

Gestão das Tecnologias da Informação e Comunicação das operações na América Latina: Desafios e oportunidades para a Indústria 5.0

João Pedro dos Santos Paiva

Universidade Veiga de Almeida – RJ

Juliane Moura Chales Paiva

Universidade Cruzeiro do Sul – SP

RESUMO

Ao longo das últimas décadas, a América Latina evoluiu desde as primeiras indústrias mecanizadas até a era digital da Indústria 4.0, enfrentando desafios estruturais e oportunidades de inovação tecnológica. Agora, a região se aproxima da Indústria 5.0, que promove uma colaboração estreita entre humanos e máquinas, visando a personalização em massa e a sustentabilidade. Este artigo analisa os desafios e oportunidades da gestão das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) nas operações industriais da América Latina no contexto da Indústria 5.0, discutindo como as tecnologias emergentes podem ser integradas para promover uma colaboração eficiente entre humanos e máquinas, além de abordar considerações éticas exemplos práticos na região.

Palavras-chave: América Latina, Indústria 5.0, Sustentabilidade, Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), Transformação industrial.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, a América Latina tem passado por transformações industriais, evoluindo desde as primeiras indústrias mecanizadas até a era digital da Indústria 4.0. Essa trajetória é marcada por desafios estruturais e oportunidades de inovação tecnológica. Atualmente, a região se encontra à beira de mais uma revolução industrial: a Indústria 5.0. Diferente da Indústria 4.0, que focava na automação e na conectividade das máquinas, a Indústria 5.0 propõe uma colaboração mais estreita entre humanos e máquinas, visando a personalização em massa e a sustentabilidade. Neste contexto, explorar como a gestão das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) pode ser adaptada para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades desta nova era industrial na América Latina é essencial.

A transição industrial na América Latina tem sido influenciada por diversos fatores, incluindo políticas econômicas, investimentos estrangeiros e a evolução das tecnologias. Inicialmente, a região se beneficiou da mecanização e da industrialização básica, que permitiram um aumento significativo na produtividade. No entanto, com a chegada da Indústria 4.0, que trouxe a automação e a digitalização, muitos países latino-americanos enfrentaram desafios em termos de infraestrutura e capacitação tecnológica. Agora, com a Indústria 5.0, a região tem a oportunidade de se reinventar, adotando uma abordagem mais humanizada e sustentável na gestão das operações industriais.



2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é analisar os desafios e as oportunidades da gestão das TIC nas operações industriais na América Latina no contexto da Indústria 5.0. Pretendo discutir como as tecnologias emergentes podem ser integradas de forma a promover uma colaboração eficiente entre humanos e máquinas, destacando exemplos práticos e considerações éticas. Além disso, este estudo visa identificar as principais barreiras enfrentadas pelas empresas da região.

3 METODOLOGIA

Para conduzir a revisão da literatura, utilizei operadores booleanos para identificar artigos em inglês em bases de dados acadêmicas. O operador *booleano* AND foi empregado para combinar os seguintes termos específicos: *Information Systems AND Supply chain; Business Intelligence AND Supply chain; Technology Management AND Supply chain; Operations AND Supply chain; Information Systems AND Industry 5.0; Business Intelligence AND Industry 5.0; Technology Management AND Industry 5.0; Operations AND Industry 5.0; Information Systems AND Fourth Industrial Revolution; Business Intelligence AND Fourth Industrial Revolution; Technology Management AND Fourth Industrial Revolution; Operations AND Fourth Industrial Revolution; Information Systems AND Fifth Industrial Revolution; Business Intelligence AND Fifth Industrial Revolution; Technology Management AND Fifth Industrial Revolution; Operations AND Fifth Industrial Revolution*. Este método permitiu uma seleção criteriosa dos artigos mais relevantes para a análise.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Desafios na Implementação da Indústria 5.0 na América Latina

A implementação da Indústria 5.0 na América Latina enfrenta alguns desafios. Primeiramente, a infraestrutura tecnológica na região muitas vezes não está preparada para suportar as novas demandas de conectividade e automação avançada. Segundo Hilbert (2016), a infraestrutura de TIC é um dos principais obstáculos ao desenvolvimento digital em países em desenvolvimento, incluindo muitos na América Latina. Além disso, há uma escassez de mão-de-obra qualificada para operar e manter as novas tecnologias.

Segundo Gera e Singh (2019), a Indústria 4.0 já trouxe mudanças significativas no mercado de trabalho, e a transição para a Indústria 5.0 pode exacerbar esses desafios, exigindo novas competências e habilidades.

Outro desafio é a resistência à mudança. Muitas empresas na região ainda operam com modelos de negócios tradicionais e podem ser relutantes em adotar novas tecnologias e processos. De acordo com Pereira et al. (2018), há uma necessidade de mudar a mentalidade gerencial para que as empresas possam aproveitar plenamente os benefícios da Indústria 4.0 e, conseqüentemente, da Indústria 5.0.



4.2 OPORTUNIDADES DA INDÚSTRIA 5.0

Apesar dos desafios, a Indústria 5.0 oferece várias oportunidades para a América Latina. A colaboração humano-máquina pode levar a uma maior personalização dos produtos e serviços, aumentando a competitividade das empresas da região no mercado global. Segundo Peruzzini et al. (2023), a integração de tecnologias avançadas com a expertise humana pode resultar em sistemas de manufatura mais inteligentes e adaptáveis, melhorando a eficiência e a qualidade.

Adicionalmente, a Indústria 5.0 pode promover a sustentabilidade, um aspecto cada vez mais importante nas operações industriais. Suciú et al. (2023) destacam que a sustentabilidade é um dos pilares da Indústria 5.0, com foco na criação de valor não apenas econômico, mas também ambiental e social. Isso pode ser particularmente benéfico para a América Latina, onde a conservação ambiental é uma prioridade devido à rica biodiversidade da região.

4.3 EXEMPLOS PRÁTICOS NA AMÉRICA LATINA

Exemplos práticos de iniciativas na América Latina podem ilustrar como a gestão das TIC está evoluindo na região. Por exemplo, empresas de manufatura no Brasil e no México estão começando a adotar tecnologias de inteligência artificial (IA) e Internet das Coisas (IoT) para otimizar suas operações. Segundo Dalenogare et al. (2018), essas tecnologias podem melhorar significativamente o desempenho industrial, aumentando a eficiência e reduzindo os custos operacionais.

Ainda, projetos de pesquisa e desenvolvimento em universidades latino-americanas estão explorando novas aplicações para tecnologias emergentes na indústria. Del Castillo e Arza (2021) discutem como a ciência digital está sendo aplicada em várias áreas, desde a agricultura até a manufatura, criando novas oportunidades para inovação e desenvolvimento sustentável.

4.4 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

A implementação de tecnologias avançadas na Indústria 5.0 também levanta importantes considerações éticas. É importante garantir que as tecnologias sejam desenvolvidas e utilizadas de maneira a beneficiar todos os *stakeholders*, incluindo trabalhadores, consumidores e a sociedade em geral. Loizaga et al. (2023) enfatizam a necessidade de uma abordagem centrada no ser humano, onde as tecnologias não apenas aumentam a eficiência, mas também melhoram a qualidade de vida dos trabalhadores.

Além disso, a proteção de dados e a privacidade são preocupações críticas na era digital. As empresas devem adotar práticas robustas de governança de dados para proteger as informações sensíveis e garantir a confiança dos consumidores. Gonzales e Wareham (2019) argumentam que a confiança no uso de sistemas de *business intelligence* é fundamental para sua adoção e sucesso.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluo que a adoção das tecnologias da Indústria 5.0 na América Latina apresenta um potencial significativo para transformar as operações industriais, promovendo a eficiência e a personalização. No entanto, é necessário enfrentar desafios relacionados à infraestrutura, capacitação de mão de obra e considerações éticas. A colaboração entre humanos e máquinas deve ser planejada cuidadosamente para maximizar os benefícios e minimizar os riscos. Conforme sugerido por Loizaga et al. (2023) e Grosse et al. (2023), uma abordagem centrada nas pessoas é essencial para garantir que a tecnologia sirva ao bem-estar humano e à sustentabilidade. Assim, a Indústria 5.0 pode oferecer uma oportunidade única para a América Latina se posicionar como uma região inovadora e competitiva no cenário global.

A integração de tecnologias avançadas e a colaboração humano-máquina podem transformar as operações industriais na América Latina. A infraestrutura tecnológica e a qualificação da força de trabalho são desafios importantes a serem superados. No entanto, com uma abordagem centrada nas pessoas e uma ênfase na sustentabilidade, a Indústria 5.0 pode criar novas oportunidades para a inovação e o crescimento econômico na região.



REFERÊNCIAS

- Loizaga, E., Eyam, A. T., Bastida, L., & Martinez Lastra, J. L. (2023). A Comprehensive study of human factors, sensory principles and commercial solutions for future human-centered working operations in Industry 5.0. *IEEE Access*, 11, 1-1.
- Gera, I., & Singh, S. (2019). A Critique of Economic Literature on Technology and Fourth Industrial Revolution: Employment and the Nature of Jobs. *Indian Journal of Labour Economics*, 62(4), 715-729.
- Peruzzini, M., Prati, E., & Pellicciari, M. (2023). A framework to design smart manufacturing systems for Industry 5.0 based on the human-automation symbiosis. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 1-18.
- Roveda, L., Veerappan, P., Maccarini, M., Bucca, G., Ajoudani, A., & Piga, D. (2023). A human-centric framework for robotic task learning and optimization. *Journal of Manufacturing Systems*, 67, 68-79.
- Picinin, C. T., Pedroso, B., Arnold, M., Klafke, R. V., & Pinto, G. M. C. (2023). A Review of the Literature about Sustainability in the Work of the Future: An Overview of Industry 4.0 and Human Resources. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 15(16), 12564.
- Gonzales, R., & Wareham, J. (2019). Analysing the impact of a business intelligence system and new conceptualizations of system use. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 24(48), 345-368.
- de Souza Zanirato Maia, J., Bueno, A. P. A., & Sato, J. R. (2023). Applications of Artificial Intelligence Models in Educational Analytics and Decision Making: A Systematic Review. *World (Basel)*, 4(2), 288-313.
- Hilbert, M. (2016). Big Data for Development: A Review of Promises and Challenges. *Development Policy Review*, 34(1), 135-174.
- Suciu, M. C., Plesea, D. A., Petre, A., Simion, A., Mituca, M. O., Dumitrescu, D., Bocaneala, A. M., Moroianu, R. M., & Nasulea, D. F. (2023). Core Competence—As a Key Factor for a Sustainable, Innovative and Resilient Development Model Based on Industry 5.0. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 15(9), 7472.
- Choi, T. M., Kumar, S., Yue, X., & Chan, H. L. (2022). Disruptive Technologies and Operations Management in the Industry 4.0 Era and Beyond. *Production and Operations Management*, 31(1), 9-31.
- Marques, I. da C. (2015). History of Computing in Latin America [Guest editors' introduction]. *IEEE Annals of the History of Computing*, 37(4), 10-12.
- Grosse, E. H., Sgarbossa, F., Berlin, C., & Neumann, W. P. (2023). Human-centric production and logistics system design and management: transitioning from Industry 4.0 to Industry 5.0. *International Journal of Production Research*, 61(22), 7749-7759.
- Pereira, G. B., Santos, A. de P. L., & Cleto, M. G. (2018). INDUSTRY 4.0: glitter or gold? A systematic review. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 15(2), 247-253.



Borchardt, M., Pereira, G. M., Milan, G. S., Scavarda, A. R., Nogueira, E. O., & Poltosi, L. C. (2022). Industry 5.0 Beyond Technology: An Analysis Through the Lens of Business and Operations Management Literature. *Organizacija*, 55(4), 305-321.

Maddikunta, P. K. R., Pham, Q. V., B, P., Deepa, N., Dev, K., Gadekallu, T. R., Ruby, R., & Liyanage, M. (2022). Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications. *Journal of Industrial Information Integration*, 26, Article 100257.

Tortorella, G. L., Fogliatto, F. S., Cauchick-Miguel, P. A., Kurnia, S., & Jurburg, D. (2021). Integration of Industry 4.0 technologies into Total Productive Maintenance practices. *International Journal of Production Economics*, 240, Article 108224.

Muñoz-Hernández, H., Osorio-Mass, R. C., & Zúñiga-Pérez, L. M. (2016). Inteligencia de los negocios. Clave del Éxito en la era de la información. *Clio America*, 10(20), 194-211.

Del Castillo, M., & Arza, V. (2021). La ciencia digital en América Latina: alcance y beneficios. *Arbor*, 197(799), a595-a595.

Haleem, A., Javaid, M., Singh, R. P., Suman, R., & Khan, S. (2023). Management 4.0: Concept, applications and advancements. *Sustainable Operations and Computers*, 4, 10-21.

Jafari, N., Azarian, M., & Yu, H. (2022). Moving from Industry 4.0 to Industry 5.0: What Are the Implications for Smart Logistics? *Logistics*, 6(2), 26.

Pereira, R., & dos Santos, N. (2023). Neoliberalization—Reflections on a New Paradigmatic Approach for the Industry: A Scoping Review on Industry 5.0. *Logistics*, 7(3), 43.

Bayrak, I. T., & Cebi, F. (2023). Procedure Model for Industry 4.0 Realization for Operations Improvement of Manufacturing Organizations. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 1-12.

Frederico, G. F. (2021). Project Management for Supply Chains 4.0: A conceptual framework proposal based on PMBOK methodology. *Operations Management Research*, 14(3-4), 434-450.

Mondal, S., & Samaddar, K. (2023). Reinforcing the significance of human factor in achieving quality performance in data-driven supply chain management. *TQM journal*, 35(1), 183-209.

Celani, G., Gomez-Zamora, P., Henriques, G. C., Sousa, J. P., & Achten, H. (2020). Shortcut to the Fourth Industrial Revolution: The case of Latin America. *International Journal of Architectural Computing*, 18(4), 320-334.

Paiva, E. E. B., Blanco, E. L., & Laureano, D. (2014). Supply chain management in Latin America. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 44(7).

Nam, T. (2019). Technology usage, expected job sustainability, and perceived job insecurity. *Technological Forecasting & Social Change*, 138, 155-165.

Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383-394.



Koh, L., Orzes, G., & Jia, F. (2019). The fourth industrial revolution (Industry 4.0): technologies disruption on operations and supply chain management. *International Journal of Operations & Production Management*, 39(6/7/8), 817-828.

Hizam-Hanafiah, M., & Soomro, M. A. (2021). The situation of technology companies in industry 4.0 and the open innovation. *Journal of Open Innovation*, 7(1), 1-20.

Ghislieri, C., Molino, M., & Cortese, C. G. (2018). Work and Organizational Psychology Looks at the Fourth Industrial Revolution: How to Support Workers and Organizations? *Frontiers in psychology*, 9, 2365.

Yorks, L., Rotatori, D., Sung, S., Justice, S. K., Kowalski, R., & Russell, C. (2020). Workplace Reflection in the Age of AI: Materiality, Technology, and Machines. *Advances in developing human resources*, 22(3), 308-319.

Wan, Z., Gao, Z., Di Renzo, M., & Hanzo, L. (2022). The Road to Industry 4.0 and Beyond: A Communications-, Information-, and Operation Technology Collaboration Perspective. *IEEE Network*, 36(6), 157-164.