

A EVOLUÇÃO E ESTUDO DA APLICAÇÃO DO *DIGITAL TWIN* NO SETOR INDUSTRIAL

Victor Bittencourt¹; Leandro Carvalho¹, Marvim de Souza¹, Ruy Carvalho de Barros²

1 Bolsista; Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação (PD&I); victor_blima@hotmail.com

2 Engenheiro de Automação; Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; ruy.barros@fiob.org.br

RESUMO

Com o advento da indústria 4.0 e aumento da competitividade nos mais diversos setores, a demanda por novas soluções tecnológicas é crescente, sendo esse o contexto no qual se encaixa o *Digital Twin*. Entretanto, apesar do contínuo crescimento da popularidade do tópico, definições e conceitos divergentes são constantemente apresentados devido à ausência de uma arquitetura de referência. Diante disto, com o objetivo de apresentar uma perspectiva geral sobre o tema, o presente estudo investiga os principais pilares tecnológicos e as ferramentas necessárias para as aplicações de *Digital Twin*, buscando uma integração com os mais atuais estudos e conceitos disponíveis.

PALAVRAS-CHAVE: *Digital Twin*; Gêmeos Digitais; Indústria 4.0; Manufatura Avançada

1. INTRODUÇÃO

Desde a segunda metade do século XX, cientistas e engenheiros já criavam modelos matemáticos para prever o comportamento de sistemas do mundo real e, com o avanço computacional, esses modelos se tornaram cada vez mais sofisticados, indo das ferramentas básicas de simulação dirigida por computador, criadas em torno dos anos 60, até as aplicações aprimoradas de simulação voltadas a projetos, desenvolvidas a partir do ano 2000.

O termo *Digital Twin*, descrito pela primeira vez em 2002 por John Vickers (NASA) e Michael Grieves, tornou-se uma realidade em 2015, quando a General Electric desenvolveu com sucesso *Digital Twins* de suas turbinas eólicas, registrando ganhos de até 20% de eficiência. Desde então, alguns casos de sucesso foram registrados por empresas globais, como a Alstom, no setor de infraestrutura e transporte, e a DHL, na área de operação logística.^{1,2} O tópico *Digital Twin* vem atraindo a atenção da indústria e também de pesquisadores, sendo classificado pelo Gartner, como uma das 10 principais tendências tecnológicas por 3 anos seguidos, entre 2017 e 2019. Além disso, é previsto que alcance uma movimentação de mercado de US\$ 16 bilhões até 2023.^{3,4}

Do ponto de vista operacional, um *Digital Twin* é uma réplica virtual feita a partir de um ativo, processo, ou serviço, que incorpora dados em tempo real que podem ser capturados por sensores, e combinados a tecnologias disruptivas, como por exemplo, *Big Data*. O resultado é a capacidade de decidir entre um conjunto de ações, com o foco em executar todo o sistema observado de uma maneira otimizada.^{5,6} Entretanto, embora muita literatura tenha sido produzida sobre o tema, uma definição geral e um acordo sobre suas características e escopos ainda não foram alcançados, mostrando que o desenvolvimento da tecnologia encontra-se ainda em estágio inicial.⁷

Diante deste cenário, foi realizada uma revisão bibliográfica, sendo que tal pesquisa discute o conceito de *Digital Twin* no âmbito industrial. O objetivo é fornecer uma visão holística das principais tecnologias facilitadoras, etapas de composição, assim como o nível geral de aplicação, buscando uma integração entre os estudos disponíveis e os conceitos atualmente conhecidos.

2. METODOLOGIA

Com o objetivo de apresentar uma base para o processo de fundamentação teórica de pesquisa, foi utilizado como padrão para a revisão da literatura, o método de revisão narrativo. Os artigos de revisão narrativa são publicações apropriadas para descrever e discutir o desenvolvimento ou o estado da arte de um determinado assunto, sob ponto de vista teórico ou conceitual, sendo considerados fontes que constituem a análise da literatura científica na interpretação e análise crítica do autor.⁸ Critérios básicos foram adotados ao processo de pesquisa, sendo os mesmos relacionados a aplicação de restrição temporal, apenas artigos publicados entre 2015 (ano em que o primeiro *Digital Twin* foi desenvolvido) e 2020, e a busca em bases de dados específicas como: Science Direct, Scopus, Taylor&Francis, Web of Science.

A princípio, devido a inconstância do conceito do *Digital Twin* na literatura, tomou-se como referência fontes primárias da literatura que o citavam como palavra-chave. A partir disto, coletou-se uma amostra de artigos, que, além de atender aos critérios já citados, são numerosamente referenciados em outros trabalhos. Isto posto, foi realizado um estudo sistemático visando a elaboração de um resumo para registrar e compartilhar as informações obtidas.

Posteriormente, com a maturação do conceito e obtenção do rascunho da norma ISO 23247, que se encontra em etapa de desenvolvimento e define uma arquitetura de referência para o *Digital Twin* voltado à manufatura, pôde-se restringir a pesquisa apenas a trabalhos que se adequavam ao escopo da mesma. Deste modo, após estudo aprofundado das fontes, tornou-se possível a elaboração da fundamentação teórica.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Evolução do Conceito

Desde a primeira aparição da ideia, com Grieves em 2002, o *Digital Twin* tornou-se cada vez mais requisitado dentro do âmbito acadêmico e industrial, impulsionado, principalmente, pelo avanço das tecnologias e iniciativas associadas, como Internet das Coisas (IoT), *Big Data*, Inteligência Artificial (IA), e métodos de simulação. Entretanto, percebe-se que a ausência de uma definição padronizada levou muitos autores a categorizarem seu objeto de estudo como *Digital Twin* de forma equivocada, como mostra o grupo de pesquisa da Fraunhofer Austria Research, que analisou 43 artigos datados de 2001 a 2017, das plataformas Google Acadêmico e Scopus. Estes se categorizavam como *Digital Twin*, porém, apenas 18% realmente se enquadravam na classe, abordando a transferência de dados de maneira bidirecional.^{9,10,11}

Projeto de Norma ISO 23247

Portanto, com o objetivo de estruturar o tópico e estabelecer uma arquitetura de referência, o projeto de elaboração da norma ISO 23247 foi aprovada pela Organização Internacional de Normalização em 18 de janeiro de 2018 e, atualmente, encontra-se em desenvolvimento, mais especificamente, na fase de comitê, onde o documento ainda irá passar pelas fases de inquérito e aprovação, antes de chegar à fase de publicação.

Apesar da norma estar em desenvolvimento, pode-se identificar o conceito presente na primeira parte do *Draft of International Standard (DIS) 23247*; o termo *Digital Twin* é conceituado como “uma representação digital adaptada de um objeto ou processo, como forma de permitir a comunicação entre os elementos digitais e os elementos reais a uma taxa apropriada de sincronização”.¹⁰ Tendo isso em vista, percebe-se a importância de haver a comunicação síncrona entre as entidades física e digital.

Identificação das Etapas de Composição do *Digital Twin*

A partir da análise da ISO DIS 23247 e das fontes avaliadas por este estudo, foi possível identificar as etapas que compõem a concepção de um *Digital Twin* para plantas industriais. De forma geral, foram observadas quatro grandes fases: Estudo da Implementação, Modelagem e Sincronização, Analítica e Interação do Usuário e Segurança.

Na fase de Estudo da Implementação, deve-se definir o problema, quais as respostas desejadas, quais os critérios para avaliar a performance, quais as hipóteses e restrições, além do mais, há também o mapeamento e descrição dos elementos físicos a serem simulados na etapa posterior. Na etapa seguinte, na fase de Modelagem e Sincronização, tudo que foi mapeado é transferido para o ambiente virtual e integrado de maneira que replique o processo real; ainda nesta fase, são estabelecidos os protocolos de comunicação, a taxa de sincronização e quais dados serão coletados; na fase Analítica, os dados coletados são armazenados, analisados e, com base no que se deseja, são simulados. O resultado da simulação pode servir como sinal de controle para a planta e/ou informação para o usuário. Por último, na fase de Interação do Usuário e Segurança, é definida a forma como o usuário se comunica com o *Digital Twin*, como por exemplo, através de uma IHM (Interface Homem Máquina) ou aplicação web; além de tudo, os protocolos de autenticação, autorização, integridade dos dados, privacidade e confidencialidade, devem ser determinados de forma a tornar o sistema seguro.^{10, 11, 12, 13}

Tecnologias Ativadoras e Áreas de Atuação

Para viabilizar as fases da composição do *Digital Twin*, são imprescindíveis tecnologias como *Big Data*, para armazenar e gerenciar o grande volume de dados advindos de várias fontes; Inteligência Artificial, para analisar os dados e fornecer os melhores parâmetros para uma operação (ex: utilização da técnica de aprendizagem de máquina); Internet das Coisas, para coletar dados em tempo real e realizar a comunicação entre dispositivos, gerência e chão de fábrica (ex: verificação de status e solicitação de serviço) e, por fim, a Computação em Nuvem, que fornece elevada agilidade e disponibilidade de recursos, estabelecendo as bases para a construção e operação de modelos sofisticados.¹⁴

Com o apoio das tecnologias ativadoras, as aplicações do *Digital Twin* dentro do universo da manufatura, estendem-se a qualquer operação, produto ou serviço em que se deseja otimizar o tempo de produção, a qualidade e a confiabilidade. Diante disto, empresas como Siemens e Dassault, por exemplo, desenvolvem soluções de *Digital Twin*, sendo que a Siemens foca na melhoria da eficiência e qualidade de processo de manufatura, e a Dassault na evolução de projetos de novos produtos. A General Electric, por sua vez, busca otimizar a manutenção e estender a vida útil de equipamentos, enquanto a Tesla foca no desenvolvimento de um modelo digital para cada carro construído, permitindo a transmissão de dados síncrona entre o veículo e a fábrica. O objetivo da empresa é compreender melhor o comportamento do produto ao longo do seu ciclo de vida. A partir da análise dos casos apresentados, percebe-se, portanto, a variedade de soluções que o *Digital Twin* pode proporcionar nas mais diversas áreas de atuação.¹⁵

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A capacidade de avaliar o comportamento de produtos, processos e serviços, empregando modelos virtuais através do *Digital Twin*, vem se revelando como um importante fator para as empresas modernas. Diante disto, é observado que, devido ao rápido crescimento da integração entre tecnologias da informação e tecnologias de automação, o potencial de atuação, assim como o interesse pelo *Digital Twin*, vem aumentando significativamente. Entretanto, apesar da proliferação de pesquisas na área, foi identificado que a ausência de um modelo de referência gera interpretações e representações equivocadas, sendo este um indicador do estágio inicial de maturidade da tecnologia. Dessa forma, a partir do alinhamento da pesquisa às informações mais recentes da DIS 23247, o presente estudo apresenta o conceito central do *Digital Twin*, assim como a identificação das etapas de implementação e suas tecnologias ativadoras, como forma de auxiliar no processo de estruturação tecnológica. Como atividade futura, os autores planejam desenvolver e validar, uma metodologia de implementação de *Digital Twin* em uma operação de manufatura discreta, cuja função principal será a avaliação do comportamento preditivo e o planejamento de execução das etapas do processo.

5. REFERÊNCIAS

- ¹ DOHRMANN, K.; GESING, B.; WARD, J. **Digital Twins in Logistics**. DHL Trend Research, 1–39. 2019
- ² GRIEVES, M.; VICKERS, J. **Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems**. Springer International Publishing Switzerland. 2017
- ³ ABRAMOVICI, M.; GÖBEL, J.C.; SAVARINO, P. **Reconfiguration of smart products during their use phase based on virtual product twins**. CIRP Ann,66:165–168. 2017
- ⁴ LU et al. **Digital Twin-driven smart manufacturing: Connotation, reference model, applications and research issues**. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. 2019
- ⁵ QI, Q.; TAO, F.; ZUO, Y.; ZHAO, D. **Digital twin service towards smart manufacturing**. Procedia CIRP; 72:237–42. 2018
- ⁶ NEGRI, ELISA; FUMAGALLI, LUCA; MACCHI, MARCO. **A Review of the Roles of Digital Twin in CPS-based Production Systems**. In Procedia Manufacturing, 11, pp. 939–948. 2017
- ⁷ CHIARA CIMINO, ELISA NEGRI, LUCA FUMAGALLI, **Review of digital twin applications in manufacturing**, Computers in Industry, Volume 113. 2019
- ⁸ ROTHER, E.T. **Systematic literature review X narrative review**. v. 20, n. 5. 2007
- ⁹ KRITZINGER et al. **Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification**. IFAC papers Online conference paper archive. 2018
- ¹⁰ ISO, Draft International Standard DIS 23247-1: **Digital Twin manufacturing framework – Overview and general principles**. 2019
- ¹¹ JONES et al. **Characterising the Digital Twin: A systematic literature review**. 2020
- ¹² FREITAS FILHO, P. J. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena**. 2. ed. São Paulo, SP: Editora Visual Books, 372 p. 2008
- ¹³ AIVALIOTS et al. **Methodology for enabling Digital Twin using advanced physics-based modelling in predictive maintenance modelling in predictive maintenance**. 52nd CIRP Conference on Manufacturing Systems. 2019
- ¹⁴ TAO, FEI.; ZHANG, MENG. **Digital Twin Shop-Floor: A New Shop-Floor Paradigm Towards Smart Manufacturing**. IEEE Access. 2017
- ¹⁵ SCHLEICH et al. **Shaping the digital twin for design and production engineering**. CIRP Annals - Manufacturing Technology. 2017