



INDÚSTRIA 4.0 E A CAPACITAÇÃO/FORMAÇÃO DO PROFISSIONAL DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Guilherme Balduino Lopes*¹, Eliel Floriano Resende do Prado¹, Fábio Vincenzi Romualdo da Silva¹ e Renato Santos Carrijo¹

¹FEELT - Universidade Federal de Uberlândia

Resumo - A Indústria 4.0 consiste na introdução de diversas inovações disruptivas nos processos produtivos. Para conseguir atingir os seus objetivos, usa como base tecnologias de alta performance atrelada ao Big Data, Computação em nuvem, Integração horizontal e vertical, Inteligência Artificial, Internet das Coisas Industrial, Realidade Virtual, Robôs autônomos, Segurança Cibernética, Simulação e Impressão 3D. Essas inovações estão criando uma disrupção na área de capacitação/formação dos profissionais da área de controle e automação para que possam atuar nas diversas áreas da Indústria 4.0. Essas novas tecnologias impactam fortemente na redução do custo de produção, eleva a qualidade dos produtos e dos serviços prestados. Nesse sentido, esse trabalho propõe um estudo exploratório e bibliográfico para levantar as mudanças que estão ocorrendo no processo de capacitação e formação do profissional que trabalha na implementação dessas novas tecnologias. Visa ainda fomentar a discussão sobre a Indústria 4.0 e contribuir para a disseminação dessas tecnologias que causam forte impacto na economia do país e na qualidade de vida dos brasileiros.

Palavras-Chave - Big Data, Computação em Nuvem, Indústria 4.0, Inteligência Artificial, Internet das Coisas Industrial, Segurança Cibernética

INDUSTRY 4.0 AND THE TRAINING/FORMATION OF THE CONTROL AND AUTOMATION PROFESSIONAL

Abstract - Industry 4.0 consists of the introduction of several disruptive innovations in productive processes. In order to achieve its goals, it uses high technology as a basis performance linked to big data, cloud computing, horizontal and vertical integration, Artificial Intelligence, Industrial Internet of Things, Virtual Reality, Autonomous Robots, Security Cybernetics, Simulation and 3D Printing. These innovations are also creating a disruption in the area of formation and training of professionals in the area of control and automation so that they can work in the various areas of Industry 4.0. These new technologies have a

strong impact on reducing the cost of production, raising the quality of products and services provided. In this sense, this work proposes an exploratory and bibliographic study to survey the changes that are taking place in the process of training/education of professionals who work in the implementation of these new technologies. It also aims to encourage discussion about Industry 4.0 and contribute to the dissemination of these technologies that have a strong impact on the country's economy and on the Brazilian's quality of life.

Keywords - Artificial Intelligence, Big Data, Cloud Computing, Cyber Security, Industry 4.0, Industrial Internet of Things

I. INTRODUÇÃO

Desde que a Alemanha anunciou a Indústria 4.0 e prometeu tornar as fábricas mais competitivas, muitos países se apressaram para lançar iniciativas semelhantes. Isso ocorreu porque não estava mais sendo viável impulsionar a eficiência operacional por meio de medidas tradicionais de corte de custos, visto que essa estratégia estava fornecendo apenas ganhos marginais [1].

Os Estados Unidos da América lançaram uma iniciativa semelhante chamada manufatura inteligente [2]. Em 2014, a China revelou uma visão nacional de 10 anos chamada "Feito na China 2025" para transformar a China em uma potência mundial de manufatura [3][4]. Em 2016, o Japão foi muito além da Indústria 4.0, e eles compartilharam a visão do que é chamado de Sociedade 5.0, que concentra-se na digitalização de todos os setores da vida da sociedade japonesa [5]. O governo do Reino da Arábia Saudita (KSA) lançou o projeto "Visão 2030" para atualizar as indústrias existentes (refinaria, petroquímica, bens de consumo de rápida movimentação, etc.) [6].

No Brasil, pesquisas, realizadas por diversas consultorias, têm estimado os impactos que o avanço da digitalização da economia poderá ter sobre a competitividade do país. A Accenture, uma empresa multinacional de consultoria de gestão, tecnologia da informação e *outsourcing*, por exemplo, estima que a implementação das tecnologias ligadas à Internet das

*guilhermealopes@ufu.br

Coisas deverá impactar o PIB brasileiro em aproximadamente US\$ 39 bilhões até 2030. O ganho pode alcançar US\$ 210 bilhões, caso o país crie condições para acelerar a absorção das tecnologias relacionadas, o que depende de melhorias no ambiente de negócios, na infraestrutura, programas de difusão tecnológica, aperfeiçoamento regulatório etc. McKinsey & Company, uma empresa de consultoria empresarial americana reconhecida como a líder mundial no mercado de consultoria empresarial, estima que, até 2025, os processos relacionados à Indústria 4.0 poderão reduzir custos de manutenção de equipamentos entre 1% e 40%, reduzir o consumo de energia entre 10% e 20% e aumentar a eficiência do trabalho entre 10% e 25%. Além desses impactos, haverá toda uma série de possíveis consequências da disseminação e da consolidação da Indústria 4.0, que exigirão uma nova concepção de política industrial para o Brasil [7].

A revolução da Indústria 4.0, com avanços em automação, informação, e tecnologias de comunicação, melhorou as capacidades e flexibilidades de fabricação de sistemas. No entanto, eles também aumentam as complexidades inerentes do sistema, introduzindo novas ramificações de aprendizado em áreas como: sistemas ciber-físicos, inteligência artificial, computação em nuvem, big data, cyber segurança, internet das coisas, robótica avançada, manufatura digital, manufatura aditiva, integração de sistemas, sistemas de simulação e digitalização. Sendo essas as principais áreas que formam os pilares da Indústria 4.0. Como resultado, há uma necessidade de capacitação de engenheiros que atuam na área de controle e automação.

Considerando que o Brasil não possui uma política industrial voltada a Indústria 4.0, como ocorre com a China, Alemanha, Arábia Saudita, Japão, Estados Unidos, entre outros países desenvolvidos. Levando em consideração os benefícios que a Indústria 4.0 pode trazer para as empresas, economia, redução de custos, melhor qualidade dos produtos e prestação de serviços no Brasil, essa proposta de trabalho tem como objetivo pesquisar as ações que estão sendo realizadas nas universidades, cursos técnicos, centros de pesquisa e empresas, tanto no Brasil quanto no exterior, para capacitar/formar os profissionais que já estão no mercado de trabalho e aqueles que irão ingressar nele, após a conclusão da graduação. Para isso, a metodologia aplicada neste artigo baseia-se em um estudo exploratório e bibliográfico.

II. METODOLOGIA

Este trabalho realiza um estudo exploratório e bibliográfico das ações que estão sendo realizadas no sentido de capacitar/formar o profissional que atua na área da Indústria 4.0. A pesquisa leva em consideração trabalhos científicos publicados que promovam o ensino das várias áreas da Indústria 4.0, bem como cursos de graduação e de pós-graduação criados na referida área. São analisados os tópicos, matérias e qualquer outra informação relevante que possa contribuir para apontar as ações que podem ser adotadas para a capacitação de engenheiros e técnicos que já estão no mercado de trabalho, bem como a formação dos futuros profissionais de nível superior que irão atuar na área.

III. CAPACITAÇÃO/FORMAÇÃO EM ALGUNS PAÍSES LÍDERES EM INOVAÇÃO

Na Áustria, Alemanha e Suíça, que são líderes em inovação, aproximadamente 25% da capacitação dos funcionários é realizada em instituições de pesquisa, que não estão vinculadas a instituições de ensino, e por volta de 30% em escolas de ensino médio e universidades. A Eslováquia e República Checa apresentam iniciativas inovadoras moderadas. Na Eslováquia 15% da capacitação de seus funcionários são realizadas em instituições de pesquisa e 24% em escolas de ensino médio e universidades. Na República Checa as porcentagens são 24% e 30%, respectivamente. Além disso, a Áustria, Alemanha e Suíça apresentam baixas taxas de desemprego de longa duração e mais de 70% das empresas desses países consideram o investimento em recursos humanos como a chave para um bom desempenho financeiro a longo prazo. É indispensável a necessidade de cooperação com universidades e que elas se esforcem em identificar as competências certas em relação aos objetivos da quarta revolução industrial [8].

IV. GRADUAÇÃO EM INDÚSTRIA 4.0

Universidades, principalmente em países desenvolvidos, começaram a atualizar seus programas de engenharia para integrar os conceitos da Indústria 4.0 em seus currículos de engenharia para qualificar seus graduados com as habilidades necessárias para implementar soluções da Indústria 4.0 [9]. A implementação da Indústria 4.0 é baseada em equipes multidisciplinares em várias tecnologias e técnicas, onde os alunos de graduação devem aprofundar e fortalecer suas habilidades [10][11].

Várias universidades já construíram laboratórios de fábricas inteligentes (LFI) e/ou simuladores baseados na Indústria 4.0 para realizarem pesquisa e/ou transferirem os novos conceitos para seus alunos [12][13]. Além disso, LFIs proporcionam aos alunos a capacidade de compreenderem o comportamento de sistemas de produção reais, aplicando diferentes cenários com base em diferentes abordagens de fabricação e explorando diferentes cenários para melhorar a eficiência da produção [14].

Universidades na Eslováquia, Hungria, Alemanha, Arábia Saudita, Portugal, Espanha, Bulgária e França já implantaram laboratórios e/ou desenvolveram simuladores de fábricas inteligentes de modo a explorar as principais áreas que formam os pilares da Indústria 4.0, facilitando dessa maneira, o desenvolvimento de pesquisa e de habilidades orientadas a projetos no ensino superior [15][16][17][18][19][20][21].

Vale ressaltar que os pilares da Indústria 4.0 também estão sendo adotados pela agricultura (Agricultura 4.0) [22], pelo setor de saúde (Hospital 4.0)[23], dentre outras áreas.

No Brasil a FATEC de São José dos Campos já vem oferecendo, desde do primeiro semestre de 2018, curso de nível superior de Manufatura Avançada [24].

O Curso de Engenharia de Controle e Automação da UNESP de Sorocaba acrescentou disciplinas que abordam conceitos de Indústria 4.0, M2M, Computação em Nuvem, MQTT e OPC UA [25].

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) possui vários projetos com investimento de alguns milhões de reais na área da Indústria 4.0, envolvendo vários programas de Pós-Graduação e de Graduação [26].

A Alemanha oferece, na INTERNATIONALE HOCHSCHULE, um curso de BACHAREL EM ENGENHARIA INDUSTRIAL 4.0 no estilo “Estude onde quiser. 100% online ou diretamente no local ou em mais de 28 unidades universitárias IU em toda a Alemanha” [27]. Além dessas facilidades, a universidade alemã oferece mais 12 centros de estudos e exames na Áustria e Suíça.

Algumas das disciplinas do curso são: Introdução à Internet das Coisas, Gestão da Cadeia de Abastecimento, Processo de Fabricação 4.0, Economia e Mercado, Administração de Empresas, Estatísticas, Engenharia Elétrica, Trabalho Colaborativo, Desenvolvimento de Produto 4.0, Contabilidade de Custos e Desempenho, Marketing, Governança Corporativa, Noções Básicas de Matemática II, Introdução à Proteção de Dados e Segurança de TI, Formação de Empresas e Gestão da Inovação, Gerenciamento de Projetos, Gestão Intercultural, Financiamento e Investimento, Modelos de Negócios Digitais, Automação e Robótica, Análise de Dados e Big Data e Simulação de Negócios. Vale ressaltar que com a união das áreas por meio da internet das coisas industrial, um dos objetivos da Indústria 4.0 é buscar a melhor maneira de unir todas essas áreas de conhecimento de modo que operem em harmonia e de forma otimizada para melhorar a qualidade do produto, reduzir o custo de produção, impacto ambiental, redução do consumo de energia, distribuição do produto, pesquisa de satisfação, identificação das necessidades dos clientes, dentre outras otimizações. Nesse sentido, o profissional precisa ter conhecimento de administração, trabalho colaborativo, gestão da cadeia de abastecimento, financiamento e investimento, saber analisar os dados coletados de modo a otimizar a produção, saber gerenciar um projeto, simular um negócio, dentre outros assuntos. Nesse sentido, a integração entre várias áreas assume um patamar mais alto de prioridade.

A universidade ÉSTA - School of Business & Technology em Belfort na França, oferece curso de graduação com especialização em Indústria 4.0. Ela oferece um curso de 5 anos, dois anos de disciplinas básicas, com foco científico (incluindo disciplinas de matemática, física-química, ciências da engenharia, ciências digitais e da computação). Caso o aluno já possua uma formação científica ou tecnológica do tipo BAC + 2 (DUT, BTS ou Prépa), a ÉSTA oferece três ênfases de engenharia com acréscimo de três anos. Uma dessas ênfases é a Indústria 4.0 [28].

A universidade (FACH) Hochschul-& Weiterbildungsportal Alemanha de Aprendizagem à Distância oferece curso de bacharelado em Engenharia com ênfase em Indústria 4.0 (B.Eng.) com duração de 42, 54 ou 72 meses [29].

A universidade de EUIFH - Europäische Fachhochschule na Alemanha oferece curso de bacharelado presencial em Indústria 4.0 nas cidades de Aachen, Brühl e Neuss [30].

A universidade de Hochschule - University of Applied Sciences oferece curso denominado Industrial Engineering - Bachelor of Science Digital Industry 4.0 na categoria EaD e híbrido [31].

V. PÓS-GRADUAÇÃO

De acordo com o Ministério da Educação (MEC), os cursos da modalidade Lato Sensu devem ter, no mínimo, 360 horas de duração. Os alunos que completarem essa pós-graduação não receberão um diploma, mas um certificado comprovando a conclusão do curso. O MBA (Master Business Administration) é um exemplo de Lato Sensu. No exterior, o MBA é considerado como um mestrado, mas, no Brasil, somente como uma especialização na área de administração.

A pós-graduação do tipo Stricto Sensu está restrita aos cursos de mestrado e doutorado.

A. Lato Sensu

Já existem vários cursos de especialização no exterior na área de Indústria 4.0: curso online do MIT (Massachusetts Institute of Technology)[32]; curso online OMNI ACADEMY - Industry 4.0 Training Online Courses in UK, London, Birmingham, Glasgow [33]; curso online de Indústria 4.0 e Produção no Mundo Digital na SRH Fernhochschule The Mobile University na Alemanha [34] e muitos outros.

No Brasil os cursos de especialização são oferecidos pelas seguintes instituições: curso presencial UNIP Indústria 4.0 (360 horas) [35]; curso de especialização em Engenharia Industrial 4.0 oferecido pelo InsTA UFPR [36]; curso de especialização em Indústria 4.0 oferecido pela UNINTER [37]; curso de especialização Indústria 4.0 oferecido pelo Centro Universitário Ítalo Brasileiro [38]; curso de especialização Especialização em Transformação Digital e Indústria 4.0 oferecido pela Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia [39]; curso de especialização em Engenharia e Gestão da Indústria 4.0: Produção Inteligente e Flexível oferecida pela PUCPR [40]; MBA em Indústria 4.0, oferecido pela PUC Minas [41]; MBA em Engenharia e Gestão da Indústria 4.0, oferecido pela Associação Educacional Dom Bosco [42]; Curso de Pós-Graduação EaD em Indústria 4.0 com duração de 12 meses, ofertado pelo Centro Universitário Una, que integra a Ânima Educação – uma das maiores organizações educacionais do país [43].

B. Stricto Sensu

Na Europa, Estados Unidos e Ásia são comuns cursos de mestrado em Indústria 4.0. No Brasil já existe curso de mestrado em Indústria 4.0 na Universidade Federal do Paraná - Curitiba e Universidade Federal do Amazonas.

VI. CONCLUSÕES

Economias mais maduras e inovadoras como a da Alemanha, Áustria e Suíça, mostram níveis significativamente mais altos em cooperação com parceiros externos, com institutos de pesquisa, ensino médio e universidades na busca de capacitação e formação de profissionais para atuarem na Indústria 4.0. Além disso, a maioria das empresas desses países consideram o investimento em recursos humanos como a chave para um bom desempenho financeiro a longo prazo.

Vários trabalhos têm sido publicados em países de primeiro mundo com foco na implantação de laboratórios de treinamento e pesquisa, bem como ambientes virtuais para o treinamento e formação dos profissionais para atuarem na Indústria 4.0. No entanto, não foram encontradas ações relevantes feitas pelo Brasil nesse sentido.

A Alemanha já possui várias universidades que oferecerem cursos de graduação em Indústria 4.0. A Universidade Internacional da Alemanha (Hochschule Internationale) já implantou um curso de bacharel em Engenharia Industrial 4.0. A vantagem do curso é que pode ser feito online, diretamente no local ou em mais 28 locais na Alemanha. Também está disponível em em mais 12 locais na Áustria e Suíça. A (FACH) Hochschul -& Weiterbildungsportal Alemanha também oferece curso de bacharelado a distância. A universidade alemã EUIFH - Europäische Fachhochschule oferece cursos presenciais em três cidades e a Universidade Hochschule - University of Applied Sciences oferece cursos EaD e híbrido. A Alemanha está investindo muito na formação e na capacitação de profissionais para atuarem na Indústria 4.0.

A França também possui curso de graduação com especialidade a distância o que reforça seu status de país de economias maduras e inovadoras. São países que não estão poupando esforços no sentido de estar sempre atualizando suas fábricas com tecnologia de ponta.

O Brasil ainda investiu muito pouco em soluções para a formação de profissionais para atuarem na Indústria 4.0. Possui alguns cursos de especialização e dois cursos de mestrado. O país não possui uma política industrial que favoreça a expansão da Indústria 4.0, o que desfavorece o desenvolvimento de seu parque industrial, prejudica o crescimento de sua economia, contribui para o elevado custo de produção e consumo de energia. Por isso, qualquer esforço no sentido de promover o treinamento/formação de profissionais da área de controle e automação contribui significativamente para impulsionar o Brasil rumo ao desenvolvimento e atualização da indústria brasileira.

Nesse sentido, cada vez mais os cursos que formam profissionais para atuarem em controle e automação, precisarão de disciplinas que tratam dos seguintes assuntos: Análise de dados e Big Data, Inteligência Artificial, Segurança Cibernética, Computação em Nuvem, Formação de Empresas e Gestão da Inovação, Gerenciamento de Projetos, Modelos de Negócios Digitais, Automação e Robótica, Simulação de Negócios, Financiamento e Investimentos, Protocolo MQTT, Protocolo OPC UA, Manufatura Avançada, Realidade Aumentada e Virtual, Tecnologias de Comunicação Sem Fio de 5ª geração (5G), Sensores Inteligentes, Impressão 3D, IIoT, Sistemas Ciber-Físicos, dentre outros assuntos relacionados as novas tendências da indústria.

REFERÊNCIAS

- [1] M. Andulkar, D. T. Le, U. Berger, “A multi-case study on Industry 4.0 for SME’s in Brandenburg, Germany.”, *In Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 3-6, pp. 3–6, Hilton Waikoloa Village HI USA, January 2018.
- [2] J. Posada, C. Toro, I. Barandiaran, D. Oyarzun, D. Stricker, R. De Amicis, E. B. Pinto, P. Eisert, J. Dollner, I. Vallarino, “Visual Computing as a Key Enabling Technology for Industrie 4.0 and Industrial Internet.”, *IEEE Comput. Graph. Appl.*, vol 35, pp. 26–40, 2015.
- [3] L. Li, “Technological Forecasting & Social Change China’s manufacturing locus in 2025: With a comparison of “Made-in-China” and “Industry 4.0””, *Technol. Forecast. Soc. Chang.*, vol.135, pp. 66–74, 2018.
- [4] L. D. Xu, L. E. Xu, L. Li, “Industry 4.0: State of the art and future trends.”, *Int. J. Prod. Res.*, vol. 56, pp. 2941–2962, 2018.
- [5] i-SCOOP. *From Industry 4.0 to Society 5.0: the big societal transformation plan of Japan..* Acesso em 30 de Agosto de 2021, em: <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/society-5-0/>
- [6] A. Alzahrani, “Markets and language policy in saudi arabia: How the english language can contribute to the success of the Saudi Vision 2030.”, *Int. J. Engl. Lang. Linguist. Res.*, vol. 5, pp. 1–12, 2017.
- [7] Portal da Indústria. Indústria 4.0. *Entenda seus conceitos e fundamentos..* Acesso em 30 de Agosto de 2021, em: <http://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/>
- [8] K. Stachová, J. Papula, Z. Stacho, L. Kohnová, “External partnerships in employee education and development as the key to facing industry 4.0 challenges.”, *Sustainability*, vol. 345, pp. 1-19, 2019.
- [9] S. M. Sackey, A. Bester, “Industrial engineering curriculum in Industry 4.0 in a South African context.”, *S. Afr. J. Ind. Eng.*, vol. 27, pp. 101–114, 2016.
- [10] R. Khan, S. U. Khan, “Design and implementation of an automated network monitoring and reporting back system.”, *J. Ind. Inf. Integr.*, vol. 9, pp. 24–34, 2018.
- [11] M. M. Mabkhot, A. Al-Ahmari, B. Salah, H. Alkhalefah, “Requirements of the smart factory system: A survey and perspective.”, *Machines*, vol. 23, pp. 1-22, 2018.
- [12] E. Abele, J. Metternich, M. Tisch, G. Chryssolouris, W. Sihn, H. ElMaraghy, V. Hummel, F. Ranz, “Learning factories for research, education, and training”, *Procedia CIRP*, vol 32, pp 1-6, 2015.
- [13] B. Krückhans, F. Morlock, C. Prinz, S. Freith, D. Kreimeier, B. Kuhlenkötter, “Learning Factories qualify SMEs to operate a smart factory.”, *In Proceedings of the COMA’16 Proceedings: International Conference on Competitive Manufacturing*, Wallenber centre, Stellenbosch, South Africa, pp. 457–460, 2016.
- [14] D. Kreimeier, F. Morlock, C. Prinz, B. Krückhans, D. C. Bakir, H. Meier, “Holistic learning factories.”, *Procedia CIRP*, vol. 17, pp. 184–188, 2014.

- [15] M. Kliment, M. Pekarcikova, P. Trebuna, M. Trebuna, "Application of TestBed 4.0 Technology within the Implementation of Industry 4.0 in Teaching Methods of Industrial Engineering as Well as Industrial Practice.", *Sustainability*, vol. 13, pp. 1-16, 2021.
- [16] Z. Kemeny, R. J. Beregi, G. Erdos, J. Nacs, "The MTA SZTAKI Smart Factory: platform for research and project-oriented skill development in higher education.", *6th CLF - 6th CIRP Conference on Learning Factories*, pp. 53-58, 2016.
- [17] B. Salah, M. Haider Abidi, S. H. Mian, M. Krid, H. Alkhalefah, A. Abdo, "Virtual Reality-Based Engineering Education to Enhance Manufacturing Sustainability in Industry 4.0", *Sustainability*, pp. 1-19, 2019.
- [18] B. Salah, S. Khan, M. Ramadan, N. Gjeldum, "Integrating the Concept of Industry 4.0 by Teaching Methodology in Industrial Engineering Curriculum.", *Processes*, pp. 1-16, 2020.
- [19] I. González, A. J. Calderón, J. Figueiredo, J. M. C. Sousa, "Design of an Educational Platform for Automation and Supervision Under The Industry 4.0 Framework.", *Proceedings of INTED 2018 Conference*, Valencia, Spain, pp. 4223-4232, 2018.
- [20] P. Yakimov, A. Iovev, "Towards Industry 4.0 Oriented Education.", *Proc. XXVIII International Scientific Conference Electronics - ET2019*, September 12 - 14, Sozopol, Bulgaria, pp. 2019.
- [21] T. K. Tran, H. Yahoui, N. Siauve, "An interactive approach to teach automation in the training of the industry 4.0", *13th International Conference on Software, Knowledge, Information Management and Applications (SKIMA)*, 2019.
- [22] L. Faramondi, G. Olivaa, L. Arditoa, A. Crescenzia, M. Caricatoa, M. Teseib, A. Onetti Mudac, R. Setola, "Use of Drone to Improve Healthcare Efficiency and Sustainability", *MIPRO 2020*, September 28 - October 02, Opatija, Croatia, 2020.
- [23] Kamran Mahroof, Amizan Omar, Nripendra P. Rana, Uthayasankar Sivarajah, Vishanth Weerakkody, "Drone as a Service (DaaS) in promoting cleaner agricultural production and Circular Economy for ethical Sustainable Supply Chain development", *Journal of Cleaner Production*, 2021.
- [24] FATEC São José dos Campos - SP *Manufatura Avançada*. Acesso em 4 de Fevereiro de 2021, em: <https://fatecsjc-prd.azurewebsites.net/curso-manufatura-avancada.php>
- [25] UNESP de Sorocaba *Curso de Engenharia de Controle e Automação de Sorocaba*. Acesso em 10 de Agosto de 2021, em: <https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Graduacao/EngenhariadeControleeAutomacao/tai.pdf>
- [26] UFSC *Transformação Digital: Indústria 4.0 e Serviços*. Acesso em 6 de Março de 2021, em: <https://propgpr.ufsc.br/digital-transformation-industry-4-0-and-services/>
- [27] INTERNATIONALE HOCHSCHULE *Com seu diploma em Engenharia Industrial Indústria 4.0, você está pronto para a digitalização de ramos inteiros da indústria*. Acesso em 6 de Junho de 2021, em: https://www.iu.de/kombistudium/lp/bachelor/wirtschaftsingenieurwesen-industrie-40/?clickref=11011hwttGX4&utm_source=private-network&utm_medium=koop&utm_campaign=partner1100137277
- [28] Ésta - School of Business & Technology em Belfort na França *Curso de Pós-Bac + 2 - Business Engineer Industry 4.0*. Acesso em 3 de Setembro de 2021, em: <https://www.esta-groupe.fr/formation/nos-parcours/filiere-industrie-40.html>
- [29] (FACH) HOCHSCHUL-& WEITERBILDUNGSPORTAL ALEMANHA *FERNSTUDIUM Wirtschaftsingenieurwesen Industrie 4.0 (B.Eng.)*. Acesso em 3 de Setembro de 2021, em: https://www.fachhochschule.de/studium/fernstudium_wirtschaftsingenieurwesen_industrie_4.0__b.eng.__20111
- [30] EU/FH - EUROPAISCHE FACHHOCHSCHULE *Bachelor Industrie 4.0 Studiere dual an der EU/FH*. Acesso em 3 de Setembro de 2021, em: <https://management.eufh.de/technik/bachelor/industrie-4.0>
- [31] Hochschule - University of Applied Sciences *Industrial Engineering - Bachelor of Science Digital Industry 4.0*. Acesso em 3 de Setembro de 2021, em: <https://www bbw-hochschule.de/studies/courses/bachelor/digital-industry-4-0.html>
- [32] Massachusetts Institute of Technology *Professional Certificate Program in Industry 4.0*. Acesso em 3 de Setembro de 2021, em: <https://professional.mit.edu/programs/certificate-programs/professional-certificate-program-industry-40>
- [33] OMNI ACADEMY *Industry 4.0 Training Online Courses in UK, London, Birmingham, Glasgow*. Acesso em 3 de Setembro de 2021, em: <https://www.omni-academy.com/industry-4-0-training-online-courses-uk/>
- [34] SRH Fernhochschule The Mobile University *Negócios Tecnológicos - Spiegel Academy Indústria 4.0 e produção no mundo digital*. Acesso em 3 de Setembro de 2021, em: <https://www.mobile-university.de/zertifikate/spiegel-akademie/industrie-4-0/>
- [35] UNIP Pós-Graduação *Indústria 4.0 (Presencial)*. Acesso em 3 de Setembro de 2021, em: <https://www.omni-academy.com/industry-4-0-training-online-courses-uk/>

- [36] InsTA UFPR *ENGENHARIA INDUSTRIAL 4.0*. Acesso em 3 de Setembro de 2021, em: <https://insta.ufpr.br/portal/especializacao/engenharia-industrial-4-0/>
- [37] UNINTER *INDUSTRIAL 4.0*. Acesso em 3 de Setembro de 2021, em: <https://www.uninter.com/pos-graduacao-ead/industria-4-0/>
- [38] Centro Universitário Ítalo Brasileiro *INDUSTRIAL 4.0*. Acesso em 3 de Setembro de 2021, em: <https://italo.com.br/cursos/industria-4-0/>
- [39] Universidade de Brasília *Especialização em Transformação Digital e Indústria 4.0*. Acesso em 3 de Setembro de 2021, em: <http://pos.epr.unb.br/>
- [40] PUCPR *Engenharia e Gestão da Indústria 4.0: Produção Inteligente e Flexível*. Acesso em 3 de Setembro de 2021, em: <https://www.pucpr.br/cursos-especializacao/engenharia-e-gestao-da-industria-4-0-producao-inteligente-e-flexivel/>
- [41] PUC Minas *MBA em Indústria 4.0*. Acesso em 3 de Setembro de 2021, em: https://www.pucminas.br/Pos-Graduacao/IEC/Cursos/Paginas/MBA_em_Industria_4.aspx?moda=5&polo=6&curso=724&situ=1
- [42] ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL DOM BOSCO *MBA EM ENGENHARIA E GESTÃO DA INDÚSTRIA 4.0*. Acesso em 3 de Setembro de 2021, em: <https://www.aedb.br/posgraduacao/industria-4-0/>
- [43] Centro Universitário Una - Ânima Educação: *Curso de Pós-Graduação em Indústria 4.0*. Acesso em 3 de Setembro de 2021, em: <https://pos.una.br/cursos/industria-4-0/>