Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.15, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/48q5vq77

APLICAÇÕES DA IMPRESSÃO 3D NA INDÚSTRIA 4.0: PERSPECTIVAS PARA SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

APPLICATIONS OF 3D PRINTING IN INDUSTRY 4.0: PERSPECTIVES FOR INFORMATION SYSTEMS

Enzo Ruas Colares
Graduando em Sistemas de Informação, Universidade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni - Unipac, Brasil
E-mail: enzoruascolares@gmail.com

Luca Oliveira Carvalho
Graduando em Sistemas de Informação, Universidade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni - Unipac, Brasil
E-mail: lucaloc7@gmail.com

Victor Emanoel Lima Lola
Graduando em Sistemas de Informação, Universidade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni - Unipac, Brasil
E-mail: victorlimalola@gmail.com

Marinho Soares de Souza
Orientador em Sistemas de Informação, Universidade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni - Unipac, Brasil
E-mail: marinho.sistemas@gmail.com

Recebido: 15/07/2025 – Aceito: 14/08/2025

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.15, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/48q5vq77

Resumo

O presente artigo aborda as aplicações da impressão 3D no contexto da Indústria 4.0, com foco especial nos desafios e oportunidades para profissionais de Sistemas de Informação. Explora-se a evolução da impressão 3D, suas tecnologias, a integração com sistemas digitais e os impactos nos processos produtivos. A análise mostra como a manufatura aditiva transforma o cenário industrial por meio da digitalização, personalização e automação. São discutidas as competências exigidas dos profissionais de SI, como integração de sistemas, análise de dados e segurança da informação. Por fim, são destacadas tendências como impressão 4D, fábricas autônomas e sustentabilidade, apontando para um futuro inovador e desafiador na convergência entre tecnologia e informação.
Palavras-chave: Impressão 3D; Indústria 4.0; Sistemas de Informação; Manufatura aditiva; Transformação digital.

.

Abstract

This article discusses the applications of 3D printing in the context of Industry 4.0, focusing on the challenges and opportunities for Information Systems professionals. It explores the evolution of 3D printing, its technologies, integration with digital systems, and impacts on production processes. The analysis shows how additive manufacturing transforms the industrial landscape through digitalization, customization, and automation. Key competencies required of IS professionals are discussed, such as system integration, data analysis, and information security. Finally, trends such as 4D printing, autonomous factories, and sustainability are highlighted, pointing to an innovative and challenging future at the intersection of technology and information.
Keywords: 3D printing; Industry 4.0; Information Systems; Additive manufacturing; Digital transformation.

1. Introdução

A convergência entre tecnologias digitais e processos de manufatura tem redefinido os paradigmas industriais nas últimas décadas, com a Indústria 4.0 emergindo como novo modelo produtivo caracterizado pela integração de sistemas ciberfísicos, Internet das Coisas (IoT), computação em nuvem e análise de dados em larga escala (Santos et al., 2018).

Entre as tecnologias que sustentam essa transformação, a impressão 3D,

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/48q5vq77

também conhecida como manufatura aditiva, destaca-se como um dos pilares fundamentais, revolucionando a forma como produtos são concebidos, prototipados e fabricados (Mint for People, 2025).

No centro dessa revolução tecnológica encontram-se os Sistemas de Informação (SI), que desempenham papel crucial na integração, gerenciamento e otimização dos processos relacionados à impressão 3D no ambiente da Indústria 4.0 (Layers, 2024).

Este artigo tem como objetivo investigar as aplicações da impressão 3D no contexto da Indústria 4.0, com ênfase nas oportunidades e desafios que surgem para os profissionais de Sistemas de Informação. Busca-se compreender como a integração entre manufatura aditiva e sistemas digitais está transformando os processos produtivos e quais competências são necessárias para atuar neste novo cenário industrial (Dias, Junior & Leite, 2024).

A relevância deste estudo justifica-se pela crescente adoção da impressão 3D em diversos setores industriais e pela necessidade de compreender como os profissionais de SI podem contribuir para maximizar os benefícios desta tecnologia (Dias, Junior & Leite, 2024).

2. Fundamentos da Indústria 4.0 e da Impressão 3D: Conceitos e Pilares

A Indústria 4.0, também conhecida como Quarta Revolução Industrial, representa uma transformação profunda nos processos produtivos, caracterizada pela fusão de tecnologias digitais, físicas e biológicas. Este conceito surgiu na Alemanha em 2011, durante a Feira de Hannover, como parte de uma estratégia governamental para promover a digitalização da manufatura. Desde então, o termo se popularizou globalmente, representando não apenas uma evolução tecnológica, mas uma completa reconfiguração dos modelos de negócio e das cadeias de valor (Santos et al., 2018).

A Indústria 4.0 está em processo de evolução contínua, com mudanças e inovações ocorrendo em ritmo muito mais acelerado que nas revoluções industriais anteriores. Enquanto a Primeira Revolução Industrial (aproximadamente 1760-1840) foi marcada pela mecanização e uso do vapor, a Segunda (1860-1945) pelo

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/48q5vq77

uso da eletricidade e produção em massa, e a Terceira (meados do século XX) pela automação e computadores, a Quarta Revolução Industrial distingue-se pela interconexão digital de sistemas, máquinas e produtos (3D Data, 2023).

Os pilares fundamentais da Indústria 4.0 incluem diversas tecnologias que, quando integradas, criam um ecossistema produtivo inteligente e autônomo. Esses pilares podem ser categorizados em nove elementos principais:

Robótica Avançada: Robôs industriais cooperativos, autônomos e dotados de sensores integrados (Chong, Ramakrishna & Singh, 2018).

Manufatura Aditiva: Impressão 3D para produção de peças, protótipos e componentes personalizados (Chong, Ramakrishna & Singh, 2018).

Realidade Aumentada: Aplicações para manutenção, logística e procedimentos operacionais (Chong, Ramakrishna & Singh, 2018).

Simulação: Modelagem virtual de processos e produtos para otimização antes da implementação física (Chong, Ramakrishna & Singh, 2018).

Integração Vertical e Horizontal: Conexão de dados entre empresas e ao longo da cadeia de valor (Chong, Ramakrishna & Singh, 2018).

Internet das Coisas Industrial (IIoT): Rede de produtos e máquinas comunicando-se entre si (Chong, Ramakrishna & Singh, 2018).

Computação em Nuvem: Armazenamento e processamento de dados em plataformas remotas (Chong, Ramakrishna & Singh, 2018).

Cibersegurança: Proteção de sistemas, dados e propriedade intelectual (Chong, Ramakrishna & Singh, 2018).

Big Data Analytics: Análise de grandes volumes de dados para suporte à decisão e otimização em tempo real (Chong, Ramakrishna & Singh, 2018).

A conectividade é o elemento central que permeia todos estes pilares. A grande quantidade de dados conectados na internet e sendo constantemente atualizados em escala global acelera o processo de construção de conhecimento e transformação dos meios produtivos. Esta interconexão permite que máquinas "conversem" entre si, que processos se otimizem automaticamente e que a personalização em massa se torne uma realidade viável economicamente (Pentanova, 2023).

A impressão 3D, ou manufatura aditiva, consiste na criação de objetos

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/48q5vq77

tridimensionais por meio da adição sucessiva de camadas de material, a partir de um modelo digital. Diferentemente dos métodos tradicionais de manufatura subtrativa, onde o material é removido até se obter a forma desejada, a impressão 3D constrói objetos de baixo para cima, possibilitando geometrias complexas que seriam difíceis ou impossíveis de produzir por outros métodos (Mehrpouya et al., 2019).

Atualmente, existem diversas tecnologias de impressão 3D, cada uma com características, vantagens e limitações específicas. Estas tecnologias podem ser categorizadas em sete grupos principais (Ambrosio, Gabbrielli & Savi, 2017):

FDM (Modelagem por Deposição Fundida): Utiliza filamentos termoplásticos que são aquecidos e depositados em camadas. É a tecnologia mais difundida devido ao seu custo acessível e facilidade de uso (Ambrosio, Gabbrielli & Savi, 2017).

SLA (Estereolitografia): Emprega resina líquida fotossensível que é curada por luz ultravioleta, resultando em peças de alta precisão e acabamento superior (Ambrosio, Gabbrielli & Savi, 2017).

SLS (Sinterização Seletiva a Laser): Usa laser para fundir partículas de pó (geralmente nylon ou poliamida), criando estruturas resistentes sem necessidade de suportes (Ambrosio, Gabbrielli & Savi, 2017).

DMLS (Sinterização Direta de Metal a Laser): Similar à SLS, mas específica para materiais metálicos, permitindo a produção de peças funcionais em aço, titânio, alumínio, entre outros (Ambrosio, Gabbrielli & Savi, 2017).

EBM (Fusão por Feixe de Elétrons): Utiliza um feixe de elétrons para fundir pó metálico em ambiente de vácuo, resultando em peças densas e com excelentes propriedades mecânicas (Ambrosio, Gabbrielli & Savi, 2017).

LOM (Manufatura de Objetos Laminados): Combina técnicas aditivas e subtrativas, onde folhas de material são coladas e cortadas sucessivamente (Ambrosio, Gabbrielli & Savi, 2017).

PolyJet/MultiJet (Jateamento de Material): Deposita gotículas de fotopolímero que são imediatamente curadas por luz UV, permitindo múltiplos materiais e cores em uma única impressão (Ambrosio, Gabbrielli & Savi, 2017).

A evolução dessas tecnologias permitiu que a impressão 3D fosse utilizada

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/48q5vq77

não apenas em prototipagem, mas também na produção de peças finais em setores como aeroespacial, automotivo, médico e arquitetura (Flexbor, 2024).

O crescimento do investimento em manufatura aditiva tem sido expressivo. Em 2020 o investimento global nesta tecnologia ultrapassou US$ 20 bilhões, refletindo sua crescente importância estratégica para diversos setores industriais. Este crescimento é impulsionado pelas vantagens únicas que a impressão 3D oferece, como a capacidade de produzir geometrias complexas, personalização em massa, redução de desperdício de material e diminuição do tempo de desenvolvimento de produtos (Mehrpouya et al., 2019).

3. Integração com os Sistemas de Informação: Dados e Ecossistema Digital

A manufatura aditiva gera grandes volumes de dados que percorrem todo o ciclo de vida do produto, desde o design até o pós-processamento (Spirandelli & Domiciano, 2021).

O fluxo envolve softwares de modelagem 3D (CAD), ferramentas de fatiamento (slicers), geração de G-code, sensores nas impressoras, sistemas de monitoramento e plataformas de rastreabilidade (Layers, 2024).

A interoperabilidade entre sistemas distintos exige a adoção de padrões abertos, protocolos de comunicação e integração com sistemas corporativos como ERP e PLM (Silveira, 2015).

3.1 Gêmeos Digitais e Simulação

O conceito de "digital twin" (gêmeo digital) exemplifica a convergência entre Sistemas de Informação e processos físicos na Indústria 4.0. Trata-se de uma representação virtual de um produto, processo ou sistema físico, que permite simulação, análise e otimização antes da implementação real. Os gêmeos digitais são particularmente valiosos no contexto da impressão 3D, pois permitem testar diferentes parâmetros de impressão, prever resultados e identificar possíveis falhas antes da produção física (TI Inside, 2024).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.15, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/48q5vq77

Plataformas modernas incorporam recursos de simulação, histórico de versões, rastreamento de peças e integração com equipes de engenharia e produção (Layers, 2024).

4. Oportunidades para Profissionais de Sistemas de Informação: Software

Há um mercado crescente para o desenvolvimento e integração de softwares voltados à impressão 3D, como ferramentas de modelagem, fatiamento, monitoramento e simulação (3D Lab, 2025; UFSM, 2023).

Profissionais de Sistemas de Informação com conhecimento em computação gráfica, estruturas de dados 3D, interfaces e APIs podem atuar em áreas como simulação preditiva, design generativo e plataformas colaborativas (UFSM, 2023).

4.1 Integração com Sistemas Empresariais

A integração entre impressoras 3D e sistemas ERP, MES e PLM permite o controle completo da produção, incluindo planejamento, execução, rastreabilidade e controle de qualidade (Mint for People, 2025; Layers, 2024).

Plataformas orientadas a serviços (SOA) e uso de APIs RESTful viabilizam a comunicação entre diferentes tecnologias e fornecedores (Jornaldiario, 2023).

4.2 Análise de Dados e Inteligência Artificial

O uso de big data e IA permite analisar parâmetros de impressão, prever falhas, otimizar o consumo de material, prever custos e estimar prazos de produção com alta precisão (Smartfactory, 2023; Dias, Junior & Leite, 2024).

A aplicação de redes neurais artificiais, algoritmos generativos e dashboards interativos é cada vez mais comum em ambientes industriais baseados em manufatura aditiva (Dias, Junior & Leite, 2024).

4.3 Segurança da Informação

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/48q5vq77

A digitalização da manufatura traz riscos como violação de propriedade intelectual, alteração de arquivos, acesso não autorizado a impressoras e sabotagem digital (Fornasier & Knebel, 2021; Empresas Brasileiras, 2023).

Soluções como criptografia, blockchain, rastreabilidade de arquivos e controle de acesso são essenciais para garantir integridade, autenticidade e conformidade legal (QIDI Tech, 2024).

5. Tendências e Perspectivas Futuras

Entre as principais tendências destaca-se a impressão 4D, que permite que peças mudem de forma ou propriedades sob estímulos externos, como temperatura ou umidade (3D Data, 2023).

Outras tendências incluem a manufatura híbrida (integração de métodos aditivos e subtrativos), automação completa com robôs e veículos autônomos, e desenvolvimento de novos materiais (Moreira & Bomfim, 2025).

A sustentabilidade também ganha destaque, com redução de desperdício, uso de materiais biodegradáveis e produção distribuída e sob demanda (Capital Digital, 2024; Sebrae, 2023).

O papel dos profissionais de SI tende a se tornar ainda mais estratégico, exigindo formação interdisciplinar em tecnologia, engenharia, negócios e segurança (Mint for People, 2025).

6. Conclusão

A integração da impressão 3D à Indústria 4.0 representa uma transformação profunda nos modelos produtivos, ao aliar automação, personalização e inteligência de dados (Colmaker, 2024).

Profissionais de Sistemas de Informação estão no centro dessa transformação, desenvolvendo soluções digitais, integrando sistemas, analisando

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/48q5vq77

dados e garantindo segurança em ambientes digitais e físicos (Souza, 2021).

Tendências como impressão 4D, IA generativa, fábricas autônomas e sustentabilidade reforçam a importância da atuação estratégica de profissionais capazes de transitar entre o mundo da manufatura e o universo dos dados (Dias, Junior & Leite, 2024; Mint for People, 2025).

Referências

3D Data. (2023). Impressão 3D e sua relação com a Indústria 4.0. Recuperado em 29/08/2025 de https://3ddata.com.br/impressao-3d-e-sua-relacao-com-a-industria-4-0/

3D Lab. (2022). Softwares de modelagem 3D: Guia completo para iniciantes e profissionais. Recuperado em 29/08/2025 de https://3dlab.com.br/softwares-modelagem-3d/

Ambrosio, F., Gabbrielli, R., & Savi, M. (2017). Tecnologias de impressão 3D: métodos, materiais e aplicações. Revista de Engenharia e Tecnologia, 9(3), 33-47.

Capital Digital. (2022). O papel da manufatura aditiva na revolução tecnológica e sustentável. Recuperado em 29/08/2025 de https://capitaldigital.com.br/o-papel-da-manufatura-aditiva-na-revolucao-tecnologica-e-sustentavel/

Chong, L., Ramakrishna, S., & Singh, S. (2017). A review of digital manufacturing-based hybrid additive manufacturing processes. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 93(1), 2211-2235.

Colmaker. (2022). Transformação digital na Indústria 4.0: o futuro da manufatura. Recuperado em 29/08/2025 de https://colmaker.com.br/10/11/2022/como-a-transformacao-digital-na-industria-4-0-esta-redefinindo-o-futuro-da-manufatura/

Dias, J. O., Junior, M. V., & Leite, J. C. (2022). Sinergia entre modelagem 3D e

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/48q5vq77

redes neurais artificiais na otimização da manufatura aditiva no contexto da indústria 4.0. ARACÊ. Recuperado em 29/08/2025 de https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/2314

Empresas Brasileiras. (2023). O lado obscuro da impressão 3D: desafios, riscos e usos maliciosos. Recuperado em 29/08/2025 de https://empresasbr.blogthinkbig.com/o-lado-obscuro-da-impressao-3d-desafios/

Flexbor. (2022). Impressão 3D: Inovação e aplicações na indústria. Recuperado em 29/08/2025 de https://flexbor.com/impressao-3d-inovacao-e-aplicacoes-na-industria/

Fornasier, M. O., & Knebel, N. (2021). Impressão 3D: oportunidades, riscos e regulação. Revista Paradigma, 30(1), 105-112. Recuperado em 29/08/2025 de https://revistas.unaerp.br/paradigma/article/view/1980

Jornaldiario. (2023). Integração da Impressão 3D com a Indústria 4.0. Recuperado em 29/08/2025 de https://jornaldiario.net/tecnologia/impressao-3d-e-industria-4-0/

Layers. (2022). O software ERP para impressão 3D transformará a manufatura. Recuperado em 29/08/2025 de https://layers.app/pt/blog/o-software-erp-para-impressao-3d-transformara-a-manufatura/

Mehrpouya, M., Dehghanghadikolaei, A., Fotovvati, B., Vosooghnia, A., Emamian, S. S., & Gisario, A. (2019). The potential of additive manufacturing in the smart factory industrial 4.0: A review. Applied Sciences, 9(18), 3865.

Mint for People. (2022). Impressão 3D e Indústria 4.0: O Que o Futuro Te Reserva. Recuperado em 29/08/2025 de https://mintforpeople.pt/noticias/impressao-3d-e-industria-4-0-o-que-o-futuro-te-reserva/

Moreira, É. A., & Bomfim, M. H. S. (2022). A evolução da fabricação: Comparação e sinergia entre manufatura aditiva e subtrativa. Research, Society

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/48q5vq77

and Development. Recuperado em 29/08/2025 de https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/21379

Pentanova. (2023). O que é indústria 4.0: robótica, impressão 3D, AR/VR e muito mais. Recuperado em 29/08/2025 de https://pentanova.com.br/o-que-e-industria-4-0/

QIDI Tech. (2022). É seguro deixar uma impressora 3D em execução? Dicas de segurança para impressão 3D. Recuperado em 29/08/2025 de https://eu.qidi3d.com/pt/blogs/noticias-1/dicas-de-seguranca-para-impressao-3d-riscos-desatendidos

Santos, B. P., Alberto, A., Lima, T. D. F. M., & Charrua-Santos, F. M. B. (2018). Indústria 4.0: desafios e oportunidades. Revista Produção e Desenvolvimento, 4(1), 111-124. Recuperado em 29/08/2025 de http://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento/article/view/315

Sebrae. (2023). Impressão 3D: inovação e oportunidades para os negócios. Recuperado em 29/08/2025 de https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/impressao-3d-inovacao-e-oportunidades-para-os-negocios,829edb8cf11e8410VgnVCM1000004c00210aRCRD

Silveira, C. A. S. (2015). Integração de um sistema de impressão 3D em uma arquitetura modular de posicionamento cartesiano. Repositório UFSC. Recuperado em 29/08/2025 de https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/160339

Smartfactory. (2023). Como a Indústria 4.0 está revolucionando a manufatura? Recuperado em 29/08/2025 de https://www.smartfactorymom.com/pt/blog/como-a-industria-4-0-esta-revolucionando-as-operacoes-de-manufatura/

Souza, V. M. (2021). ERP e a indústria 4.0: evolução do ERP para a integração com tecnologias 4.0. Repositório Jesuíta. Recuperado em 29/08/2025 de

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/48q5vq77

http://repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/11931/Vinicius%20Martins%20Souza.pdf?sequence=1

Spirandelli, A. J., & Domiciano, C. L. C. (2021). Sistemas de informação para deficientes visuais: uso da impressão 3D. Actas de Diseño. Recuperado em 29/08/2025 de https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/actas/article/view/7922

TI Inside. (2022). Gêmeos digitais e impressão 3D: O futuro da manufatura inteligente. Recuperado em 29/08/2025 de https://tiinside.com.br/gemeos-digitais-impressao-3d/

UFSM. (2023). Programação por trás da impressão 3D. Recuperado em 29/08/2025 de https://www.ufsm.br/pet/sistemas-de-informacao/2023/10/10/programacao-por-tras-da-impressao-3d