

## Inovação com base em arquitetura de Sensores

A Indústria 4.0 (I4.0), também conhecida como Quarta Revolução Industrial, Manufatura Avançada ou Smart Industry (Silva et al., 2019; Sacomano et al., 2019) proporciona inovações importantes nos processos de fabricação tradicionais através da aplicação de tecnologia inteligente (Karmaker et al., 2023). Esse casamento entre o antigo e o novo cria um sistema mais simplificado e eficiente, cujo funcionamento é fortemente baseado em dados.

As pesquisas em administração da produção têm se voltado aos possíveis impactos das tecnologias atreladas ao fenômeno da I4.0, existindo diversos estudos sobre a interação entre as tecnologias e as atividades pertinentes à Administração da Produção. Na área de PCP, por exemplo, há estudos sobre os impactos das tecnologias da I4.0 em sistemas como ERP, Just in Time (JIT) e TPC (Farhang, Ehtesham, Gharakhani, 2023; Saad et al., 2023). Todas as demais atividades da administração da produção podem se beneficiar das inovações proporcionadas pelas tecnologias digitais, as quais podem impactar positivamente qualquer uma das cinco variáveis associadas à sistemas produtivos, seja em custo, qualidade, prazos, flexibilidade e/ou confiabilidade (Geng et al., 2024; Hsieh, 2023).

A I4.0 está fortemente interligada com fluxos de dados provenientes de sensores e máquinas inteligentes instalados em instalações industriais. As falhas podem perturbar a produção e levar ao mau funcionamento do ecossistema da cadeia de abastecimento. Assim, estratégias de manutenção são necessárias para salvaguardar a operação contínua das linhas de produção, minimizar as interrupções na cadeia de abastecimento e melhorar os indicadores de sustentabilidade (Mallioris, Aivazidou, Bechtsis, 2024).

Conexões entre pessoas, objetos e sistemas formam redes dinâmicas e auto-organizadas, gerenciadas em tempo real, o que promove mais autonomia aos sistemas de produção. As competências de tomada de decisão podem ser transferidas de um sistema organizado e hierárquico para um sistema descentralizado, com decisões tomadas de maneira autônoma ou semiautônoma pela rede de máquinas, equipamentos, operadores e dispositivos móveis. Por outro lado, as atividades em gestão da cadeia de suprimentos podem enfrentar novos desafios. Maior volume de dados e disponibilidade em tempo real exigem novas infraestruturas e abordagens para lidar com informações.

Nesse contexto, os sistemas de gerenciamento da produção podem ser diretamente impactados por essas novas tecnologias (Farajpour et al., 2022; Govindan et al., 2022). Assim, o conjunto de dados obtidos, tanto dos processos internos como do ambiente externo, tornou-se um dos ativos mais valiosos para qualquer empresa que procura obter uma vantagem competitiva na indústria (Javaid et al., 2022; Taranto-Vera et al., 2021). As empresas procuram explorar os dados disponíveis para tomar decisões baseadas em dados e obter ganhos em desempenho produtivo e atuação nos mercados (Zeng et al., 2022; Abou-foul et al, 2021; Verhoef et al, 2021; Saleem, et al, 2020).

A tecnologia de redes de sensores é essencial para diversas indústrias, fornecendo informações vitais sobre os parâmetros de interesse para controlar e melhorar os processos produtivos. Nesse aspecto, os fabricantes de sensores têm feito progressos constantes na precisão, confiabilidade, tempos de resposta, robustez, miniaturização, comunicações e eficiência dos sensores com a disseminação de sofisticados sistemas de controle eletrônico. Assim, os sensores atuais viabilizam possibilidades de inovações e avanços tecnológicos na Indústria 4.0.

A I4.0 integra as diversas operações físicas de “ambientes ciberfísicos” através de cálculos baseados em dados fornecidos por arquiteturas de dispositivos, cuja complexidade pode ser bastante alta. Essas arquiteturas podem utilizar redes de sensores, aumentando seu desempenho, suas funcionalidades e a flexibilidade de aplicações. As redes de sensores oferecem informações em tempo real para gerentes, desenvolvedores e engenheiros em apoio ao gerenciamento da produção, podendo melhorar qualquer uma das cinco variáveis associadas à sistemas produtivos, seja em custo, qualidade, prazo, flexibilidade e/ou confiabilidade.

A tecnologia de redes de sensores é essencial para diversas indústrias, fornecendo informações vitais sobre os parâmetros de interesse para controlar e melhorar os processos

produtivos. Nesse aspecto, os fabricantes de sensores têm feito progressos constantes na precisão, confiabilidade, tempos de resposta, robustez, miniaturização, comunicações e eficiência dos sensores com a disseminação de sofisticados sistemas de controle eletrônico. Assim, os sensores atuais viabilizam possibilidades de inovações e avanços tecnológicos na Indústria 4.0.

A presente carta aos inovadores oferece uma visão das inovações decorrentes da fusão de sensores e conceitos associados, oferecendo opções de arquiteturas flexíveis de sistemas de fusão que permitem a exploração do potencial de fusão em um determinado ambiente, em especial para o ambiente da I4.0 e seus sistemas ciberfísicos.

Qualquer esforço de concepção de sistemas de fusão deve, portanto, ser a exploração do espectro de possibilidades para uma determinada aplicação antes de decidir sobre uma abordagem específica. Uma combinação destas oportunidades de fusão pode de fato ser a resposta em qualquer aplicação da I4.0.

O esforço de concepção do sistema de fusão deve ser a exploração do escopo para aumentar os benefícios da fusão por meio de um feedback do processador de fusão centralizado.

Garantir que a arquitetura do sistema de fusão tenha a capacidade de integrar contribuições dos decisores locais que podem não ter toda a gama de escolhas de decisão enfrentadas pelo sistema de decisão global são pressupostos para uma arquitetura de sensores inovadora.

Prof. Dr. Orlando Roque da Silva

Programa de Pós-graduação em Administração (PPGA) da Universidade de Marília

orlandosilva@unimar.br

**Leitura adicional:**

Silva, O.R., Silveira, M.A. (2024). Inovação com base em arquiteturas de fusão de sensores na indústria 4.0. *International Journal of Scientific Management and Tourism*: [https://doi.org/ 10.55905/ijsmtv10n6-020](https://doi.org/10.55905/ijsmtv10n6-020)

Tang, Q., Liang, J., & Zhu, F. (2023). A comparative review on multi-modal sensors fusion based on deep learning. *Signal Processing*, 213(1), 109165. [https://doi.org/ 10.1016/j.sigpro.2023.109165](https://doi.org/10.1016/j.sigpro.2023.109165)