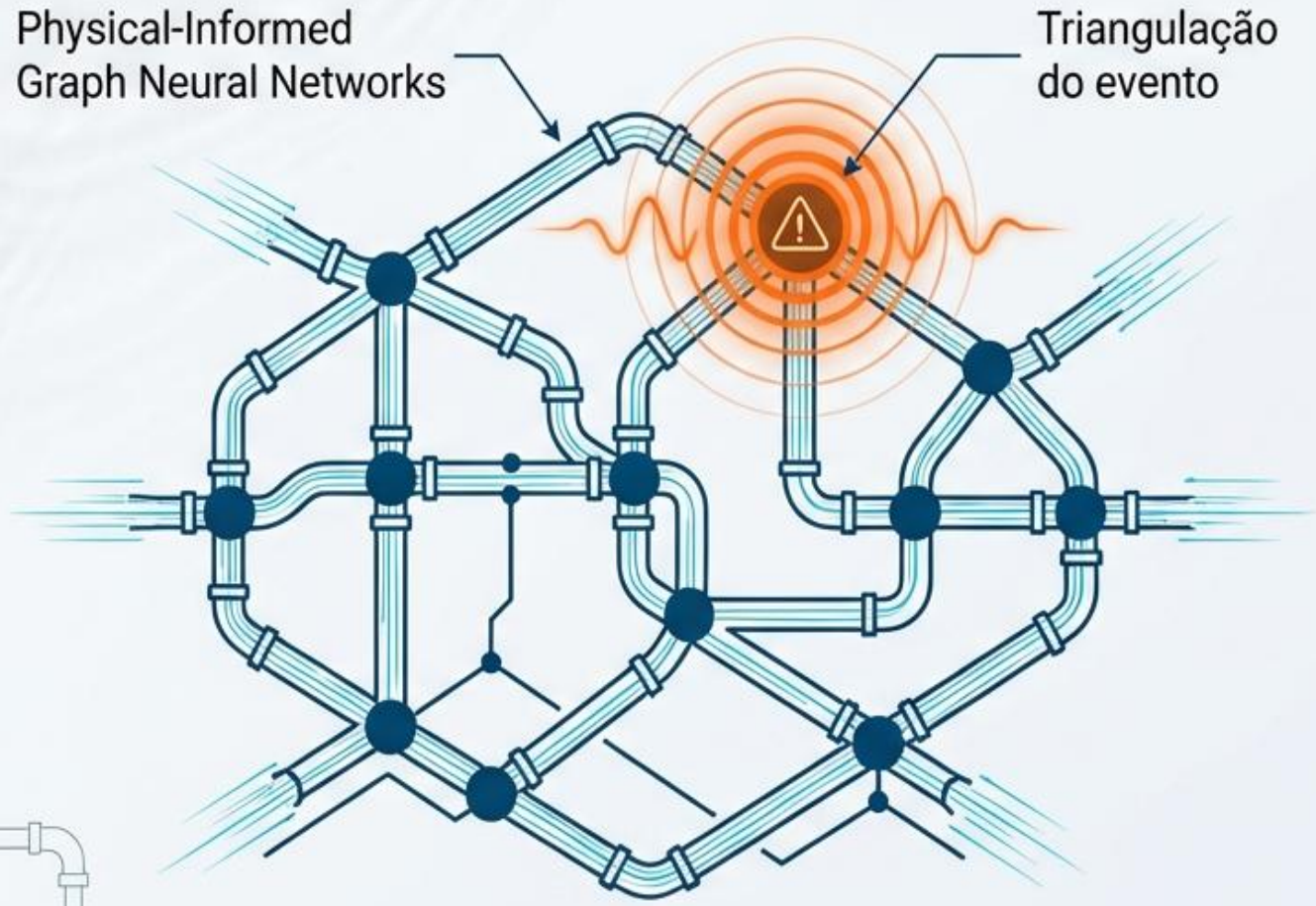
Algoritmos de Limpeza
e Imputação
(kNN, Redes Neuronais)

Dados Fiáveis

Desafio:
Dados em bruto contêm falhas e erros de transmissão.

Solução:
Correção automática e preenchimento de falhas em tempo real.

T2: Deteção e Localização de Anomalias



- **Inovação:** Combinação de modelos físicos com IA.
- **Resultado:** Deteção automática de roturas e consumos ilícitos.
- **Benefício:** Resposta precoce antes de falha crítica.

T3: Protótipo e Legado

O Protótipo



Software Open-Source (Python)
Implementação na Inframoura

O Roteiro (Roadmap)



Diretrizes para PMEs do setor da água
Capacitação para replicação nacional

Contributos Científicos e Disseminação

Publicações Previstas

- 2 artigos em revistas internacionais (Open Access, Q1/Q2);
- 1 artigo em revista nacional;
- 4 comunicações em conferências.

Formação Avançada

- 5 dissertações de mestrado;
- 3 relatórios finais de licenciatura;
- Formação de investigadores júnior.

Atividades de Disseminação

📊 1 relatório técnico final

🌐 *Website* do projeto com resultados e publicações

👥 Seminário final *online* para entidades gestoras nacionais

📚 Repositórios públicos (GitHub, Zenodo) com código e dados

Impacto na Sociedade e na Ciência



Eficiência Operacional

Redução de perdas de água e energia.



Digitalização do Setor

Alinhamento com 'Digital Water' da UE.



Sustentabilidade

Resiliência perante alterações climáticas.



Rumo a uma Gestão Inteligente da Água

Transformando dados em resiliência hídrica.

Os autores agradecem à Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) pelo apoio financeiro da investigação através do projeto (referência n.º 2024.07282.IACDC), apoiado pela medida "RE-C05-i08.M04 – "Apoiar o lançamento de um programa de projetos de I&D orientado para o desenvolvimento e implementação de sistemas avançados de cibersegurança, inteligência artificial e ciência de dados na administração pública, bem como de um programa de capacitação científica", do Plano de Recuperação e Resiliência – PRR, enquadrado no contrato de financiamento celebrado entre a Estrutura de Missão Recuperar Portugal (EMRP), da bolsa de doutoramento do João Caetano (referência n.º 2022.13214.BD) e da unidade de investigação CERIS (referência n.º UID/6438/2025), através de fundos nacionais.

fct Fundação para a Ciência e a Tecnologia

PRR Plano de Recuperação e Resiliência

REPÚBLICA PORTUGUESA

Financiado pela União Europeia NextGenerationEU

Nelson Carriço (Investigador Principal)