RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.
Ano V, v.1, n.1, jan/julho 2025. | submissão: 08/06/2025 | aceito: 10/06/2025 | publicação:12/06/2025

Desenho técnico e indústria 4.0: a integração com simulação, impressão 3d e realidade aumentada

Technical drawing and industry 4.0: integration with simulation, 3D printing and augmented reality

Jefferson José Penha D'Addario[1]

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo analisar a integração do desenho técnico com as tecnologias emergentes da Indústria 4.0, com ênfase na aplicação de ferramentas como simulação computacional, impressão 3D e realidade aumentada. A partir de uma revisão bibliográfica, foram identificadas as principais transformações ocorridas na prática do desenho técnico, tradicionalmente manual, e sua transição para plataformas digitais interativas baseadas em softwares CAD e BIM. Observou-se que a digitalização do desenho técnico contribui significativamente para a comunicação entre equipes, a prototipagem de componentes, a personalização de produtos e a visualização avançada de sistemas complexos. Além disso, a incorporação de inteligência artificial, Internet das Coisas e sistemas ciberfísicos tem ampliado a capacidade de automação, monitoramento e controle dos processos industriais, demandando uma nova postura dos profissionais da engenharia. A realidade aumentada, em particular, tem sido aplicada para capacitação de técnicos, visualização em tempo real e apoio à manutenção. Conclui-se que a modernização do desenho técnico é uma tendência irreversível, essencial para o aumento da competitividade, eficiência e inovação no setor industrial, exigindo investimentos contínuos em capacitação, infraestrutura tecnológica e adaptação curricular no ensino técnico e superior.

Palavras-chave: Desenho técnico; Indústria 4.0; Realidade aumentada.

Abstract

The present article aims to analyze the integration of technical drawing with the emerging technologies of Industry 4.0, with an emphasis on the application of tools such as computer simulation, 3D printing, and augmented reality. Based on a literature review, the main transformations in the practice of technical drawing—traditionally manual—were identified, along with its transition to interactive digital platforms based on CAD and BIM software. It was observed that the digitalization of technical drawing significantly contributes to team communication, component prototyping, product customization, and advanced visualization of complex systems. Furthermore, the incorporation of artificial intelligence, the Internet of Things, and cyber-physical systems has expanded the capabilities for automation, monitoring, and control of industrial processes, demanding a new approach from engineering professionals. Augmented reality, in particular, has been applied for technician training, real-time visualization, and maintenance support. It is concluded that the modernization of technical drawing is an irreversible trend, essential for increasing competitiveness, efficiency, and innovation in the industrial sector,

[1] Graduando engenharia mecânica pela Universidade Anhembi Morumbi - Cidade: Piracicaba - Planejador de manutenção - Técnico em mecânica

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

requiring continuous investment in training, technological infrastructure, and curriculum adaptation in technical and higher education.

Keywords: Technical drawing; Industry 4.0; Augmented reality.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a indústria tem passado por uma profunda transformação estrutural e tecnológica, impulsionada pela crescente integração de recursos digitais aos processos produtivos. A automatização, antes restrita a tarefas repetitivas e controladas por sistemas isolados, deu lugar a redes inteligentes interconectadas, capazes de analisar dados em tempo real, prever falhas e otimizar a produção de forma autônoma. Essa evolução marca a transição da manufatura tradicional para modelos industriais baseados em tecnologias avançadas, como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, computação em nuvem e big data, consolidando o conceito da Indústria 4.0 (Souza; Bonetti, 2019). Nesse cenário, atividades clássicas da engenharia, como o desenho técnico, vêm sendo reconfiguradas para dialogar com essas inovações, tornando-se peça-chave na integração entre projeto, manufatura digital e manutenção inteligente.

A Indústria 4.0, por sua vez, representa uma nova etapa da Revolução Industrial, caracterizada pela digitalização integral e pela automação inteligente dos sistemas produtivos. Tecnologias como manufatura aditiva, realidade aumentada e sistemas ciberfísicos ampliam as possibilidades de controle, personalização e eficiência nos ambientes industriais. Esse paradigma tem promovido mudanças significativas na engenharia de manutenção e no desenho técnico, exigindo a atualização de práticas e ferramentas tradicionais para atender às novas exigências do mercado (Simonetti, 2023).

O desenho técnico, elemento essencial na comunicação de projetos e especificações na engenharia, passou a ser amplamente desenvolvido com o uso de softwares CAD (Computer-Aided Design), que possibilitam modelagens tridimensionais precisas, análises estruturais detalhadas e integração com outras tecnologias digitais. Nesse contexto, a simulação computacional destaca-se como recurso estratégico para antecipar o comportamento de sistemas antes de sua implementação, enquanto a impressão 3D permite a prototipagem rápida e a produção sob demanda de componentes personalizados, reduzindo prazos e custos (Gibson; Rosen; Stucker, 2021).

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Além disso, a realidade aumentada tem ampliado o potencial do desenho técnico ao permitir a sobreposição de elementos digitais ao ambiente físico, proporcionando uma visualização interativa e precisa dos projetos em escala real. Sua aplicação na engenharia de manutenção tem sido explorada para orientar técnicos em campo por meio de instruções visuais dinâmicas, o que contribui para a redução de erros e o aumento da eficiência operacional (Bezerra, 2024).

Este artigo tem como objetivo analisar, por meio de revisão bibliográfica, a integração do desenho técnico com as tecnologias emergentes da Indústria 4.0, em especial a simulação, a impressão 3D e a realidade aumentada, discutindo os impactos dessa convergência na prática da engenharia de manutenção. Busca-se, assim, contribuir para o entendimento dos novos caminhos do design técnico e sua relevância estratégica no contexto da transformação digital da indústria.

2 O DESENHO TÉCNICO NO CONTEXTO INDUSTRIAL

A evolução do design em tecnologia foi marcada por uma transição dos métodos tradicionais para as inovações digitais. Inicialmente, o design em tecnologia era focado na funcionalidade, com as primeiras ferramentas e máquinas priorizando a eficiência e a utilidade. À medida que a tecnologia avançava, o design passou a incorporar estética, ergonomia e experiência do usuário, tornando os produtos não apenas funcionais, mas também atraentes e fáceis de usar. A Revolução Industrial marcou um ponto de virada significativo, pois as técnicas de produção em massa permitiram a padronização do design, levando a forma e a função a um público mais amplo (Catanzaro, 2015).

No século XX, o advento da tecnologia digital revolucionou o design mais uma vez. O surgimento de computadores e softwares permitiu que os designers explorassem novas possibilidades, levando ao desenvolvimento de interfaces de usuário, design gráfico e mídia digital. Essa era viu o surgimento de filosofias de design icônicas, como o minimalismo e o design centrado no usuário, que desde então se tornaram fundamentais para os produtos tecnológicos modernos (Oliveira, 2019). Hoje, o design em tecnologia está na vanguarda da inovação. Tecnologias como IA e aprendizado de máquina expandiram ainda mais essas possibilidades, permitindo soluções de design mais personalizadas e adaptáveis. A integração de dados em tempo real e o feedback do usuário possibilitou a criação de designs altamente responsivos e envolventes.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

À medida que a tecnologia avança e as expectativas do usuário mudam, as práticas de design precisam se adaptar. O design moderno precisa equilibrar o apelo visual com a funcionalidade e a facilidade de uso. As principais considerações incluem layouts responsivos, interfaces de usuário intuitivas e navegação eficiente. Os designers têm a tarefa de atender aos objetivos do cliente e às necessidades do usuário, garantindo que suas criações sejam eficazes e relevantes. À medida que a tecnologia continua a evoluir, o design também avançará para atender às demandas de um mundo dinâmico. No próximo parágrafo, veremos como o design progrediu ao longo do tempo.

2.1 A Transformação do Desenho Técnico na Era Digital

O desenho técnico, tradicionalmente realizado de forma manual, passou por uma profunda transformação com o advento das tecnologias digitais. A introdução de softwares de desenho assistido por computador (CAD) representou um marco decisivo na modernização das práticas projetuais. Esses sistemas proporcionaram maior precisão, agilidade na produção e edição de desenhos, além de maior confiabilidade na comunicação entre engenheiros, arquitetos e projetistas. Segundo Rossi, Ribeiro e Bruscato (2025), o CAD não apenas substituiu a prancheta, mas também tornou possível o desenvolvimento de projetos mais complexos e detalhados, promovendo a integração entre diferentes disciplinas do conhecimento técnico.

Com o avanço tecnológico, ferramentas como o Building Information Modeling (BIM) e a modelagem paramétrica se integraram ao processo de elaboração de projetos, permitindo uma visão mais holística, dinâmica e interativa dos sistemas representados. O BIM se destaca por possibilitar o gerenciamento simultâneo de informações geométricas, estruturais e funcionais, sendo hoje uma exigência em diversos setores da engenharia e da construção civil. De acordo com Holanda (2018), essas tecnologias permitem maior controle sobre o ciclo de vida dos empreendimentos, reduzindo significativamente o retrabalho e promovendo a otimização de recursos desde a fase de concepção até a execução.

A incorporação da inteligência artificial (IA) e do aprendizado de máquina (machine learning) nos softwares de desenho técnico vem possibilitando a automação de tarefas repetitivas, além da geração de soluções projetuais otimizadas com base em dados históricos. Essa abordagem vem sendo empregada para aprimorar fluxos de trabalho, prever comportamentos estruturais e sugerir alternativas de design de forma autônoma. Buga, Borzan e Trip (2025) destacam que a IA

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

aplicada ao design técnico está transformando os processos criativos, liberando os profissionais para se concentrarem em atividades estratégicas e de maior valor agregado, como a inovação de produtos e a melhoria contínua de processos.

Outro aspecto fundamental dessa transformação é a digitalização em nuvem, que tem facilitado significativamente a colaboração entre equipes multidisciplinares, mesmo quando dispersas geograficamente. Plataformas colaborativas baseadas em nuvem, como Autodesk Construction Cloud e Trimble Connect, permitem que diferentes profissionais trabalhem simultaneamente sobre o mesmo modelo digital, promovendo sincronização em tempo real e rastreamento de alterações. Essa conectividade é crucial para atender às demandas de projetos complexos e dinâmicos na era da Indústria 4.0, além de reduzir falhas de comunicação e acelerar os ciclos de desenvolvimento (Wang *et al*., 2023).

A evolução do desenho técnico não se limita à digitalização e à integração em rede. Tecnologias emergentes como a realidade aumentada (RA) têm ganhado espaço em ambientes projetuais e acadêmicos, com aplicações que vão da visualização tridimensional de sistemas até o treinamento técnico. Segundo Bezerra (2024), a RA proporciona experiências mais imersivas e compreensíveis, especialmente na educação técnica, onde conceitos abstratos podem ser materializados visualmente, facilitando o aprendizado e a retenção de conteúdo.

A manufatura aditiva, com destaque para a impressão 3D, tem se mostrado uma extensão natural do desenho técnico digital. A possibilidade de produzir peças físicas diretamente a partir de modelos computacionais está revolucionando a prototipagem e a customização em escala industrial. Feriotti *et al.* (2021) evidenciam que a impressão 3D não apenas reduz o tempo de fabricação de protótipos, como também permite testes rápidos de desempenho e ajustes precisos com baixo custo, favorecendo a inovação contínua.

Empresas de engenharia de ponta têm adotado soluções imersivas baseadas em realidade aumentada para revisão e colaboração de projetos em tempo real. Ferramentas como o Campfire permitem a visualização colaborativa de modelos CAD tridimensionais em escala real, facilitando a comunicação entre engenheiros, designers e clientes. Segundo Tadeja, Seshadri e Kristensson (2019), essas abordagens vêm sendo especialmente úteis no setor aeroespacial, onde a precisão e a antecipação de erros são cruciais para o sucesso dos projetos.

Essas inovações vêm ampliando significativamente o papel do desenho técnico, que deixa de ser uma simples ferramenta de representação gráfica e se transforma em um elemento central

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

de planejamento, controle e execução de sistemas industriais. O ambiente digital permite simulações de desempenho, análises estruturais e validações de projeto ainda na fase conceitual, aumentando a confiabilidade e a eficiência dos produtos desenvolvidos.

A revolução digital no desenho técnico também tem influenciado fortemente a educação profissional. Plataformas de ensino baseadas em realidade virtual e aumentada, como o Unity Reflect e o SketchAR, têm sido aplicadas para ensinar práticas de desenho de forma interativa e atrativa. Isso tem contribuído para a formação de profissionais mais preparados para lidar com as demandas da Indústria 4.0, com domínio sobre ferramentas digitais e capacidade de adaptação às transformações tecnológicas constantes (Beck; Costa, 2020).

Do ponto de vista ambiental e energético, a modelagem digital possibilita a realização de simulações de desempenho térmico, energético e estrutural já nas etapas iniciais do projeto. Essa abordagem permite decisões mais sustentáveis e embasadas, contribuindo para a redução do impacto ambiental e promovendo práticas mais responsáveis dentro da indústria. O uso de tecnologias como CAD e BIM nesse contexto tem se mostrado eficaz na implementação de estratégias voltadas à engenharia verde (Amaral, 2018).

A personalização em massa também se tornou uma realidade com o avanço do desenho técnico digital. Empresas podem adaptar seus produtos às preferências e necessidades individuais dos consumidores sem comprometer a eficiência produtiva, graças ao uso combinado de modelagem paramétrica, impressão 3D e bancos de dados de componentes. Essa flexibilidade contribui para maior competitividade no mercado global, onde a customização é cada vez mais valorizada (Bezerra, 2024).

A transformação do desenho técnico representa uma verdadeira mudança de paradigma na forma como se concebe, desenvolve e executa projetos em engenharia. Ela exige atualização contínua das competências profissionais, domínio de novas tecnologias e uma postura crítica diante das possibilidades e dos desafios trazidos pela digitalização. O profissional da atualidade precisa estar apto não apenas a utilizar ferramentas digitais, mas a integrá-las estrategicamente aos processos industriais.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

2.2 Integração do Desenho Técnico com Tecnologias Emergentes na Indústria 4.0

A Indústria 4.0 representa uma transformação significativa no cenário industrial, impulsionada pela integração de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), automação avançada e sistemas ciberfísicos. A produção industrial enfrenta uma demanda urgente de adaptação a essa nova realidade para permanecer relevante e eficiente. Nesse caminho, há necessidade de superar resistências culturais nas organizações, proporcionar a capacitação profissional adequada para lidar com tecnologias emergentes, enfrentar os custos financeiros associados à implementação dessas inovações e garantir a segurança cibernética em um ambiente cada vez mais interconectado (Sousa *et al*., 2024).

A integração do desenho técnico com tecnologias emergentes, como a realidade aumentada (RA), tem sido explorada para oferecer instruções visuais interativas aos técnicos de campo, aumentando a precisão e a eficiência das intervenções. A RA permite a sobreposição de informações digitais sobre o ambiente físico, favorecendo a visualização e a tomada de decisões em tempo real. A aplicação das tecnologias emergentes cria uma nova abordagem para controlar os processos de produção, proporcionando a sincronização em tempo real dos fluxos e permitindo a fabricação unitária e personalizada dos produtos. As novas ferramentas implicam a adoção de novos modelos de negócio, impactando diretamente o desenho técnico e sua integração com as tecnologias digitais (Bomfim *et al*., 2024).

A integração de sistemas ciberfísicos (CPS), Internet das Coisas (IoT) e Internet dos Serviços (IoS) tem sido fundamental na consolidação das fábricas inteligentes, caracterizando a Indústria 4.0. Essas tecnologias permitem a interconexão e comunicação em tempo real entre máquinas, sistemas e seres humanos, promovendo uma produção mais eficiente e adaptável às demandas do mercado. A descentralização dos processos decisórios é uma das principais consequências dessa integração, exigindo uma reconfiguração do desenho técnico para atender a essa nova realidade produtiva (Nascimento, 2018).

Nesse contexto, os sistemas ciberfísicos desempenham um papel crucial ao monitorar e controlar processos físicos por meio de redes computacionais, criando uma cópia virtual da realidade que permite decisões descentralizadas e autônomas. A IoT facilita a comunicação entre os CPS e os seres humanos, enquanto a IoS oferece serviços organizacionais internos e externos, utilizados por todos os participantes da cadeia de valor. Essa estrutura tecnológica exige que o

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

desenho técnico seja adaptado para incorporar essas novas funcionalidades e garantir a interoperabilidade entre os diversos sistemas envolvidos (Nascimento, 2018).

A descentralização proporcionada pela Indústria 4.0 também implica em uma mudança na forma como as decisões são tomadas dentro das organizações. Com a capacidade dos sistemas ciberfísicos de tomar decisões de forma autônoma, há uma redução na necessidade de intervenção humana, permitindo uma produção mais ágil e eficiente (Santos *et al*., 2018). Essa mudança requer que o desenho técnico seja desenvolvido de forma a permitir essa autonomia, incorporando sensores e atuadores que possibilitem a coleta e análise de dados em tempo real.

A descentralização dos processos produtivos exige uma maior flexibilidade e adaptabilidade dos sistemas de produção. O desenho técnico deve ser capaz de refletir essa flexibilidade, permitindo rápidas mudanças e adaptações nos processos de produção para atender às demandas do mercado. Isso implica em uma maior integração entre o desenho técnico e as tecnologias digitais, como a modelagem 3D e a simulação virtual, que permitem testar e validar diferentes cenários de produção antes de sua implementação.

De acordo com Alves, Pinheiro e Silva (2023), a implementação da Indústria 4.0 também traz desafios relacionados à segurança e privacidade dos dados. Com a interconexão de sistemas e a coleta massiva de dados, é essencial que o desenho técnico incorpore medidas de segurança que garantam a proteção das informações e a confiabilidade dos sistemas. Isso inclui a utilização de protocolos de comunicação seguros, criptografia de dados e mecanismos de autenticação e autorização de usuários.

A adaptação do desenho técnico à realidade da Indústria 4.0 requer uma mudança na formação e capacitação dos profissionais envolvidos. É necessário que engenheiros e técnicos estejam familiarizados com as novas tecnologias e sejam capazes de integrá-las de forma eficiente nos processos de produção. Isso implica em uma atualização dos currículos acadêmicos e em programas de treinamento contínuo que preparem os profissionais para os desafios da quarta revolução industrial.

2.3 Aplicações da Realidade Aumentada no Desenho Técnico e na Indústria 4.0

A RA tem se consolidado como uma ferramenta essencial na transformação digital da indústria, especialmente no contexto da Indústria 4.0. Sua capacidade de sobrepor informações

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

digitais ao ambiente físico permite uma interação mais intuitiva e eficiente entre operadores e sistemas complexos. No desenho técnico, a RA facilita a visualização tridimensional de projetos, permitindo que engenheiros e técnicos identifiquem e corrijam possíveis falhas ainda na fase de concepção, reduzindo custos e retrabalhos. Essa integração entre o mundo virtual e o real proporciona uma compreensão mais profunda dos projetos, otimizando o processo de desenvolvimento de produtos (Dal Forno *et al*., 2021).

Além disso, a RA tem sido aplicada com sucesso em ambientes industriais para treinamento e capacitação de colaboradores. Ao simular situações reais de operação e manutenção de máquinas, os trabalhadores podem adquirir habilidades práticas em um ambiente controlado e seguro. Essa abordagem reduz o tempo de aprendizado e aumenta a retenção de conhecimento, preparando os profissionais para lidar com equipamentos complexos e situações de risco. A utilização da RA no treinamento industrial representa um avanço significativo na formação de mão de obra qualificada para atender às demandas da Indústria 4.0 (Fuchter; Schlichting, 2018).

No contexto da produção, a RA tem sido empregada para auxiliar na montagem de componentes e na manutenção de equipamentos. Por meio de dispositivos como óculos inteligentes, os operadores recebem instruções visuais em tempo real, guiando-os passo a passo nas tarefas a serem realizadas. Essa assistência reduz erros, aumenta a eficiência e melhora a qualidade do produto final. Empresas do setor automotivo, por exemplo, têm adotado a RA para otimizar seus processos de montagem, evidenciando os benefícios dessa tecnologia na linha de produção (Gélio; Giocondo César, 2022) .

De acordo com Souza *et* al. (2021), a manutenção preditiva é outra área que tem se beneficiado da aplicação da RA. Sensores instalados em máquinas coletam dados em tempo real, que são analisados para prever falhas e agendar manutenções antes que ocorram paradas inesperadas. A RA complementa esse processo ao fornecer visualizações detalhadas das partes internas dos equipamentos, permitindo que os técnicos identifiquem rapidamente os componentes que necessitam de atenção. Essa abordagem proativa na manutenção contribui para a redução de custos operacionais e aumento da disponibilidade dos ativos.

A integração da RA com outras tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT) e a Inteligência Artificial (IA), tem ampliado ainda mais suas aplicações na indústria. A IoT permite a coleta e transmissão de dados em tempo real, enquanto a IA analisa essas informações para fornecer insights valiosos. A RA, por sua vez, apresenta esses dados de forma visual e interativa,

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

facilitando a tomada de decisões pelos operadores e gestores. Essa convergência tecnológica está moldando o futuro das operações industriais, tornando-as mais inteligentes e responsivas (Nascimento, 2018).

Apesar dos avanços, a implementação da RA na indústria enfrenta desafios, como o alto custo de aquisição de equipamentos e a necessidade de infraestrutura adequada. Além disso, a adaptação dos trabalhadores às novas tecnologias requer investimentos em treinamento e mudança cultural nas organizações. Superar essas barreiras é fundamental para que as empresas possam aproveitar plenamente os benefícios da RA e se manterem competitivas no cenário da Indústria 4.0.

3 CONCLUSÃO

A análise realizada ao longo deste estudo evidencia que o desenho técnico, tradicionalmente utilizado como ferramenta de representação e comunicação na engenharia, vem sendo progressivamente transformado pela incorporação das tecnologias emergentes da Indústria 4.0. A digitalização dos processos, aliada à integração com softwares de CAD, ferramentas de simulação, realidade aumentada e impressão 3D, não apenas modernizou os métodos de produção, como também ampliou a capacidade de análise, prototipagem e tomada de decisões técnicas mais precisas e rápidas. Essa evolução reflete uma mudança paradigmática no papel do desenho técnico, que deixa de ser um elemento estático e passa a ser um componente dinâmico e interativo nos sistemas produtivos.

Observou-se que a aplicação dessas tecnologias oferece benefícios substanciais à engenharia de manutenção e à indústria em geral, como a redução de custos, o aumento da eficiência operacional e a elevação da qualidade dos produtos desenvolvidos. Ferramentas como a realidade aumentada têm se mostrado promissoras na capacitação de profissionais e na execução de intervenções mais precisas, enquanto a manufatura aditiva permite a personalização em massa e a agilidade na prototipagem. A integração com sistemas ciberfísicos e plataformas baseadas em nuvem também tem viabilizado o trabalho colaborativo em tempo real, conectando profissionais em diferentes localidades e promovendo maior flexibilidade e adaptabilidade na gestão dos projetos industriais.

A integração entre o desenho técnico e as tecnologias da Indústria 4.0 representa não apenas um avanço técnico, mas uma necessidade estratégica diante das exigências do mercado atual. Para

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

que esse processo se consolide, é fundamental o investimento contínuo em capacitação profissional, atualização das práticas pedagógicas no ensino técnico e superior, bem como políticas de incentivo à inovação tecnológica. A perspectiva futura aponta para um ambiente industrial cada vez mais inteligente, digital e sustentável, onde o desenho técnico desempenhará papel central na articulação entre projeto, produção e manutenção, consolidando-se como elo essencial da transformação digital na engenharia.

REFERENCIAS

ALVES, Letícia dos S.; PINHEIRO, Leonardo Correa.; DA SILVA, Josivaldo Godoy. Indústria 4.0: componentes e princípios de design. **Revista de Gestão e Secretariado**, *[S. l.]*, v. 14, n. 4, p. 5772–5784, 2023. Disponível em: https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/2021. Acesso em: 21 maio. 2025.

AMARAL, João Pedro Almeida. **O impacto das novas tecnologias no design de produto** - Ferramentas digitais orientadas para o desenho. 2018. 131 f. [Dissertação Mestrado em Design de Equipamento Especialização em Design de Produto]. Universidade de Lisboa. Lisboa, 2018.

BEZERRA, Adriano. **Realidade aumenta para aprendizagem de Desenho Técnico – Desenvolvimento e validação da ferramenta Hypergeoar**. 2024. 14 f. [Tese de Doutorado em Midia e Tecnologia]. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Bauru, 2024. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/cede9e5c-fc15-4193-ba0f-d1825a7e1f58/content. Acesso em: 01 maio 2025.

BECK, Thiago Moreira; COSTA, Aline Couto da. Aplicativo em Realidade Aumentada para o ensino de Desenho Técnico na Educação Profissional e Tecnológica. **Revista Vértices**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 224–240, 2020. Disponível em: https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/15406.. Acesso em: 21 maio. 2025.

BOMFIM, Amanda Pereira; et al. A aplicação de tecnologias emergentes na otimização de processos industriais: revisão bibliográfica. **Prospectus, Itapira**, v. 6, n. 2, p. 440-472, Jul/Dez, 2024

BUGA, Alexandrina; BORZAN, Marian; TRIF, Adrian. Artificial intelligence in the cad process: machine learning models, generative optimization, and their impact on design. Academic Journal of Manufacturing Engineering, v. 23, n. 1/2025

CATANZARO, Ariadne Castilho. **História e acepções do design**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2015. 240 p.

DAL FORNO, Ana Julia; et al. **Realidade Aumentada aplicada na indústria**: uma análise na literatura sobre aplicações, benefícios e desafios. XI Congresso Brasileiro de Engenharia de

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Produção – ConBRepro, 2021. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/2021/anais/arquivos/09232021_190920_614d0290d735b.pdf. Acesso em: 16 maio 2025

FERIOTTI, Marco Aurelio; et al. Aplicações da manufatura aditiva e impressão 3d na fabricação de moldes para injeção de termoplásticos**. Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 7, n. 3, p. 199-218. 2021.

FUCHTER, Simone Keller. SCHLICHTING, Mario Sergio. Utilização da realidade virtual voltada para o treinamento industrial. **Revista científica multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 03, ed. 10, vol. 07, pp. 113-120 Outubro de 2018

GÉLIO, Lucas Gomes; GIOCONDO CESAR, Francisco Ignacio. Utilização da realidade aumentada na manutenção industrial. **Revista Científica ACERTTE,** v. 2, n. 2, p. e2262, 2022. Disponível em: https://acertte.org/acertte/article/view/62. Acesso em: 21 maio. 2025.

GIBSON, Ian; ROSEN, David W.; STUCKER, Brent. **Additive Manufacturing Technologies:** 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing. 3. ed. New York: Springer, 2021.

HOLANDA, Max. **Do AutoCAD ao REVIT**: Evolução do Desenho Técnico. ENG DTP & Multimídia, 2018. O artigo discute a evolução do desenho técnico desde o uso do AutoCAD até a adoção do Revit, abordando as mudanças nas ferramentas de representação gráfica e os benefícios trazidos pelas tecnologias digitais.

LARSEN, Peter Gorm; et al. **A Cloud-Based Collaboration Platform for Model-Based Design of Cyber-Physical Systems**. Electrical Engineering and Systems Science, v. 19, p. 19-39. 2020

NASCIMENTO, Marianna. **Segmentos ou nichos com maior potencial para o desenvolvimento tecnológico nacional**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2022. (Série Documentos Técnicos, 31)

OLIVEIRA, Vanessa Campana Vergani de. **A evolução do design gráfico** [recurso eletrônico]. [org.]. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.

ROSSI, Alexandre dos Santos; RIBEIRO, Vinicius Gadis; BRUSCATO, Léia Miotto. **Evolução Tecnológica de Ferramenta**: o caso do desenho. Revista Design, Tecnologia & Sociedade, v. 12, n. 1, 2025

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2016

SIMONETTI, Marcelo José. **A evolução dos sistemas de produção até a Indústria 4.0.** Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

SANTOS, Beatrice; et al. Indústria 4.0: desafios e oportunidades. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v.4, n.1, p.111-124, 2018. Disponível em: http://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento. Acesso em: 10 maio 2025.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

SOUZA, João Vitor Zanata de; BONETTI, Luiz Rodrigo. **Os impactos da indústria 4.0 através da internet das coisas em processos automação e sua autonomia operacional**. ConBrepro - IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. 2019. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/09272019_230959_5d8ecb479b214.pdf. Acesso em: 02 maio 2025.

SOUSA, M. R. A. de; et al. Integration of Industry 4.0 technologies in industrial manufacturing processes. **Revista de Gestão e Secretariado**, *[S. l.]*, v. 15, n. 7, p. e3844 , 2024. Disponível em: https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/3844. Acesso em: 21 maio. 2025.

SOUZA, Valdir Cardoso de; et al. Utilização das tecnologias da indústria 4.0 na manutenção preditiva através do monitoramento de equipamentos e instalações. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.1, p. 7063-7083 jan. 2022

TADEJA, Slawomir Konrad.; SESHADRI, Pranay.; KRISTENSSON, Per Ola. **AeroVR**: Immersive Visualization System for Aerospace Design. arXiv preprint arXiv:1910.09800, 2019. Disponível em: https://arxiv.org/abs/1910.09800. Acesso em: 21 maio 2025

WANG, Z.; OUYANG, B.; SACKS, R. **CBIM**: Object-Level Cloud Collaboration Platform for Supporting Across-Domain Asynchronous Design. arXiv preprint arXiv:2303.03854, 2023. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2303.03854. Acesso em: 21 maio 2025

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.