



DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA INDÚSTRIA 4.0 NA ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Edição 123 JUN/23 SUMÁRIO, Engenharias / 20/06/2023

REGISTRO DOI: 10.5281/zenodo.8062314

Tiago Henrique Rabelo Do Nascimento

Wagner Marcionílio Matos

Eurilene De Almeida Bispo Figarella

Edielson Da Conceição Souza

RESUMO- A Indústria 4.0 foi uma revolução tecnológica que transformou a forma como as indústrias operam e se relacionavam com a automação e o controle de processos. Neste artigo, foram discutidos os principais desafios e oportunidades que a Indústria 4.0 apresentou para a Engenharia de Controle e Automação Industrial. Foram abordadas questões como a integração de sistemas ciberfísicos, a coleta e análise de dados em tempo real, a segurança cibernética, a interoperabilidade e a tomada de decisões baseada em dados. Além disso, foram discutidas as oportunidades de aplicação de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA), Big Data e Computação em Nuvem na otimização de processos industriais. Foram apresentados exemplos reais de implementação de soluções da Indústria 4.0 em empresas industriais, destacando os benefícios obtidos e os desafios enfrentados. Por fim, foram discutidas as habilidades e competências necessárias para os profissionais da

Engenharia de Controle e Automação Industrial se adaptarem e se destacarem nesse novo cenário industrial impulsionado pela Indústria 4.0.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria 4.0. Automação industrial. Desafios e oportunidades.

1. INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 foi um tema amplamente discutido no campo da Engenharia de Controle e Automação Industrial. Essa revolução tecnológica provocou mudanças profundas na forma como as indústrias operavam, com a adoção de sistemas ciberfísicos interconectados, coleta e análise de dados em tempo real, e a aplicação de tecnologias avançadas como Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA), Big Data e Computação em Nuvem.

Neste artigo, o objetivo principal foi explorar o impacto da Indústria 4.0 na Engenharia de Controle e Automação Industrial, destacando os principais desafios e oportunidades que surgiram nesse contexto. Foram abordadas questões como a integração de sistemas ciberfísicos, a segurança cibernética, a interoperabilidade, a tomada de decisões baseada em dados e as possibilidades de otimização de processos industriais. Foram apresentados exemplos reais de implementação de soluções da Indústria 4.0 em empresas industriais, evidenciando os benefícios obtidos e os desafios enfrentados na adoção dessas tecnologias. Além disso, foi discutido o papel das habilidades e competências dos profissionais da Engenharia de Controle e Automação Industrial nesse novo cenário industrial impulsionado pela Indústria 4.0.

A Indústria 4.0 tem se consolidado como uma tendência crescente na área da Engenharia de Controle e Automação Industrial, trazendo consigo transformações significativas nos processos industriais. A adoção de tecnologias avançadas, como Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA) e Big Data, tem impulsionado a automação e o controle de processos, possibilitando ganhos de eficiência, produtividade e competitividade para as indústrias. No entanto, a adoção dessas tecnologias também apresenta desafios complexos, como a integração de sistemas ciberfísicos, a segurança cibernética, a interoperabilidade,

a tomada de decisões baseada em dados e a necessidade de desenvolvimento de novas habilidades e competências pelos profissionais da área.

Diante desse contexto, torna-se fundamental compreender os principais desafios e oportunidades que a Indústria 4.0 apresenta para a Engenharia de Controle e Automação Industrial, a fim de fornecer aos profissionais e estudantes uma visão abrangente e atualizada desse novo cenário industrial. Além disso, a discussão de exemplos reais de implementação de soluções da Indústria 4.0 em empresas industriais permitirá a análise de benefícios obtidos e desafios enfrentados na prática, enriquecendo o conhecimento e a compreensão dos leitores. Com base nisso, este artigo se justifica pela relevância do tema, pela necessidade de atualização dos profissionais da área e pela contribuição para o avanço do conhecimento no campo da Engenharia de Controle e Automação Industrial frente às transformações trazidas pela Indústria 4.0.

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, por meio de pesquisa em bases de dados acadêmicas e científicas, para identificar os principais conceitos, teorias, modelos e abordagens relacionadas à Indústria 4.0 e sua aplicação na Engenharia de Controle e Automação Industrial. Foram selecionados artigos científicos, livros e outros recursos relevantes para embasar a discussão sobre os desafios e oportunidades da Indústria 4.0 na área. Foram selecionados casos de empresas industriais que já implementaram soluções da Indústria 4.0 em seus processos produtivos. A partir desses casos, foram analisados os benefícios obtidos, os desafios enfrentados, as tecnologias utilizadas, as estratégias adotadas e as lições aprendidas.

Foi realizada uma análise crítica e reflexiva desses exemplos, buscando identificar padrões e tendências relevantes para a Engenharia de Controle e Automação Industrial. Com base na revisão bibliográfica e na análise de exemplos reais, foi realizada uma síntese dos principais resultados obtidos, destacando os desafios e oportunidades da Indústria 4.0 na área. Foi promovida uma discussão crítica e reflexiva sobre as implicações desses resultados, bem como suas potenciais contribuições para a Engenharia de Controle e Automação Industrial.

A estrutura delineada para este artigo sobre o impacto da Indústria 4.0 na Engenharia de Controle e Automação Industrial foi a seguinte:

- Introdução: apresentação do tema e justificativa para sua relevância;
- Desenvolvimento:
- Impacto da Indústria 4.0 na Engenharia de Controle e Automação Industrial: exploração das mudanças e transformações provocadas pela Indústria 4.0 na Engenharia de Controle e Automação Industrial, destacando suas principais áreas de influência;
- Desafios e oportunidades: análise dos desafios e oportunidades enfrentados na adoção da Indústria 4.0 na Engenharia de Controle e Automação Industrial, incluindo questões como a integração de sistemas ciberfísicos, a segurança cibernética, a interoperabilidade, a tomada de decisões baseada em dados e as possibilidades de otimização de processos industriais;
- Exemplos de implementação: apresentação de casos reais de implementação de soluções da Indústria 4.0 em empresas industriais, destacando os benefícios obtidos e os desafios enfrentados;
- Habilidades e competências dos profissionais da Engenharia de Controle e Automação Industrial: discussão do papel das habilidades e competências necessárias para os profissionais da Engenharia de Controle e Automação Industrial se adaptarem e se destacarem nesse novo cenário industrial impulsionado pela Indústria 4.0.
- Conclusão: síntese dos principais pontos abordados e reflexões sobre o futuro da Engenharia de Controle e Automação Industrial na era da Indústria 4.0;
- Referências bibliográficas: lista das fontes consultadas e referenciadas ao longo do artigo.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Impacto da Indústria 4.0 na Engenharia de Controle e Automação Industrial

A Indústria 4.0, como uma revolução tecnológica na área industrial, tem provocado mudanças profundas na Engenharia de Controle e Automação Industrial, afetando diversas áreas e processos. Autores como Fleury et al. (2019) e Kagermann et al. (2013) têm contribuído com estudos recentes que fundamentam a temática.

Uma das principais áreas de influência da Indústria 4.0 na Engenharia de Controle e Automação Industrial é a integração de sistemas ciberfísicos. Com a convergência entre a automação industrial e as tecnologias da informação, sistemas interconectados podem se comunicar e colaborar em tempo real, permitindo o controle e monitoramento remoto de processos industriais (Fleury et al., 2019).

Outra mudança significativa é a coleta e análise de dados em tempo real. Através de sensores e dispositivos IoT (Internet das Coisas), é possível capturar grandes volumes de dados em tempo real, permitindo a análise e tomada de decisões baseadas em dados para otimização de processos e melhoria da eficiência operacional (Kagermann et al., 2013).

A aplicação de tecnologias avançadas, como a Inteligência Artificial (IA) e o Big Data, também tem impactado a Engenharia de Controle e Automação Industrial. Algoritmos de IA podem ser aplicados para análise de dados, previsão de falhas, otimização de processos e tomada de decisões autônomas em tempo real, tornando a automação industrial mais inteligente e autônoma (Fleury et al., 2019).

Além disso, a segurança cibernética tem se tornado uma área de grande relevância na Indústria 4.0, uma vez que a interconectividade dos sistemas pode aumentar o risco de ataques cibernéticos. É necessário implementar medidas de proteção e políticas de segurança adequadas para garantir a confidencialidade, integridade e disponibilidade dos dados e sistemas industriais (Kagermann et al., 2013).

Outra área impactada é a interoperabilidade, que envolve a padronização e compatibilidade dos sistemas e dispositivos utilizados na Indústria 4.0. A

integração de diferentes sistemas e tecnologias pode ser um desafio, exigindo a adoção de padrões e protocolos de comunicação adequados para garantir a interoperabilidade e a comunicação eficiente entre os sistemas (Fleury et al., 2019).

Em resumo, a Indústria 4.0 tem provocado mudanças significativas na Engenharia de Controle e Automação Industrial, abrangendo áreas como a integração de sistemas ciberfísicos, a coleta e análise de dados em tempo real, a aplicação de tecnologias avançadas como IA e Big Data, a segurança cibernética e a interoperabilidade. Essas mudanças têm impactado os processos industriais e exigido a adaptação dos profissionais da área para atuarem nesse novo cenário impulsionado pela Indústria 4.0.

2.2. Desafios e oportunidades enfrentados na adoção da Indústria 4.0 na Engenharia de Controle e Automação Industrial

A adoção da Indústria 4.0 na Engenharia de Controle e Automação Industrial traz consigo uma série de desafios e oportunidades. Um dos principais desafios é a integração de sistemas ciberfísicos, que consiste na conexão e interação entre máquinas, equipamentos, sensores e dispositivos de automação em tempo real, permitindo a troca de informações e a tomada de decisões automatizadas. Essa integração requer o desenvolvimento de protocolos de comunicação eficientes e padronizados, bem como a interoperabilidade entre diferentes sistemas e equipamentos, a fim de garantir a operação harmoniosa de todo o sistema (KAGERMANN et al., 2013).

Outro desafio significativo é a segurança cibernética, uma vez que a interconexão de sistemas e a coleta de dados em tempo real podem expor as indústrias a riscos de ciberataques e vazamento de informações sensíveis. É fundamental implementar medidas de proteção adequadas, como firewalls, criptografia de dados e sistemas de autenticação robustos, a fim de mitigar esses riscos e garantir a segurança dos sistemas de controle e automação industrial (KUMAR et al., 2020).

Além disso, a tomada de decisões baseada em dados é uma oportunidade oferecida pela Indústria 4.0, porém requer a capacidade de coletar, analisar e interpretar grandes volumes de dados em tempo real. A utilização de técnicas de análise de dados avançadas, como a Inteligência Artificial e o Big Data, possibilita a identificação de padrões e tendências que podem ser utilizados na tomada de decisões estratégicas, contribuindo para a otimização de processos industriais e a maximização da eficiência operacional (MELNYK et al., 2018).

Outra oportunidade oferecida pela Indústria 4.0 é a possibilidade de otimização de processos industriais. Através do uso de tecnologias como a Internet das Coisas (IoT) e a Computação em Nuvem, é possível monitorar e analisar o desempenho dos processos em tempo real, identificando gargalos, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência dos sistemas de controle e automação industrial (ZHOU et al., 2017).

Diante desses desafios e oportunidades, a adoção da Indústria 4.0 na Engenharia de Controle e Automação Industrial requer uma abordagem estratégica e cuidadosa, considerando aspectos técnicos, organizacionais e de segurança. É fundamental capacitar os profissionais da área para lidar com as novas tecnologias e habilidades exigidas nesse contexto, bem como estabelecer políticas e normas adequadas para garantir a segurança e o funcionamento eficiente dos sistemas de controle e automação industrial na era da Indústria 4.0.

A adoção da Indústria 4.0 na Engenharia de Controle e Automação Industrial enfrenta uma série de desafios e oportunidades. A integração de sistemas ciberfísicos é um dos desafios mais relevantes nesse contexto. Segundo Santos et al. (2020), a integração de sistemas ciberfísicos é um dos pilares da Indústria 4.0, envolvendo a conexão de equipamentos, sensores, dispositivos e sistemas de TI em uma rede interconectada que permite a troca de informações em tempo real. No entanto, essa integração pode ser complexa, exigindo a harmonização de diferentes tecnologias e protocolos de comunicação.

Outro desafio importante é a segurança cibernética. Com a crescente conectividade e digitalização dos processos industriais, a vulnerabilidade a

ataques cibernéticos tem aumentado significativamente. Autores como Melnyk et al. (2018) alertam para a necessidade de implementação de medidas robustas de segurança cibernética na Indústria 4.0, visando proteger os ativos digitais, dados e sistemas de produção contra ameaças internas e externas.

A interoperabilidade também é um desafio relevante na adoção da Indústria 4.0 na Engenharia de Controle e Automação Industrial. A interoperabilidade refere-se à capacidade dos sistemas ciberfísicos se comunicarem e interagirem de forma eficiente e padronizada. Segundo Zhou et al. (2017), a falta de padrões e protocolos de interoperabilidade pode dificultar a integração e a troca de informações entre diferentes sistemas, o que pode impactar a eficiência e a eficácia dos processos industriais.

Por outro lado, a adoção da Indústria 4.0 também oferece oportunidades significativas. A tomada de decisões baseada em dados é uma dessas oportunidades. Com a coleta e análise de dados em tempo real, é possível obter informações precisas e atualizadas sobre o desempenho dos processos industriais, permitindo uma tomada de decisões mais informada e estratégica (Machado et al., 2019).

Outra oportunidade é a possibilidade de otimização de processos industriais. Através da aplicação de tecnologias avançadas como a inteligência artificial e o big data, é possível identificar oportunidades de melhoria, otimizar a alocação de recursos, reduzir custos e aumentar a eficiência dos processos produtivos (Silva et al., 2020).

Em suma, a adoção da Indústria 4.0 na Engenharia de Controle e Automação Industrial apresenta desafios e oportunidades relevantes, como a integração de sistemas ciberfísicos, a segurança cibernética, a interoperabilidade, a tomada de decisões baseada em dados e as possibilidades de otimização de processos industriais. É fundamental que as empresas e profissionais envolvidos nesse processo estejam preparados para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades oferecidas por essa revolução tecnológica.

2.3. Implementação de soluções da Indústria 4.0 em empresas industriais

A implementação de soluções da Indústria 4.0 tem se tornado uma realidade em diversas empresas industriais ao redor do mundo, proporcionando benefícios significativos, mas também enfrentando desafios. Um exemplo de caso real é a empresa alemã Siemens, que implementou tecnologias da Indústria 4.0 em suas fábricas de produtos eletrônicos. Segundo Jazdi (2014), a Siemens adotou a integração de sistemas ciberfísicos, como sensores inteligentes, sistemas de comunicação e análise de dados em tempo real, permitindo a automação avançada e a tomada de decisões baseada em dados. Os benefícios obtidos incluíram aumento da eficiência produtiva, otimização de processos e redução de custos operacionais.

Outro exemplo é a empresa norte-americana General Electric (GE), que aplicou conceitos da Indústria 4.0 em suas operações de manufatura. De acordo com Kusiak (2018), a GE utilizou tecnologias como Internet das Coisas (IoT), análise de dados e machine learning para melhorar a eficiência de sua produção e reduzir o tempo de inatividade de suas máquinas. Isso resultou em aumento da produtividade, melhorias na qualidade do produto e maior agilidade nas operações.

No Brasil, a empresa Klabin, uma das maiores produtoras de papel e celulose do país, também adotou soluções da Indústria 4.0 em suas operações. De acordo com Carvalho et al. (2019), a Klabin utilizou tecnologias como automação, sensoriamento e análise de dados para otimizar seus processos de produção, melhorar a gestão de ativos e aumentar a eficiência operacional. Os benefícios alcançados incluíram redução de custos, aumento da produtividade e melhoria na tomada de decisões.

No entanto, a implementação da Indústria 4.0 também enfrenta desafios. Entre eles, destaca-se a segurança cibernética, uma vez que a interconexão de sistemas e a utilização de dados sensíveis requerem medidas robustas de proteção. Além disso, a interoperabilidade entre diferentes sistemas e equipamentos pode ser um desafio, visto que nem sempre os sistemas são compatíveis entre si. A tomada de decisões baseada em dados também pode exigir mudanças culturais e organizacionais nas empresas, assim como a

necessidade de desenvolvimento de novas habilidades e capacitação dos trabalhadores.

Outros casos reais de implementação de soluções da Indústria 4.0 em empresas industriais incluem a Bosch, uma empresa alemã de engenharia e eletrônicos, e a SKF, uma empresa sueca de rolamentos e sistemas de lubrificação. Segundo Feld et al. (2018), a Bosch implementou a Indústria 4.0 em suas fábricas de componentes automotivos, utilizando tecnologias como IoT, análise de dados e automação avançada. Isso resultou em redução de custos de produção, aumento da produtividade e melhoria da qualidade do produto.

Já a SKF adotou soluções da Indústria 4.0 em suas operações de manufatura de rolamentos, como relatado por Zhang et al. (2019). A empresa utilizou tecnologias como sensores inteligentes, análise de dados e automação para otimizar seus processos de produção, monitorar a performance de suas máquinas e antecipar falhas. Os benefícios obtidos incluíram redução de tempo de inatividade, aumento da eficiência operacional e melhoria da qualidade do produto.

No entanto, assim como em outros casos, a implementação da Indústria 4.0 nessas empresas também enfrentou desafios. Um dos desafios relatados foi a necessidade de investimentos em infraestrutura e tecnologia, bem como a adaptação dos processos produtivos e a capacitação dos funcionários para lidar com as mudanças tecnológicas (FELD et al., 2018; ZHANG et al., 2019). Além disso, a segurança cibernética também foi um desafio, visto que a interconexão de sistemas e a utilização de dados sensíveis requerem medidas robustas de proteção.

2.4. Habilidades e competências dos profissionais da Engenharia de Controle e Automação Industrial

O papel das habilidades e competências necessárias para os profissionais da Engenharia de Controle e Automação Industrial se adaptarem e se destacarem no contexto da Indústria 4.0 é de fundamental importância. A evolução das tecnologias e a transformação dos processos industriais exigem dos profissionais

uma nova gama de conhecimentos e habilidades específicas para enfrentar os desafios dessa nova era industrial.

Autores como SCHWAB (2017) destacam que as habilidades demandadas na Indústria 4.0 vão além do conhecimento técnico, incluindo competências como pensamento crítico, resolução de problemas complexos, criatividade, trabalho em equipe, habilidades de comunicação, liderança e adaptabilidade. Essas habilidades são essenciais para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades proporcionadas pela Indústria 4.0.

Outros autores, como WOHLERS et al. (2017), ressaltam a importância do conhecimento em áreas interdisciplinares, como a integração de sistemas ciberfísicos, a segurança cibernética, a análise de dados, a inteligência artificial e a automação avançada. Esses conhecimentos são necessários para que os profissionais possam compreender e operar os sistemas complexos presentes na Indústria 4.0.

Além disso, a capacidade de aprendizado contínuo e atualização constante também é essencial para os profissionais da Engenharia de Controle e Automação Industrial se adaptarem a esse novo cenário industrial em constante evolução, como apontado por LI et al. (2018). A busca por conhecimentos atualizados e a disposição para aprender novas tecnologias e conceitos são fatores-chave para o sucesso nesse contexto.

É importante ressaltar também a importância da visão estratégica e da capacidade de liderança por parte dos profissionais da Engenharia de Controle e Automação Industrial na Indústria 4.0. A compreensão das mudanças de paradigma e a habilidade de liderar equipes multidisciplinares e colaborativas são características valorizadas nesse novo contexto industrial, como mencionado por KAGERMANN et al. (2013).

Em resumo, as habilidades e competências necessárias para os profissionais da Engenharia de Controle e Automação Industrial se destacarem na Indústria 4.0 vão além do conhecimento técnico, incluindo habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas complexos, criatividade, trabalho em equipe,

habilidades de comunicação, liderança, adaptabilidade e capacidade de aprendizado contínuo. Além disso, o conhecimento em áreas interdisciplinares e a visão estratégica também são fundamentais para o sucesso nesse novo cenário industrial impulsionado pela Indústria 4.0.

Por fim, observa-se que a literatura recente destaca a importância das habilidades e competências além do conhecimento técnico para os profissionais da Engenharia de Controle e Automação Industrial se destacarem na Indústria 4.0. É necessário estar preparado para enfrentar desafios complexos, trabalhar em equipe multidisciplinar, ter habilidades de comunicação, liderança e adaptabilidade, além de capacidade de aprendizado contínuo. A visão estratégica e o conhecimento em áreas interdisciplinares também são fundamentais. Essas habilidades e competências capacitam os profissionais para liderar a transformação digital e se destacarem em um cenário industrial cada vez mais impulsionado pela Indústria 4.0.

3. CONCLUSÃO

As considerações finais deste artigo destacam o impacto da Indústria 4.0 na Engenharia de Controle e Automação Industrial, ressaltando os principais desafios e oportunidades que surgiram nesse contexto.

A Indústria 4.0 representa uma revolução na forma como as empresas industriais operam, integrando sistemas ciberfísicos, Internet das Coisas (IoT), análise de dados e automação avançada. Essa transformação está trazendo mudanças significativas na Engenharia de Controle e Automação Industrial, exigindo que os profissionais se adaptem a novos paradigmas e desenvolvam novas habilidades e competências.

Dentre os desafios enfrentados na adoção da Indústria 4.0, destacam-se a integração de sistemas ciberfísicos, a segurança cibernética, a interoperabilidade, a tomada de decisões baseada em dados e a otimização de processos industriais. Esses desafios demandam soluções tecnológicas avançadas, bem como a capacidade de lidar com questões éticas, legais e sociais associadas à digitalização e automação dos processos industriais.

No entanto, a Indústria 4.0 também oferece oportunidades significativas para a Engenharia de Controle e Automação Industrial. A otimização de processos industriais, a melhoria da eficiência e produtividade, a redução de custos e o desenvolvimento de novos modelos de negócio são algumas das oportunidades que surgem com a implementação de soluções da Indústria 4.0.

Para se adaptarem e se destacarem nesse novo cenário industrial, os profissionais da Engenharia de Controle e Automação Industrial precisam desenvolver habilidades e competências além do conhecimento técnico, como habilidades de comunicação, liderança, trabalho em equipe multidisciplinar, visão estratégica e capacidade de aprendizado contínuo. É fundamental também acompanhar a evolução tecnológica e se atualizar constantemente para se manterem relevantes nesse ambiente dinâmico e em constante transformação.

Em resumo, a Indústria 4.0 está trazendo impactos significativos para a Engenharia de Controle e Automação Industrial, com desafios e oportunidades emergindo nesse contexto. A capacidade de se adaptar a essa nova realidade e desenvolver as habilidades e competências necessárias são cruciais para o sucesso dos profissionais da área na era da Indústria 4.0.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, L. C. et al. Indústria 4.0 na Klabin: um estudo de caso na otimização de processos de produção de celulose. *Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada*, v. 3, n. 1, p. 23-32, 2019.

FELD, T. et al. Implementing Industry 4.0: a case study on the Bosch Rexroth journey. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 29, n. 5, p. 910-936, 2018.

FLEURY, A.; RAMOS, G.; SCHMITZ, C. A Indústria 4.0 e seus impactos na Engenharia de Controle e Automação Industrial. *Revista Brasileira de Gestão e Inovação*, v. 6, n. 3, p. 1-17, 2019.

JAZDI, N. Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. In: 2014 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics, AQTR 2014. IEEE, 2014. p. 1-4.

KAGERMANN, H. et al. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Final report of the industrie 4.0 Working Group. Forschungsunion, 2013.

KUMAR, A. et al. Industry 4.0: A bibliometric analysis and systematic literature review. Benchmarking in Industry and Technology, v. 67, n. 3, p. 746-786, 2020.

KUSIAK, A. Industry 4.0: implementation challenges and opportunities. In: 2018 24th International Conference on Automation and Computing (ICAC), Newcastle upon Tyne, UK, 2018. p. 1-6.

LI, X. et al. Competency model for Industry 4.0: A qualitative study on the skills required for smart manufacturing. Technological Forecasting and Social Change, v. 137, p. 304-316, 2018.

MACHADO, R. et al. Desafios e oportunidades da Indústria 4.0 na Engenharia de Controle e Automação Industrial. Revista Brasileira de Engenharia de Produção, v. 1, n. 1, p. 25-34, 2019.

MELNYK, S. A. et al. Data analytics and decision making in the era of Industry 4.0. International Journal of Production Research, v. 56, n. 8, p. 2941-2961, 2018.

_____. et al. Industry 4.0 and the technological transformation of manufacturing: a bibliometric analysis and overview of the literature. International Journal of Production Research, v. 56, n. 1-2, p. 848-861, 2018.

SANTOS, L. A. et al. Indústria 4.0: conceitos, evolução histórica e desafios. Revista Produção e Desenvolvimento, v. 6, n. 1, p. 86-102, 2020.

SCHWAB, K. A Quarta Revolução Industrial. São Paulo: Edipro, 2017.

SILVA, A. R. et al. Segurança cibernética na Indústria 4.0: desafios e soluções. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Controle e Automação, 2020, Uberlândia. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia de Controle e Automação, 2020. p. 1-8.

SILVA, F. et al. Indústria 4.0: aplicação de tecnologias avançadas na otimização de processos industriais. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v. 2, n. 1, p. 43-52, 2020.

WOHLERS, A. et al. Industry 4.0: opportunities and challenges of the industrial internet. In: ASME 2017 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, Cleveland, Ohio, USA, 2017.

ZHANG, W. et al. Implementation of Industry 4.0 in manufacturing enterprises: an empirical study. International Journal of Production Research, v. 57, n. 7, p. 2204-2222, 2019.

ZHOU, K. et al. Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. International Journal of Production Economics, v. 184, p. 97-110, 2017.

[← Post anterior](#)

RevistaFT

A RevistaFT é uma Revista Científica Eletrônica Multidisciplinar Indexada de Alto Impacto e Qualis “B2” em 2023. Periodicidade mensal e de acesso livre. Leia gratuitamente todos os artigos e publique o seu também [clikando aqui](#).



Contato

Queremos te ouvir.

WhatsApp: 11 98597-3405

e-Mail: contato@revistaft.com.br

ISSN: 1678-0817

CNPJ: 48.728.404/0001-22

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), fundação do Ministério da Educação (MEC), desempenha papel fundamental na expansão e consolidação da pós-graduação stricto sensu (mestrado e doutorado) em todos os estados da Federação.

Conselho Editorial

Editores Fundadores:

Dr. Oston de Lacerda Mendes.

Dr. João Marcelo Gigliotti.

Editor Científico:

Dr. Oston de Lacerda Mendes

Orientadoras:

Dra. Hevellyn Andrade Monteiro

Dra. Chimene Kuhn Nobre

Dra. Edna Cristina

Dra. Tais Santos Rosa

Revisores:

Lista atualizada periodicamente em revistaft.com.br/expediente Venha fazer parte de nosso time de revisores também!

Copyright © Editora Oston Ltda. 1996 - 2023

Rua José Linhares, 134 - Leblon | Rio de Janeiro-RJ | Brasil