



**Orientadores:** Susana Sargento ([susana@ua.pt](mailto:susana@ua.pt)), Filipe Cabral Pinto ([filipe-c-pinto@alticelabs.com](mailto:filipe-c-pinto@alticelabs.com)), Pedro Rito ([pedrorito@ua.pt](mailto:pedrorito@ua.pt)), Duarte Raposo ([dmgraposo@av.it.pt](mailto:dmgraposo@av.it.pt))

**Curso:** LEI

**Dimensão da equipa:** 4 a 6 alunos

### Enquadramento

As *Smart Cities* têm-se posicionado como uma solução promissora para enfrentar os problemas ambientais e sociais decorrentes da urbanização rápida dos últimos anos. No entanto, o estudo das suas dinâmicas é difícil de modelar e prever. O conceito de *Digital Twin* ou gémeo digital aparece assim, como uma nova técnica de representação virtual de um sistema físico que permite monitorizar, analisar, e atuar de acordo com a informação existente em cada momento. Este novo conceito oferece uma forte componente de visualização que contempla a modelação dos objetos físicos nos sistemas de informação geográfica com suporte a 3D de forma a espelhar no mundo digital as suas características, comportamento e interações.

O conceito de *Digital Twin* iniciou-se na indústria, pois permitia testar novas iterações do sistema sem o risco da utilização de ambientes físicos. No contexto das *Smart Cities* e mobilidade autónoma, os Digital Twins recolhem continuamente informações do ambiente através de sensores, drones e dispositivos móveis, bem como de veículos, edifícios, infraestruturas e pessoas. Um gémeo digital permite, por exemplo: (1) testar o corte de uma estrada e o impacto deste corte na cidade, com os dados reais da cidade, sem o fazer efetivamente na cidade; (2) a colocação de mais transportes públicos em diferentes locais e testar o impacto no número de pessoas em espera; (3) ou colocar um conjunto de veículos autónomos na estrada e testar a reação dos outros veículos; (4) realizar previsões de mobilidade através de machine learning e testar essas previsões num cenário real através do gémeo digital; ou ainda (5) integrar com sistemas 3D e de realidade virtual e aumentada para ter uma percepção da realidade.

No âmbito da iniciativa **Aveiro Tech City Living Lab (ATCLL)**<sup>1</sup>, a cidade de Aveiro assume-se como um laboratório vivo tecnológico. Este laboratório consiste em estações com várias tecnologias de comunicação em 44 locais na cidade de Aveiro (4G/5G, comunicação veículo a veículo e infraestrutura – V2X, comunicação de longo alcance LoRa e LoRaWAN, e o Wi-Fi), e interligadas por fibra. Estas estações são instaladas nos *smart lampposts* e edifícios na cidade (como se vê nas figuras), contêm também sensores ambientais, *radars*, *LIDARs*, câmaras de vídeo e unidades de computação *edge*. Esta infraestrutura encontra-se ligada ao *datacenter* no Instituto de Telecomunicações, com unidades de computação e agregação de dados no *edge* e na *cloud*. Mais informações sobre esta infraestrutura encontra-se disponível no website nesta publicação<sup>2</sup>. Adicionalmente, a Altice Labs tem vindo a desenvolver a plataforma **Live! Ecosystem**<sup>3</sup>, que contém serviços como **Live!Data** e **Live!Urban**, para permitir a recolha de dados de *Smart Cities* (ambiental, energética e mobilidade) como também a sua visualização. Esta plataforma é também considerada uma base de *Digital Twin* para *Smart Cities*. Este trabalho também se encontra no âmbito do projeto europeu 6G-Path (6G Pilots and Trials Through Europe, <https://smart-networks.europa.eu/6g-research-gets-a-130-million-eur-eu-funding-boost-in-europe/>).

<sup>1</sup> <https://aveiro-living-lab.it.pt/citymanager>

<sup>2</sup> <https://ieeexplore.ieee.org/document/10083171>

<sup>3</sup> <https://www.alticelabs.com/products/data-management/>



Os vários tipos de sensores, como câmeras de vídeo, radares de tráfego e LiDARs, encontram-se colocados em locais estratégicos na cidade, de modo a fazer o levantamento do volume e densidade de pessoas, veículos, moliceiros, entre outros. A informação recolhida por estes dispositivos está disponível em tempo real e é persistida nas bases de dados na *cloud*, criando a base do *Digital Twin*, a informação. A plataforma permite também a inclusão de outras fontes de informação de sistemas externos à cidade, como por exemplo: Waze, Here, OpenWeather, X, entre outros, que possam enriquecer o conhecimento em cada momento.

### Objetivos

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma plataforma que suporte o conceito de *Digital Twin* com a informação da cidade. A plataforma deverá permitir a visualização dos dados do gémeo físico e também a criação de cenários simulados que se misturam com os acontecimentos reais. Os casos de uso perspectivados são: (1) a emulação de cenários para veículos autónomos (incluindo dados reais e virtuais para criar condições específicas de experimentação); e também (2) a simulação em larga escala de cenários multi-modais de transporte (otimizar variáveis de mobilidade que influenciam os diferentes tipos de transporte na cidade - pedestres, ciclistas, autocarros, veículos de passageiros, *ridesharing*, etc). A validação dos resultados será feita em ambiente laboratorial, com a plataforma *Digital Twin* a correr no datacenter do IT, porém com a possibilidade de usar dados reais obtidos através da infraestrutura da cidade e da plataforma urbana da Altice Labs.

### Plano de trabalhos

1. Estudo dos vários tipos de sensores e dos tipos de dados gerados pelos mesmos.
2. Estudo de plataformas de simulação de mobilidade para integração de dados reais numa no sistema de mobilidade (e.g. SUMO<sup>4</sup>)
3. Estudo de plataformas de simulação de veículos autónomos, em 3D, para integração com a mobilidade dos veículos nas estradas (e.g. CARLA<sup>5</sup>)
4. Desenho da arquitetura que permite ligar múltiplos simuladores/visualizadores, e também os dados reais obtidos pelos sensores, sistemas e veículos conectados.
5. Desenvolvimento de conectores e frameworks necessárias para atingir a arquitetura projetada, utilizando APIs e tecnologias como REST, ROS2 e MQTT.
6. Testes no setup de *Digital Twin* criado, com dados simulados e com dados reais da infraestrutura ATCLL e da plataforma urbana da Altice Labs.
7. Caso seja possível no tempo do projeto, existem ainda 2 possibilidades adicionais:
  - a. Preparação de dados e modelação do sistema usando machine learning;
  - b. Integração com sistemas de realidade virtual e aumentada.
8. Escrita de documentação.

<sup>4</sup> <https://eclipse.dev/sumo/>

<sup>5</sup> <https://carla.org>