

A ATUAÇÃO DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA 4.0 – UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

THE PERFORMANCE OF THE PRODUCTION ENGINEER IN INDUSTRY 4.0 – A LITERATURE REVIEW

Dener Martins dos Santos¹
André Luís de Oliveira Coutinho da Silva²
Sonia de Oliveira Morcerf²
Beatriz Campos Machado da Costa³
Maria Letícia da Costa Reis³
Rogério Clynton Ribeiro³

RESUMO

Uma vez que haja a compreensão de que o Engenheiro de Produção é formado para ser gestor, busca-se demonstrar onde esse profissional tem papel fundamental para implantação, condução e operação da Indústria 4.0, visto que a quarta revolução industrial é uma realidade e as organizações estão em busca de se adequarem para não perderem a competitividade, nem quedas na produtividade e consequentemente não serem prejudicadas, principalmente financeiramente. Essa demonstração se apresenta neste trabalho que é resultado de revisão bibliográfica que buscou apontar a evolução até os dias atuais da chamada quarta revolução industrial, bem como as responsabilidades e o perfil do Engenheiro de Produção, sem desprezar os principais desafios que as organizações devem enfrentar sob a gestão desse profissional que tem papel fundamental para a mudança cultural no que tange a capacitação sobre a tecnologia digital e reestruturação dos parques industriais.

Palavras-Chaves: Engenheiro de Produção. Indústria 4.0. Revolução Industrial.

ABSTRACT

Once there is an understanding that the Production Engineer is trained to be a manager, we seek to demonstrate where this professional plays a fundamental role in the implementation, conduct and operation of Industry 4.0, given that the fourth industrial revolution is a reality and organizations They are trying to adapt so as not to lose their competitiveness or decline in productivity and consequently not be harmed,

¹ Docente – Curso Engenharia de Produção – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ e Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). E-mail: dener.martins@ubm.br.

² Docentes – Curso Engenharia de Produção – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mails: andre.coutinho@ubm.br, sonia.morcerf@gmail.com.

³ Discentes – Curso Engenharia de Produção – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM), RJ. E-mails: bicacosta_bm@hotmail.com, mariaelele.costa@hotmail.com, clyntonribeiror@gmail.com.

especialmente financeiramente. Esta demonstração é apresentada neste trabalho, que é o resultado de uma revisão bibliográfica que buscou apontar a evolução até o presente dia da chamada quarta revolução industrial, bem como as responsabilidades e o perfil do Engenheiro de Produção, sem negligenciar os principais desafios que as organizações enfrentam sob o gerenciamento deste profissional que desempenha um papel fundamental na mudança cultural em termos de treinamento em tecnologia digital e reestruturação de parques industriais.

Keywords: Production Engineer. Industry 4.0. Industrial Revolution.

1 INTRODUÇÃO

As revoluções industriais têm feito parte de um processo natural nos últimos séculos tendo em vista o crescimento exponencial da sociedade que anseia cada vez mais por produtos com altos níveis de qualidade que por consequência forçam as organizações a fabricarem seus produtos com maior produtividade e prestarem serviços mais precisos, minimizando a possibilidade de erros que trazem desperdícios de dinheiro, matéria-prima e tempo.

Como se vive a era da tecnologia da informação, a quarta revolução industrial não poderia estar atrelada a outro segmento. Através da *IoT* a interação entre as organizações promove o aprimoramento dos processos produtivos com menos incertezas. Se adequar à Indústria 4.0 é um investimento amplo, pois, além do investimento na reestruturação do parque industrial, é preciso investir na capacitação profissional para gerir as tecnologias que regem essa revolução.

Segundo ALMEIDA (2019) os pilares da Indústria 4.0 são: acompanhamento em tempo real, virtualização, análise de dados e *big data*, robótica, simulação, sistemas de integração vertical e horizontal, internet das coisas, cibersegurança, computação em nuvem, manufatura aditiva e realidade aumentada. Já HAYASHI (2020) indica que existem alguns desafios para a aplicabilidade das tecnologias que norteiam a indústria 4.0, e que o profissional de Engenharia de Produção tem conhecimento para enfrentar de forma efetiva e eficaz estes desafios.

1.1 Objetivo Geral

Apresentar a importância da atuação do Engenheiro de Produção no processo de implementação da Indústria 4.0.

1.2 Objetivos Específicos

Verificar se a implantação da Indústria 4.0 depende apenas da substituição de máquinas e equipamentos e se há necessidade de qualificação profissional para operacionalização das tecnologias. Averiguar os ganhos organizacionais com a reestruturação do parque industrial ao implantar as tecnologias da Indústria 4.0. Investigar como a atuação do Engenheiro de Produção pode colaborar para a efetiva implantação e operação da Indústria 4.0.

1.3 Justificativa

A quarta revolução industrial não trata-se apenas da substituição de máquinas e equipamentos, trata-se de uma nova filosofia produtiva com o parque industrial mais automatizado, produção mais inteligente com máquinas autônomas, além de equipes com profissionais qualificados e capacitados para entender e operar as tecnologias relativas à Indústria 4.0. Essa revolução é um processo e todo processo tem suas etapas e que neste caso se trata da padronização produtiva, tratamento seguro dos dados, interação entre as organizações e qualificação profissional, por exemplo.

Esse artigo se justifica pela necessidade de demonstrar como vêm evoluindo o cenário 4.0 com a explanação dos seus pilares, os desafios e o perfil do Engenheiro de Produção para consolidar esse avanço, além é claro de servir como ponto de partida para outros estudos e para as empresas terem como referência do que precisa ser feito para se adequar ao cenário 4.0, considerando principalmente a atuação do Engenheiro de Produção.

Uma vez solidificada a implantação das tecnologias do cenário 4.0, virá mais uma transição, dessa vez para a Indústria 5.0 que já está em debate em âmbito global. De acordo com ODATA (2022), o objetivo da próxima revolução industrial é alcançar soluções de fabricação baseadas em zero desperdício, zero defeito e customização em massa. Conforme as máquinas e dispositivos funcionais se tornam mais inteligentes e conectados, a Indústria 5.0 busca combinar tais tecnologias com inteligência humana em operações colaborativas.

2 ASPECTOS GERAIS DA INDÚSTRIA 4.0 E DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

2.1 Indústria 4.0

Para SANTOS (2018), a Indústria 4.0 é a transformação digital dos mercados industriais (transformação industrial) com a fabricação inteligente atualmente em primeiro plano. A Indústria 4.0 representa a chamada quarta revolução industrial em manufatura discreta e de processo, logística e cadeia de suprimentos (Logística 4.0), indústria química, energia (Energia 4.0), transportes, serviços públicos, petróleo e gás, mineração e metais, entre outros segmentos, incluindo recursos industriais, saúde farmacêutica e até cidades inteligentes.

De acordo com SANTOS (2018), para entender a Indústria 4.0 é essencial ver toda a cadeia de valor que inclui fornecedores e as origens dos materiais e componentes necessários para várias formas de fabricação, a cadeia de fornecimento digital de ponta a ponta e o destino final de toda a fabricação, independente das etapas intermediárias e dos participantes: o consumidor final (em sua capacidade como empresário, consumidor, ocupante do prédio, proprietário da loja, trabalhador, cidadão, paciente e assim por diante).

2.1.1 Fundamentos da Indústria 4.0

De acordo com ALMEIDA (2019), com a evolução tecnológica e a integração dos processos segundo o conceito da Indústria 4.0, os sistemas de produção passaram a ficar cada vez mais inteligentes, capazes de detectar o surgimento de necessidades produtivas, de suprimentos e de matéria-prima, o que envolve a união de tecnologias físicas e digitais e a integração de todas as etapas do desenvolvimento de um produto ou processo, isso trouxe um impacto muito positivo, traduzindo em maiores eficiências e produtividade.

2.1.1.1 Acompanhamento em Tempo Real

Para PACHECO (2021), é preciso conhecer todas as etapas do processo de manufatura do produto no momento que elas acontecem na indústria, são dados e informações para análise em tempo real para a melhor tomada de decisão.

2.1.1.2 Virtualização

Também para PACHECO (2021), é uma prática que permite reproduzir o funcionamento das fábricas de forma fiel no ambiente digital, até mesmo simulando o funcionamento das máquinas. Como pode ser aplicada a todas as etapas de produção, a tecnologia torna os processos mais inteligentes, permitindo antecipar problemas rapidamente.

2.1.1.3 Análise de Dados e *Big Data*

De acordo com NARCISO FILHO (2018), *Big Data* é um termo voltado para tratamento de grandes volumes de informações e se aplica na Indústria 4.0, principalmente por causa do *IoT*, que é constituído por diversos sensores que coletam informações em tempo real de todo o processo produtivo. Desde o fornecedor da matéria-prima até a entrega ao consumidor. Estes sensores podem coletar informações de temperatura, umidade, quantidade, espessuras, entre outras informações.

2.1.1.4 Robótica

Para ALMEIDA (2019), na Indústria 4.0 são de extrema importância a padronização e o controle dos movimentos necessários para a fabricação do produto ao longo de sua cadeia produtiva, mesmo havendo flexibilidade no processo, a qual pode ser obtida, também, com a utilização de robôs que são programados para as tarefas necessárias à fabricação de produtos customizados ou à produção de grandes lotes, sem necessidade de supervisão humana, sendo capazes de trabalhar para automatizar e coordenar uma série de tarefas logísticas e de produção.

2.1.1.5 Simulação

Também para ALMEIDA (2019), a simulação de operações de fabricação ajuda a evitar prováveis erros ou até mesmo colisões em máquinas com CNC (Comando Numérico Computadorizado), produtos que serão injetados em moldes para plástico, estruturas, etc. Além desses parâmetros, a simulação dá uma real ideia de custos com matéria-prima, processo de fabricação e tempo de manufatura.

2.1.1.6 Sistemas de Integração Vertical e Horizontal

Segundo ROMANO (2017), a ideia por trás desse conceito é interconectar também o que está fora da fábrica, como logística, distribuição, mercado financeiro e afins. Tendo em vista esse cenário, existem duas classificações de integração na Indústria 4.0, a integração horizontal e vertical. A integração horizontal é sobre sistemas de TI (Tecnologia da Informação) e fluxos na cadeia de fornecimento/valor, incluindo os vários processos que passam por ela. Já a integração vertical possui um componente de nível hierárquico internamente à fábrica.

2.1.1.7 Internet das Coisas (IoT – Internet of Things)

VENTURELLI (2017) frisa que, a digitalização de dados de máquinas, processos e dispositivos, complementam a camada operacional de uma planta industrial. A Internet das Coisas (IoT), como é conhecida, é a técnica que permite conectar informações em geral de dispositivos na internet. Isso possibilita, dentro da Indústria 4.0, a interconexão de dados e sistemas, permitindo formar o ecossistema cibernético, onde é possível obter a interoperação completa e total da planta industrial, que pode ser chamada de planta digital.

2.1.1.8 Cibersegurança

ALMEIDA (2019) salienta que, um sistema com base nos conceitos da Indústria 4.0 deve ter seus sistemas produtivos integrados em uma rede de informações, interligando insumos, matéria-prima, máquinas e demais processos que envolvem a fabricação do produto. Todas essas áreas devem estar conectadas, e por isso a cibersegurança é um elemento fundamental para proteger sistemas e informações de possíveis ameaças e falhas que podem vir a causar transtornos na produção.

2.1.1.9 Computação em Nuvem (Cloud Computing)

De acordo com PEDERNEIRAS (2019), a computação em nuvem permite que as indústrias imprimam muito mais funcionalidades no seu dia a dia. Na fabricação de uma peça, as máquinas precisam de informações de comando, como quantidade, modelo, material utilizado, etc. Ao mesmo tempo, elas produzem informações do seu desempenho, quantidade de peças produzidas, entre outras. Para um funcionário

fazer a gestão desse processo com computação em nuvem, ele precisa ter acesso ao *software* que recebe as informações do provedor.

2.1.1.10 Manufatura Aditiva

WAGNER (2023) ressalta que, a manufatura aditiva é exatamente o oposto da forma tradicional de fazer objetos. Assim, em vez de usinar ou “subtrair” material para formar uma peça — da mesma forma que um escultor molda a argila — a técnica constrói um artigo imprimindo em três dimensões, camadas sobrepostas de matéria-prima. A impressão tridimensional é feita a partir de um modelo virtual e a matéria-prima pode ser bastante variada. Os polímeros são os mais comuns, mas a tecnologia também inclui fotopolímeros, resinas epóxi e metais.

2.1.1.11 Realidade Aumentada

De acordo com RIGOTTI (2020), apenas a utilização da realidade aumentada não define por si só que uma empresa é adepta da Indústria 4.0, tampouco o contrário dessa afirmação. A realidade aumentada é apenas uma tecnologia complementar. Ela faz parte dessa inovação, pois traz visibilidade à informação, essa que deve ser complementada por outras tecnologias, como a *IoT* e a inteligência artificial.

2.1.2 Desafios da Indústria 4.0

De acordo com HAYASHI (2020), a Indústria 4.0 está cada vez mais presente e, para competir no mundo de amanhã e além, as empresas devem evoluir com o tempo, no entanto, precisa enfrentar os desafios.

2.1.2.1 Segurança dos Dados

Para VENTURELLI (2017), a TI já se acostumou a lidar diariamente com problemas de segurança de dados, *figura 1*. A automação, uma vez convergindo com a TI, passou a herdar também este problema. No mundo da TA (Tecnologia da Automação), a questão da segurança de dados é relativamente nova, mas pode se afirmar que, a segurança da informação, em qualquer nível de automação, já é uma barreira a implantação e ao crescimento dos sistemas para a Indústria 4.0.

Figura 1 – Segurança de Dados

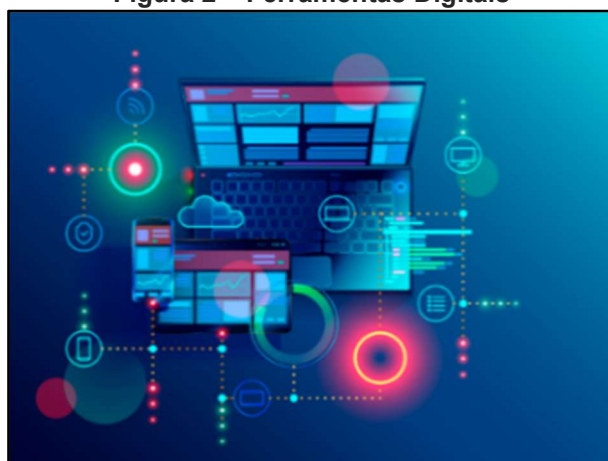


Fonte: Shutterstock (2022)

2.1.2.2 Falta de Qualificação Profissional

De acordo com HAYASHI (2020), para implementar com sucesso novas tecnologias e otimizar as operações, a empresa deve ter uma força de trabalho que possua “destreza digital”, as pessoas devem entender como as ferramentas digitais, *figura 2*, podem auxiliar os processos de fabricação a se tornarem mais fluídos, reduzindo os desperdícios e os gargalos, evitando falhas com medidas preditivas e aumentando a eficiência operacional da planta.

Figura 2 – Ferramentas Digitais



Fonte: Vepakum (2021)

2.1.2.3 Tecnologias Legadas

Ainda de acordo com HAYASHI (2020), outro desafio a ser enfrentado pelos líderes é a integração e interoperabilidade de todas as tecnologias legadas, *figura 3*. Lidar com sistemas legados é uma luta contínua, e não é novidade. No entanto, as

empresas já entenderam que, sem interoperabilidade, a sua capacidade de inovar é limitada. Por isso, é preciso contar com um fornecedor, ou melhor, um parceiro, capaz de trabalhar em conjunto para desenvolver e implementar soluções que enfatizem a modularidade, que ofereçam caminhos para atualizações ao longo do tempo e integrando as diversas soluções.

Figura 3 – Tecnologias Legadas



Fonte: Inforchannel (2020)

2.1.2.4 Inteligência Artificial

MORBI (2023) ressalta que, a inteligência artificial ou apenas IA ou AI, de *artificial intelligence* é um avanço tecnológico sem precedentes que vem permitindo que sistemas operem uma forma de inteligência similar à humana e que vão além da programação de ordens específicas, permitindo uma tomada de decisões de forma autônoma, baseadas em padrões de enormes bancos de dados. No campo da Indústria 4.0, a Inteligência Artificial permite que os robôs aprendam com as atividades realizadas e, dessa maneira, aprimorem as suas habilidades. Isso é incrível e valioso, já que essa característica pode tornar as fábricas mais autônomas e produtivas.

Figura 4 – Inteligência Artificial



Fonte: Crawly (2022)

2.1.2.5 Conectividade

HAYASHI (2020) ressalta também que, a conectividade, *figura 5*, vai permitir que a Indústria 4.0 seja uma realidade, integrando sistemas, compartilhando dados, e transformando toda essa tecnologia em inteligência. Para isso, é preciso contar com soluções de conexões inteligentes, como as oferecidas pelas redes *Mesh*, capazes de atender às necessidades das mais diversas indústrias, independentemente de sua localização.

Figura 5 – Conectividade



Fonte: Integracorp (2020)

2.2 Engenharia de Produção

Para SANTOS (2021), a Engenharia de Produção é uma área ampla, abrangendo diversas disciplinas que possuem foco em melhorar os sistemas

produtivos dentro de uma empresa. Essas melhorias são feitas através de uma combinação de informações, equipe, competências, materiais e muito mais.

ERNESTO (2023) frisa que, a Engenharia de Produção é uma área atenta às necessidades das empresas, com a capacidade de projetar, implantar, operar e otimizar sistemas integrados envolvendo homens, materiais, tecnologias, custos e informação, bem como a integração com o meio ambiente. A profissão trabalha para a melhoria de processos, redução de custos, resultado a curto prazo, otimizando a produção das empresas.

2.2.1 Responsabilidades

Também para SANTOS (2021), este profissional tem o papel de aumentar a produtividade, gerenciar produtos e equipes, além de também reduzir os custos dentro da empresa. Por isso, o Engenheiro de Produção é um profissional muito requisitado, principalmente em momentos de crises intensas, por diversos setores como os das indústrias químicas, de petróleo, alimentação e até mesmo para Engenharia Mecatrônica.

2.2.2 Principais Áreas de Atuação

Ainda para SANTOS (2021), a formação em Engenharia de Produção capacita o profissional para trabalhar em diversas áreas: Logística e Distribuição, Engenharia de Produto, Engenharia Organizacional, Engenharia de Sustentabilidade, Engenharia do Trabalho, Engenharia da Qualidade, Engenharia Econômica e outras.

2.2.3 Perfil do Engenheiro de Produção

Para ERNESTO (2023), o perfil do Engenheiro de Produção, *figura 6*, deve ser inovador, criativo, empreendedor, com aptidão para solucionar problemas e desenvolver produtos, além de ser gestor. O bacharel em Engenharia de Produção é um profissional que projeta, implanta, opera, otimiza e mantém sistemas integrados de produção de bens e serviços, envolvendo materiais, tecnologias, custos e informação, gerenciamento de recursos humanos bem como a integração com o meio ambiente.

Figura 6 – Engenheiro de Produção



Fonte: Unicorpfaculdades (2021)

3 ANÁLISE DA ATUAÇÃO DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA 4.0

Para UNESP (2021), de acordo com uma matéria publicada no Unifor (2020) os dados da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) do ano de 2018 mostraram que menos de 2% das organizações brasileiras estão inseridas na Indústria 4.0. O país tem muito a evoluir, em especial com a pandemia do novo coronavírus, que obrigou as empresas a adotarem a inovação para permanecerem no mercado. Assim, criou oportunidades para o Engenheiro de Produção, pois é um profissional que atua em toda a cadeia produtiva de uma instituição e é capaz de implantar processos inovadores que são base da Indústria 4.0.

UNIFOR (2020) destaca que, o Engenheiro de Produção é o profissional responsável por todos os processos produtivos de uma organização, desde a negociação para a compra de matérias-primas até a distribuição física dos produtos acabados. Por estar sempre em busca da melhoria contínua, esse perfil é o mais capacitado para atuar na implementação de processos inovadores dentro das organizações, que são a base da indústria 4.0.

De acordo com um artigo publicado no Portal Ferramental (01 de jun. de 2018), Indústria 4.0, também conhecida como Quarta Revolução Industrial, são termos criados recentemente e que são bastante utilizados para abranger os avanços tecnológicos e processos cada vez mais integrados e eficientes na Indústria. Nesse contexto, o trabalho do Engenheiro de Produção mostra-se tão importante e necessário, já que é ele o profissional responsável por todos os processos produtivos

de uma organização, desde o manuseio da matéria-prima, até a entrega do produto final. Além disso, o especialista em Engenharia de Produção precisa estar atualizado com as transformações tecnológicas e atento as tendências e inovações que a área passará, sempre pensando em maneiras de reduzir os custos e evitar desperdícios, considerando os aspectos ambientais, econômicos e sociais.

Para TURINO (2017), as mudanças estão acontecendo cada vez mais disruptivas e afetam de todas as maneiras a profissão do Engenheiro de Produção, por ser um dos principais profissionais que integram as tecnologias aos meios produtivos. O profissional formado em engenharia de produção deve estar completamente inserido nas mudanças do mundo para além de colaborar com elas, não se tornar obsoleto diante a rapidez com que está ocorrendo.

4 CONCLUSÃO

A evolução para a Indústria 4.0 por si só já tem seus desafios, mas não somente os desafios pontuais dessa revolução industrial que são os obstáculos, uma vez que a reestruturação cultural organizacional acaba sendo também um obstáculo já que precisa ser eliminada a resistência para a utilização de ferramentas computacionais, informatização setorial e padronização dos processos para que não haja incompatibilidade com outras organizações. Para resolver essas questões precisa-se desenvolver um projeto bem estruturado de qualificação e capacitação profissional, apresentar relatórios com indicadores para os gestores evidenciando os ganhos com a implantação da Indústria 4.0 de forma a justificar o investimento.

O Engenheiro de Produção aprende durante o processo de formação da profissão as técnicas relativas aos dispositivos e ferramentas que colocados em prática o farão ter sucesso profissional apresentando resultados significativos para as organizações, mas precisa estar em constante aprendizado e atualizações sobre as tendências de mercado, tendo em vista que as tecnologias digitais e de maquinário estão em constante evolução em consonância com as suas equipes de trabalho.

A Engenharia de Produção ganha sistematicamente com a implantação da Indústria 4.0 robotizando setores, automatizando processos, utilizando ferramentas digitais que têm um nível mais alto de precisão e maior velocidade de processamento, promovendo assim maior produtividade e qualidade dos produtos fabricados e

serviços prestados, sempre tendo em vista que nenhum profissional é autossuficiente e com isso a Engenharia de Produção estará em perfeita harmonia com todos os setores da organização.

A tecnologia da informação evolui sistematicamente e numa velocidade sem precedentes, isso vem contribuindo para a diminuição dos intervalos entre as revoluções industriais. Enquanto as organizações trabalham em prol de se adaptarem para o cenário 4.0 já se fala na Indústria 5.0, o objetivo da próxima revolução industrial é alcançar soluções de fabricação baseadas em zero desperdício, zero defeito e customização em massa. Conforme as máquinas e dispositivos funcionais se tornam mais inteligentes e conectados, a Indústria 5.0 busca combinar tais tecnologias com inteligência humana em operações colaborativas.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ALMEIDA, Paulo S. de; **Indústria 4.0: princípios, aplicabilidade e implantação na área industrial**. São Paulo: Érica, 2019. 136p.

ENGENHARIA de Produção e a Indústria 4.0. **Unesp**, 2021. Disponível em: <https://mepep.feg.unesp.br/blog/340-engenharia-de-producao-e-a-industria-4-0>. Acesso em: 23 de ago. de 2023.

ERNESTO, Laís. O que faz um engenheiro de produção? Conheça as áreas da profissão!. **Toledoprudente**, 2023. Disponível em: <https://hs.toledoprudente.edu.br/blog/o-que-faz-um-engenheiro-de-producao-conheca-as-areas-da-profissao>. Acesso em: 6 de ago. de 2023.

FERRAMENTAS digitais e tecnológicas que facilitam a gestão dos negócios. **Vepakum**, 2021. Disponível em: <https://vepakum.com.br/blog/2021/05/22/ferramentas-digitais-e-tecnologicas-que-facilitam-a-gestao-dos-negocios>. Acesso em: 7 de ago. de 2023.

HAYASHI, Ricardo. 5 principais desafios da indústria 4.0. **Industria40**, 2020. Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/artigo/19818-5-principais-desafios-da-industria-40>. Acesso em: 6 de ago. de 2023.

INTEGRACORP 4.0 – tempo real de tecnologia e conectividade. **Integracorp**, 2020. Disponível em: <https://integracorp.com.br/blog/integracorp-40-tempo-real-de-tecnologia-e-conectividade.html>. Acesso em: 7 de ago. de 2023.

INTELIGÊNCIA Artificial: O que é, como funciona e quais as principais aplicações?. **Crawly**, 2022. Disponível em: <https://www.crawly.com.br/blog/inteligencia-artificial-o-que-e-como-funciona-e-quais-as-principais-aplicacoes>. Acesso em: 7 de ago. de 2023.

LUCENA, André. Segurança de Dados: será que o Brasil avançou?. **Olhardigital**, 2022. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2022/12/16/colunistas/seguranca-de-dados-sera-que-o-brasil-avancou/>. Acesso em: 7 de ago. de 2023.

MORBI, Henrique. O que é inteligência artificial na indústria 4.0 e suas aplicações. **B2i**, 2023. Disponível em: <https://b2i.network/o-que-e-inteligencia-artificial-na-industria-4-0-e-suas-implicacoes/>. Acesso em: 18 de ago. de 2023.

NARCISO FILHO, Paulo. Qual é o papel do Big Data na Indústria 4.0?. **Harbor**, 2018. Disponível em: <https://www.harbor.com.br/harbor-blog/2018/08/02/qual-e-o-papel-do-big-data-na-industria-4-0/>. Acesso em: 16 de ago. de 2023.

ODATA, Imprensa. Indústria 5.0: Entenda seu impacto na sociedade. **Industria40**, 2022. Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/noticias/22761-industria-50-entenda-impacto-sociedade>. Acesso em: 12 de ago. de 2023.

PACHECO, Juliana. Os 10 principais fundamentos da Indústria 4.0. **Novisistemas**, 2021. Disponível em: <https://www.novisistemas.com.br/10-fundamentos-da-industria-4-0/>. Acesso em: 14 de ago. de 2023.

PEDERNEIRAS, Gabriela. Cloud, ou computação em nuvem, na indústria 4.0. **Industria40**, 2019. Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/artigo/17984-cloud-ou-computacao-em-nuvem-na-industria-40>. Acesso em: 12 de ago. de 2023.

PÓS-GRADUAÇÃO em Engenharia de Produção. **Unicorpfaculdades**, 2021. Disponível em: <https://brasil.unicorpfaculdades.edu.br/produto/pos-graduacao-em-engenharia-de-producao/>. Acesso em: 23 de ago. de 2023.

QUAL será a atuação do Engenheiro de Produção na Indústria 4.0? **RevistaFerramental**, 2018. Disponível em: <https://www.revistaferramental.com.br/noticia/atuacao-engenheiro-de-producao-na-industria-4-0/>. Acesso em: 23 de ago. de 2023.

RIGOTTI, Genara. Realidade aumentada na indústria: quais os ganhos e aplicações. **Abii**, 2020. Disponível em: <https://abii.com.br/realidade-aumentada-na-industria-quais-os-ganhos-e-aplicacoes/>. Acesso em: 16 de ago. de 2023.

ROMANO, Matheus. Entenda tudo sobre a integração na indústria 4.0 e conheça as integrações horizontal e vertical. **Logiquesistemas**, 2017. Disponível em: <https://www.logiquesistemas.com.br/blog/integracao-na-industria-40/>. Acesso em: 16 de ago. de 2023.

SANTOS, Guilherme. Engenheiro de Produção: Tudo o Que Você Precisa Saber Sobre a Profissão. **AutomacaoIndustrial**, 2021. Disponível em: <https://www.aotomacaoindustrial.info/engenheiro-de-producao/>. Acesso em: 6 de ago. de 2023.

SANTOS, Sandro; **Indústria 4.0**. SSInvestimentos, 2018.

TECNOLOGIA legada e falta de habilidades dificultam a Transformação Digital. **Inforchannel**, 2020. Disponível em: <https://inforchannel.com.br/2020/06/03/tecnologia-legada-e-falta-de-habilidades-dificultam-a-transformacao-digital/>. Acesso em: 7 de ago. de 2023.

TURINO, Carlos E. Engenharia de Produção x Indústria 4.0. **Toledoprudente**, 2017. Disponível em: <https://hs.toledoprudente.edu.br/blog-engenharia-de-producao/engenharia-de-producao-x-industria-4-0>. Acesso em: 14 de ago. de 2023.

UNIFOR. Indústria 4.0 potencializa a empregabilidade do engenheiro de produção. **Globo**, 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/ce/ceara/especial-publicitario/unifor/ensinando-e-aprendendo/noticia/2020/10/29/industria-40-potencializa-a-empregabilidade-do-engenheiro-de-producao.ghtml>. Acesso em: 23 de ago. de 2023.

VENTURELLI, Márcio. A segurança de dados na Indústria 4.0. **AutomacaoIndustrial**, 2017. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/seguranca-de-dados-na-industria-4-0/>. Acesso em: 16 de ago. de 2023.

WAGNER, Luiz A. Manufatura aditiva: o caminho para a indústria 4.0 otimizar recursos e processos. **Labra**, 2023. Disponível em: <https://blog.labra.com.br/manufatura-aditiva-o-caminho-para-a-industria-4-0>. Acesso em: 12 de ago. de 2023.