

DIGITAL TWIN NO CONTEXTO DE MOBILIDADE URBANA

**Cássio K. Yamauchi¹, Marcelo G. da Costa¹, Leonardo S. Zavadzki¹,
Nádia P. Koziévitch¹**

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Av. Sete de Setembro, 3165 - Rebouças - CEP 80230-901 - Curitiba - PR

{yamauchi,marcelocosta,leonardoz}@alunos.utfpr.edu.br, nadiap@utfpr.edu.br

Abstract. *Urban mobility is a hotly debated topic due to the direct impact it has on the lives of countless residents of the urban environment. Inadequate urban mobility can mean the difference between the life and death of a victim accident, which may result in delays in service doctor, sudden movements when transporting the patient and even damage to the ambulances themselves. In this direction, the objective of this ongoing work is to analyze the project and challenges, from the point of view of Digital Twin, based on articles that aimed to standardize the modeling of smart cities.*

Resumo. *A mobilidade urbana é um tema muito debatido devido ao impacto direto que apresenta na vida de inúmeros moradores do ambiente urbano. Uma mobilidade urbana inadequada pode significar a diferença entre a vida e a morte de uma vítima de acidente, podendo acarretar atrasos no atendimento médico, movimentos bruscos no transporte do paciente e até danificação das próprias ambulâncias. Nesta direção, o objetivo desse trabalho em andamento é a análise do projeto e de desafios, do ponto de vista de Digital Twin, tomando como base artigos que visaram padronizar a modelagem de cidades inteligentes.*

1. INTRODUÇÃO

Após o desastre aeroespacial do Apollo 13, a NASA empregou extensos recursos em simulações a fim de entender as causas do acidente. Então, na década de 60, a primeira ideia de *Digital Twin* nasceu como uma modelagem da Missão Apollo, empregando a ideia de simulações que permitissem entrada contínua dos mais diversos dados, a fim de modelar o objeto físico [Allen 2021]. Com o advento da Internet das Coisas (IoT), da Inteligência Artificial (AI) e outras inovações, a capacidade de capturar e processar dados tornou-se consideravelmente maior, levando muitos países e governos a considerarem cidades inteligentes e *Digital Twin* como soluções para diversos problemas como exaustão de recursos, crescimento populacional e aquecimento global [Tianhu Deng 2021].

Nesta direção, o objetivo desse trabalho em andamento é a análise do projeto e de desafios, do ponto de vista de *Digital Twin*, tomando como base artigos que visaram padronizar a modelagem de cidades inteligentes.

2. Trabalhos Relacionados

O termo Cidades Inteligentes foi um termo primeiramente utilizado na década de 90 para ressaltar a integração das Tecnologias de Informação e Comunicação (ICT) na infraestrutura das cidades. Posteriormente, devido às críticas do teor excessivamente técnico, o termo passou a incluir o contexto social, incorporando tecnologia, pessoas e sociedade [Vito Albino 2015]. Diante deste contexto, a mobilidade urbana é um conceito que se apoia em quatro pilares¹: (1) integração do planejamento do transporte com o planejamento do uso do solo; (2) melhoria do transporte público de passageiros; (3) estímulo ao transporte não motorizado; e (4) uso racional do automóvel.

Ainda no contexto de cidades inteligentes, como expresso pela *The European Data Act*² na *Open Data Directive*, a importância dos dados abertos está progressivamente maior, já demonstrando direcionamentos para maior transparência, disponibilidade e coerência de formatação dos dados³. Isso se deve aos benefícios associados aos dados abertos, permitindo a redução de custos e validação dos resultados experimentais na área de pesquisa, por exemplo.

Digital Twin [Jones et al. 2020], no contexto de cidades inteligentes, é um conceito geralmente utilizado para abordar um conjunto de três elementos: um objeto físico, uma representação digital do objeto físico, e o fluxo de dados entre os dois elementos acima. De maneira geral, existem dois ambientes bem definidos: o ambiente físico e o ambiente virtual, ambos com sua própria entidade. Por meio de métodos de metrologia, os dados são então compartilhados bidirecionalmente e, com a sincronização de todos os parâmetros, as mudanças são efetuadas nos lado do destinatário dos dados [Jones et al. 2020].

Grandes metrópoles como (1) Valência na Espanha⁴, (2) Shanghai na China⁵ e (3) Singapura⁶ possuem ativamente uma *Digital Twin* capaz de fornecer informações relevantes na resolução de problemas urbanos. Na cidade de Valência foi simulado o sistema de distribuição de água na cidade e região metropolitana. Por meio de sensores de pressão e fluxo, o sistema é simulado em tempo real, permitindo identificar pontos de melhora. Na cidade e Shanghai, são apresentados elementos de construções, ruas e vegetação. Na cidade é retratado que o intuito desse projeto foi o monitoramento do tráfego na metrópole e a verificação dos impactos de construções e implementações públicas, como instalação de um ponto de ônibus⁷. A *Digital Twin* de Singapura é uma réplica digital 3D⁸. As funcionalidades apresentadas abordam: visualização em 3D de Singapura (com dados estruturais e geográficos, como volume, código postal e até duração de exposição ao sol); análise de dados GIS; Visualização com perspectiva de primeira pessoa (*Smart Walking*) (mostrando o estado de pontes e estações, por exemplo, até o destino desejado); entre outros.

¹https://portal.tcu.gov.br/tcu/paginas/contas_governo/contas_2010/fichas/Ficha%205.2_cor.pdf

²<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32019L1024>

³<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/legislation-open-data>

⁴<https://www.idrica.com/case-studies/digital-twin-valencia/>

⁵<https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/51-world-creates-digital-twin-of-the-entire-city-of-shanghai>

⁶<https://www.sla.gov.sg/geospatial/gw/virtual-singapore>

⁷<https://www.youtube.com/watch?v=WM0j215vda8>

⁸<https://www.3ds.com/insights/customer-stories/virtual-singapore>

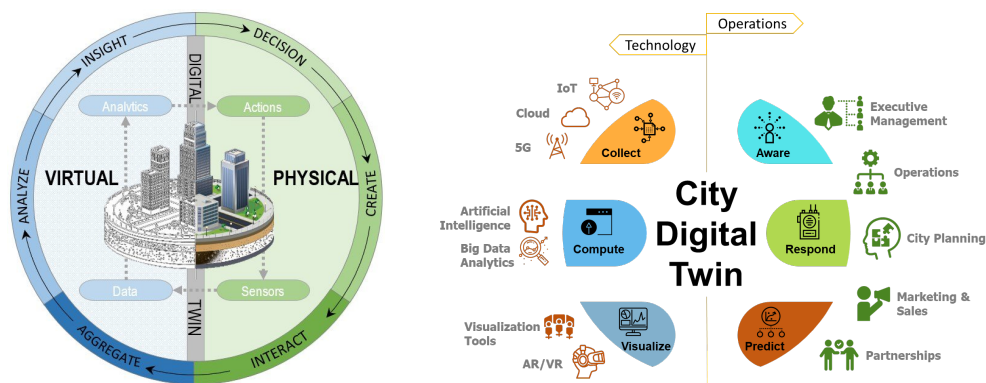


Figura 1. A - Camada física e virtual das *Digital Twins*[Petrova-Antonova 2019] e B - Tecnologias e operações de *Digital Twins*.

3. Projeto e Desafios

Um *roadmap* para a criação de uma *Digital Twin* é proposto em [Lu et al. 2019] em uma divisão em três etapas: Intenção, Função e Confiança. Na etapa de Intenção é feita a confirmação dos dados iniciais básicos, como localização da cidade, por exemplo. Além disso, é analisado o objetivo da construção da *Digital Twin* para averiguar prosseguimento do projeto. Na etapa de Função, é realizada (1) uma classificação das entidades presentes no sistema; (2) uma separação entre o nível urbano e o nível de construção. Então, para cada nível, são analisados os recursos e dados disponíveis para as entidades, possibilitando definir qual abordagem é mais apropriada para modelar o sistema. Na etapa de Confiança ocorre a verificação da interoperabilidade de procedimentos e compatibilidade dos dados para garantir que as camadas física e virtual estão adequadamente integradas. Além disso, são estabelecidas estratégias de qualidade de dados a fim de garantir a robustez do sistema quanto à segurança e correção dos dados. Após certificar que o sistema atende a todos os requerimentos, os dados são efetivamente utilizados para o planejamento urbano pensado na etapa de Intenção. Essa divisão entre os dois ambientes pode ser exemplificada graficamente por meio do diagrama representado na Figura 1-A. Na seção virtual, são representadas as operações de agregação, análise e predição. Já na seção física, são apresentadas as operações de decisão, criação e interação.

Uma representação gráfica possível das funcionalidades e tecnologias aplicadas em uma *Digital Twin* é representada na Figura 1-B⁹. Na etapa de coleta dos dados (*Collect*), os quais podem vir de dados abertos, sensores ou de serviços terceiros, são destacados o IoT, o serviço de nuvem e o 5G. Na etapa de computação e análise dos dados (*Compute*), são destacados a inteligência artificial para modelagens preditivas e a análise de *Big Data* para a modelagem das BIMs e CIMs e simulações. A etapa de visualização (*Visualize*) destaca os CADs devido à grande variedade e já extensivo uso nesse tipo de aplicação e o AR/VR pelos benefícios que pode trazer com uma visualização em 3D. Na etapa de atenção (*Aware*), a mesa de diretores decide o direcionamento que a *Digital Twin* deve seguir. Na etapa de resposta (*Respond*), a equipe de operação trabalha com os dados da modelagem, simulando o que for pertinente às necessidades, enquanto a equipe de planejamento urbano tenta pensar em formas de integrar essas mudanças no meio físico. Na etapa de predição (*Predict*), resultados promissores são expostos para maior exposição.

⁹<https://e.huawei.com/br/blogs/industries/insights/2020/how-digital-twins-enable-intelligent-cities>.

Assim, uma complexa rede que engloba variadas tecnologias e diversos setores da comunidade é estabelecida.

Conseqüentemente, com a alta complexidade do sistema, muitos desafios acompanham o desenvolvimento de uma boa *Digital Twin* [Attaran and Celik 2023]: 1) a obtenção, integração e a falta de padronização dos dados; 2) a compatibilidade com sistemas legados e *software* proprietário; 3) os custos relativos à implementação da *Digital Twin* e conseqüente manutenção; 4) a necessidade de armazenamento, manipulação e controle de dados que garanta segurança, qualidade e expansibilidade do sistema; 5) a definição de cenários e contextos (como riscos, crises e medidas para combate a inundação); e 6) construção de ferramentas adaptáveis às mudanças de dados, cenários e regiões de interesse.

4. Conclusão

Esse trabalho apresentou um trabalho em andamento sobre o projeto e desafios, do ponto de vista de *Digital Twin*, no contexto de mobilidade urbana. O trabalho apresentou conceitos básicos, exemplos de cidades que possuem ativamente uma *Digital Twin*, as etapas do projeto e seus desafios. As próximas etapas incluem a implementação de um protótipo e recomendações no contexto de dados abertos para facilitar a modelagem 3D.

5. Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, o IP-PUC, URBS e a Prefeitura de Curitiba.

Referências

- Allen, B. D. (2021). Digital twins and living models at NASA. In *Digital Twin Summit Powered by ASME*, disponível em <https://ntrs.nasa.gov/citations/20210023699>.
- Attaran, M. and Celik, B. G. (2023). Digital twin: Benefits, use cases, challenges, and opportunities. *Decision Analytics Journal*, 6:100165.
- Jones, D., Snider, C., Nassehi, A., Yon, J., and Hicks, B. (2020). Characterising the digital twin: A systematic literature review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 29:36–52.
- Lu, Q., Parlikad, A. K., Woodall, P., Xie, X., Liang, Z., Konstantinou, E., Heaton, J., and Schooling, J. (2019). Developing a dynamic digital twin at building and city levels: A case study of the west cambridge campus. *Journal of Management in Engineering*, 36(3).
- Petrova-Antonova, D. (2019). Methodological framework for digital transition and performance assessment of smart cities. In *4th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech)*.
- Tianhu Deng, Keren Zhang, Z.-J. M. S. (2021). A systematic review of a digital twin city: A new pattern of urban governance toward smart cities. *Journal of Management Science and Engineering*, 6(2):125–134.
- Vito Albino, U. B. . R. M. D. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1):3–21.