

SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO



4^a Revolução Industrial

Introdução: Alemanha e a Indústria 4.0

Organização





Associação de Engenheiros Brasil-Alemanha

Fundada em 1956, em São Paulo, e atualmente presidida pelo engenheiro Mauricio Muramoto, a Associação de Engenheiros Brasil-Alemanha (VDI-Brasil) desenvolve soluções para a cooperação em engenharia, tecnologia e inovação entre os dois países.

A Associação oferece a engenheiros da academia e indústria uma plataforma para o desenvolvimento de soluções para desafios comuns aos dois países. Fruto desta discussão técnica, conduzida por clusters temáticos, dão origem a uma série de projetos de colaboração, publicações, eventos, simpósios e cursos.

A VDI é reconhecida mundialmente e tem sua matriz na Alemanha; com mais de 155 mil associados, é a maior associação tecno-científica da Europa. No Brasil, está instalada desde 2018, no campus do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), em meio à Cidade Universitária.

No Brasil, a VDI tem como visão se tornar a maior plataforma de intercâmbio de cooperação em engenharia Brasil-Alemanha com a missão de pavimentar o caminho do engenheiro para o sucesso, construir o engenheiro do amanhã, cultivar a engenharia sem fronteiras e trabalhar pela diversidade na engenharia.

Todas as publicações da VDI-Brasil são publicadas e disponibilizadas de forma gratuita em <https://www.vdibrasil.com/artigos-tecnicos/>

Editorial

O futuro chegou muito mais rápido do que imaginamos. Muitas vezes as situações ocorrem de forma que não podemos nos preparar ou nem mesmo imaginar as repercussões. Por isso precisamos praticar a resiliência de forma a nos adaptar e acompanhar essas mudanças para que façamos parte delas, e que não fiquemos para trás.

Sabemos que na terceira revolução industrial, a eletrônica, a computação e os robôs já existiam. Nessa fase o ser humano era responsável por programar o computador e os robôs de forma que fizessem exatamente o que era planejado. Com o advento da quarta revolução industrial, também chamada de Indústria 4.0, a incorporação de tecnologias como a Inteligência Artificial e as suas novas aplicações, transformaram o mundo como o conhecemos. Nesse novo ambiente, as máquinas se comunicam entre si e com os seres humanos, aprendem, e fazem vários processos sem interferência humana, ao longo de toda a cadeia de valor, do cliente ao último fornecedor da cadeia.

A realidade pode parecer assustadora para muitos, mas o início é simples. Um passo por vez, ao seu tempo, mas constante. Seguir a Indústria 4.0 não é apenas investimento tecnológico, é também planejamento e alinhamento, é uma mudança de *mindset* e na forma de ver e agir de todos os colaboradores. Afinal a Indústria 4.0 vai além dos robôs e máquinas, e inclui um fator essencial que são os seres humanos, necessários para que a mudança aconteça. Aqui, as pessoas serão responsáveis pelos processos criativos e de tomada de decisão e não mais por tarefas manuais e repetitivas.

Em busca de divulgar e disseminar o conhecimento sem fronteiras entre países e instituições industriais e acadêmicas, nós lançamos esta coleção de publicações voltadas à Indústria 4.0 que tem como base documentos de instituições renomadas alemãs, mas adaptado à realidade brasileira. Aqui vocês acompanharão textos técnicos que desmistificarão termos e tecnologias, *cases* reais de fábricas nacionais e internacionais, vídeos com especialistas, entrevistas e aplicações práticas que possam ser adaptadas a sua realidade. O grande objetivo é criar uma trilha do conhecimento que forneça *insights* e aprendizado.

A troca de conhecimentos apenas agrega e alavanca nosso país. Por isso, vamos unir forças e crescer todos juntos em direção à digitalização e à Indústria 4.0.

Seja muito bem-vindo ao mundo VDI-Brasil e desejamos a você uma ótima leitura.

ASSINATURAS



Maurício Muramoto
Presidente VDI-Brasil



André Wulfhorst
Vice-Presidente Tesoureiro da VDI-Brasil

Autores

MSc. Júlia de Andrade Bertazzi, Gerente de Projetos VDI-Brasil

Eng. Mauricio Muramoto, Presidente VDI-Brasil

MSc. André Wulfhorst, Gerente Sênior de Desenvolvimento da Rede de Concessionários e Treinamento Veículos Comerciais e Vice-Presidente Tesoureiro da VDI-Brasil

João Vitor Stedile, Diretor Executivo VDI-Brasil

José Borges Frias Jr., Diretor de Estratégia e Business Development para a Digital Industries; Head de Inovação da Siemens no Brasil e Vice-Presidente da VDI-Brasil

Prof. Dr.-Ing. Klaus Schützer, Professor no PGEPR-UFABC; Pesquisador Colaborador na Poli-USP

MSc. Rogerio Nakamura, Gerente Sênior de Manufatura na SEG Automotive

Arte

L/ACOM

Edição

VDI-Brasil

Alemanha e a Indústria 4.0

A Alemanha tem uma das indústrias de manufatura mais competitivas do mundo, sendo líder global no setor de equipamentos. Isso se deve à sua capacidade de gerenciar processos industriais complexos, seu nível significativo de competências em Tecnologias da Informação (TI) e *know-how* em sistemas embarcados (combinação de hardware e software de computador projetado para uma função específica) e engenharia de automação [1].

No entanto, a indústria europeia como um todo enfrenta concorrentes, especialmente asiáticos, que avançam no mercado tecnológico em um ritmo constante com custos significativamente menores. Como plano para se manter competitiva, avanços tecnológicos e novas estratégias se tornaram imprescindíveis para que a Alemanha sustente a sua posição em relação à indústria, sendo assim foram desenvolvidas e aprimoradas as competências já existentes com novas possibilidades [2].

Os avanços em sistemas embarcados com alta capacidade de processamento e autonomia, resultaram na convergência do mundo físico e do mundo virtual na forma de Sistemas Físico-Cibernéticos (CPS), ou seja, ocorreu a fusão de ambos os mundos, no qual o ambiente virtual simula o dia a dia da operação em chão de fábrica. Neste cenário, os recursos, informações, objetos e pessoas são capazes de se conectar em rede para criar a Internet das Coisas, Serviços [1] e Dados [3].

Os efeitos desse fenômeno são sentidos pela indústria e a Alemanha está em posição única para explorar o potencial de um novo tipo de industrialização: a Indústria 4.0.

Em dezembro de 2010 em Berlim, em uma reunião na Academia Nacional da Ciência e Engenharia Alemã, acatech, Wolfgang Wahlster, Henning Kagermann e Wolf-Dieter Lukas, na época o Presidente do Centro Alemão de

Pesquisa em Inteligência Artificial, o Presidente da acatech e o Chefe do Departamento de Tecnologias do Ministério Federal de Educação e Pesquisa, respectivamente [4], discutiram e planejaram um importante projeto futuro para a Alemanha em nome do Governo Federal, para a aplicação de Sistemas Físico-Cibernéticos e da Internet das Coisas em sistemas de produção. Nessa reunião, o termo *Industrie 4.0* (ou Indústria 4.0 em português) surgiu oficialmente pela primeira vez [5].

A iniciativa Indústria 4.0 foi apresentada ao público na Hannover Messe, uma das maiores feiras do mundo em tecnologia e indústria, em 2011 e teve o termo publicado pela primeira vez na VDI-Nachrichten (um jornal semanal para engenheiros), na Alemanha, com o título “Indústria 4.0: Com a Internet das Coisas a caminho da quarta revolução industrial”. O conteúdo da reportagem é apresentado na Figura 1 [4].

A Indústria 4.0 se deu com o objetivo de anunciar a quarta revolução industrial e, ao mesmo tempo, fornecer uma indicação do importante papel futuro do software, por meio do tipo de designação de versão conhecido em TI [5].

No entanto, pesquisas iniciais no tema de Indústria 4.0 já eram feitas por Wolfgang Wahlster desde 2005 na fábrica inteligente do Centro Alemão de Pesquisa de Inteligência Artificial (DFKI - Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz), em Kaiserslautern.

Neste cenário, os humanos trabalham lado a lado com robôs em equipes híbridas e são apoiados em suas atividades por sistemas inteligentes [6]. Produtos, processos e infraestrutura também fazem parte desta mudança, em que diferentes áreas, desde o fornecimento de matéria prima, a fabricação, a manutenção, a entrega do produto e o atendimento ao cliente estão todos conectados à rede em tempo real pela Internet, transformando cadeias de valor rígidas em redes de valor altamente flexíveis [3].

Indústria 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution

STRUKTURWANDEL: Zur Hannover Messe tritt die Initiative „Indústria 4.0“ an die Öffentlichkeit. Henning Kagermann, Wolf-Dieter Lukas, Wolfgang Wahlster, drei Vertreter aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft, zeigen im nachfolgende Beitrag, wie der Paradigmenwechsel in der Indústria ablaufen wird. In der nächsten Dekade werden auf der Basis Cyber-Physischer Systeme neue Geschäftsmodelle möglich. Deutschland könnte hierbei „die erste Geige“ spielen.

VDI nachrichten, Berlin, 1. 4. 11, rns
Sich als Produktionsstandort auch in einer Hochlohregion behaupten zu können wird zunehmend zu einer Schlüsselfrage im globalen Wettbewerb.

Im Gegensatz zu anderen Industrieländern ist es Deutschland in den letzten zehn Jahren gelungen, die Anzahl der Beschäftigten in der Produktion weitgehend stabil zu halten. Nicht zuletzt wegen des stark mittelständisch geprägten, aber hoch innovativen produzierenden Gewerbes hat Deutschland auch die wirtschaftlichen Auswirkungen der Finanzkrise besser gemeistert als viele andere.

Die Entwicklung und Integration neuer Technologien und Prozesse haben dazu wesentlich beigetragen.

Produktionsstandort bleiben heißt heute, sich fit zu machen für die vom Internet getriebene 4. industrielle Revolution.

► Die erste industrielle Revolution, die Einführung mechanischer Produktionsanlagen Ende des 18. Jahrhunderts, und

► die zweite industrielle Revolution, die arbeitsteilige Massenproduktion von Gütern mit Hilfe elektrischer

Stellung insbesondere im Automobil- und Maschinenbau erarbeitet. Nun gilt es, den nächsten Schritt zum Internet der Dinge im industriellen Umfeld zu machen, damit Deutschland bis 2020 Leitanbieter auf diesem neuen Markt wird.

Durch die digitale Veredelung von Produktionsanlagen und industriellen Erzeugnissen bis hin zu Alltagsprodukten mit integrierten Speicher- und Kommunikationsfähigkeiten, Funksensoren, eingebetteten Aktuatoren und intelligenten Softwaresystemen entsteht hier eine Brücke zwischen virtueller („cyber space“) und dinglicher Welt bis hin zur wechselseitigen feingranularen Synchronisation zwischen digitalem Modell und der physischen Realität.

Bei der Entwicklung dieser Cyber-Physischen Systeme wird in Deutschland bereits auf die Ergebnisse mehrerer erfolgreicher Forschungsprojekte zurückgegriffen (Digitales Produktgedächtnis), deren Zielsetzung die Erforschung und Nutzung des Technologietrends für innovative Produkte und Lösungen ist.

In diesem Transformationsprozess tritt jetzt zusätzlich zur noch stärker-



Wolfgang Wahlster, Chef des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz, Henning Kagermann, Präsident der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften, und Wolf-Dieter Lukas, Abteilungsleiter Schlüsseltechnologien im Bundesforschungsministerium, planen die Zukunft: Sie sehen Geschäftspotenziale der 4. industriellen Revolution nicht nur in der betrieblichen Prozessoptimierung, sondern auch im Dienstleistungsbereich. Smart Products bieten ihre Fähigkeiten als intelligente Dienste an.

Foto: Acatach/Steffen Weigelt

Nicht eine zentrale Steuerung, sondern quasi der Rohling für ein Produkt „sagt“, wie er in den einzelnen Fertigungsschritten bearbeitet wer-

nen völlig neuartigen Geschäftsmodellen erhebliche Optimierungspotentiale in Logistik und Produktion. Durch die lokale Autonomie akti-

net durch Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M) eigenständig Informationen austauschen, Aktionen auslösen und sich wechselseit-

Figura 1: Wolfgang Wahlster, Henning Kagermann e Wolf-Dieter Lukas planejando o futuro [4]

Revoluções Industriais

A industrialização iniciou no final do século XVIII, quando a forma como as mercadorias eram produzidas foi revolucionado devido a introdução do tear mecânico, movido à vapor gerado pela queima do carvão mineral.

A industrialização, que antes limitava-se à Inglaterra, expandiu-se para outros países, como Estados Unidos, França, Rússia, Japão e Alemanha. Com a descoberta de novas fontes de eletricidade, deu-se início à segunda revolução industrial no início do século XX, e envolveu a produção em massa de bens movidos à eletricidade, baseada na divisão do trabalho. Esta revolução deu-se início nos Estados Unidos, quando a primeira linha de montagem em larga escala foi apresentada em um abatedouro em

Cincinnati, no estado de Ohio em 1870 e em seguida o modelo foi expandido para outros setores, mais reconhecido o automobilístico. A primeira montagem final em movimento é implementada na fábrica de Highland Park na Ford [7], caracterizando o modelo fordista de produção, idealizado em 1913 pelo empresário estadunidense Henry Ford, que é uma referência dessa revolução.

Por sua vez, isso foi superado pela terceira revolução industrial, no início dos anos 1970. Nela, empregou-se a eletrônica e a TI para alcançar maior automação dos processos de manufatura, permitindo avanços significativos na comunicação e globalização.

Como pode ser observado na Figura 2, as três primeiras revoluções industriais surgiram como

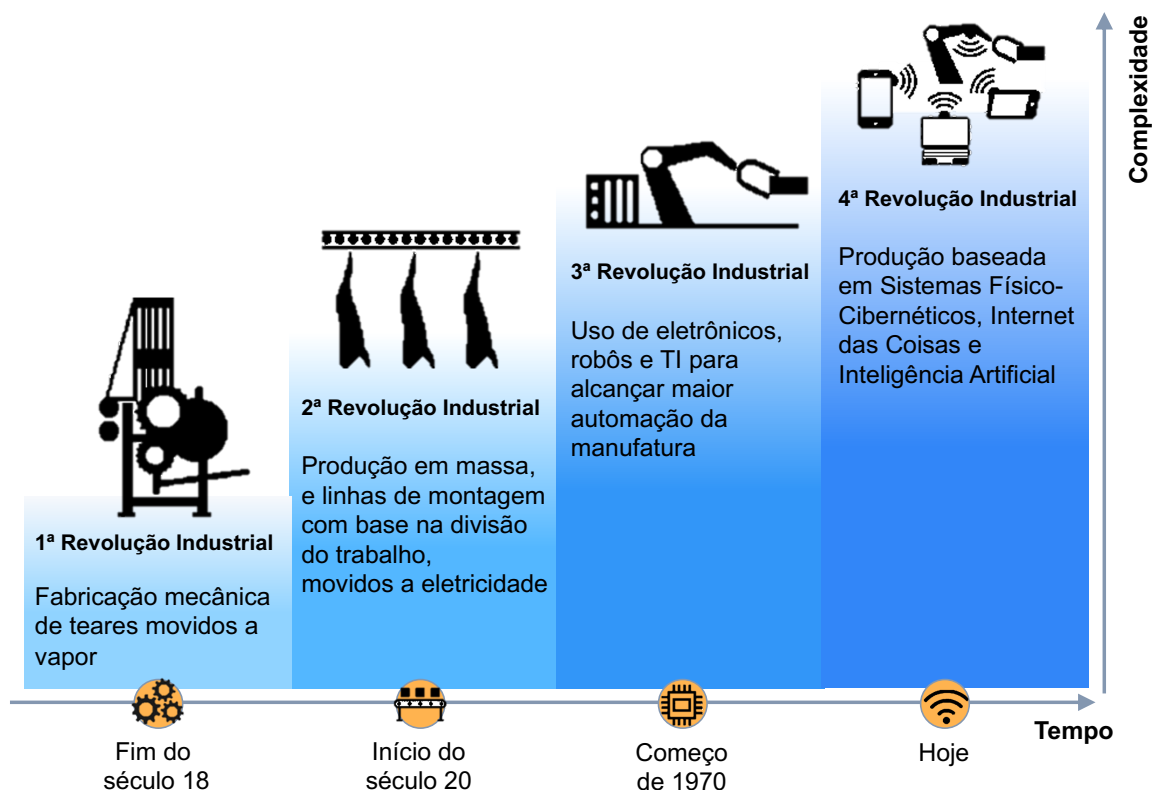


Figura 2: Revoluções Industriais (adaptado de [1])

resultado da mecanização, eletricidade, eletrônica e do novo modelo de organização do trabalho. Agora, a introdução da Internet no ambiente de manufatura, originou a Internet das Coisas (IoT), Internet dos Serviços (IoS) e a Internet das Coisas Industrial (IIoT), cujos conceitos serão detalhados nos próximos artigos. e deu início a quarta revolução industrial ou Indústria 4.0 [1].

Microcomputadores, sistemas embarcados miniaturizados, avançados e autônomos, estão, cada vez mais, sendo conectados em redes sem fio entre si e com a Internet. A comunicação entre todos os diversos dispositivos conectados à Internet é possível por meio do Protocolo de Internet (IP), o qual define um endereço ou identidade único, que serve como identificador do dispositivo perante toda a rede. O protocolo em uso atual é o IPv6, lançado em 2012, que

permitiu a criação de endereços virtuais suficientes para a conexão de todos os objetos inteligentes vislumbrados até o momento com a Internet. Isso significa que é possível conectar recursos, informações, objetos e pessoas em rede, em tempo real, para criar a IoT e IoS [1] [8].

Indústria 4.0, remete à fábrica do futuro, flexível, segura e com capacidade de produzir lotes e produtos individuais personalizados com o uso otimizado de recursos. As fábricas, neste contexto, empregam uma abordagem completamente nova para a produção, devido à incorporação de inteligência, obtidas por meio de tecnologias como Inteligência Artificial, *Machine Learning*, Sistemas Físico Cibernéticos e demais tecnologias habilitadoras essenciais para este ambiente [1].

Muitas das tecnologias utilizadas hoje já existem e são aplicadas desde as primeiras revoluções

industriais, como por exemplo os dispositivos de sensoriamento, que surgiram na década de 1950. Porém, as inovações tecnológicas estão mais rápidas do que nunca, sendo aprimoradas de forma exponencial, seu custo diminui se tornando mais acessíveis, e novas aplicações são desenvolvidas continuamente.

Todos estes fatores apoiam as empresas a estabelecer redes globais que incorporam e integram produtos, máquinas, sistemas de armazenamento e instalações de produção inteligentes, capazes de trocar informações, se comunicar, desencadear ações e controlar uns aos outros de forma autônoma e independente. Isso facilita melhorias fundamentais para os processos industriais envolvidos na fabricação, engenharia, uso de materiais e gestão da cadeia de suprimentos e do ciclo de vida [9].

Indústria 4.0 é um sistema capaz de comunicar Sistemas Físico-Cibernéticos e pessoas de forma multilateral, interconectada, em tempo real, e com alto volume de dados.

(acatech, 2020 [15])

Os produtos inteligentes passam a possuir uma identificação única que os diferenciam dos demais, podendo ser localizados a todo momento e exibir o seu histórico, status atualizado e rotas alternativas para atingir diferentes posições ao longo do seu processo produtivo e do seu ciclo de vida [9].

Fábricas inteligentes permitem que os requisitos individuais do cliente sejam atendidos e que itens unitários possam ser fabricados de forma lucrativa. Ou seja, estas fábricas são muito flexíveis e ainda assim mantêm os ganhos de escala e de eficiência. Na Indústria 4.0, os processos dinâmicos de negócios e engenharia tornam possíveis as mudanças de última hora na produção e possuem a capacidade de responder

com flexibilidade às variações de mercado. A transparência de ponta a ponta é fornecida ao longo do processo de fabricação, facilitando uma tomada de decisão otimizada [10].

A Indústria 4.0 também resultará em novas formas de criação de valor e novos modelos de negócios. Em particular, proporcionará a startups e pequenas empresas a oportunidade de desenvolver e fornecer novos serviços. Além de todas as vantagens oferecidas às empresas, a Indústria 4.0 também abordará e fornecerá solução para alguns dos desafios enfrentados pela sociedade hoje [1]:

- Eficiência de recursos e energia será tratada por meio de ganhos contínuos de produtividade a serem entregues em toda a rede de valor;
- Os sistemas de assistência inteligente liberam os trabalhadores da execução de tarefas rotineiras, permitindo que se concentrem em atividades criativas e de maior valor agregado;
- A organização flexível do trabalho permitirá que os trabalhadores combinem o trabalho, a vida privada e o desenvolvimento profissional contínuo de forma mais eficaz, promovendo um melhor equilíbrio entre a vida pessoal e profissional;
- Tendo em vista a escassez iminente de mão de obra qualificada, os profissionais poderão estender suas vidas profissionais e permanecer produtivos por mais tempo.

Oportunidades Brasil e Alemanha

A indústria 4.0 é uma realidade no cenário internacional e nacional, e para sua implementação é essencial considerar as inovações tecnológicas dentro de seu contexto sociocultural, uma vez que mudanças culturais e sociais compõem os fatores indispensáveis para a inovação [1].

O Brasil progrediu notavelmente, para fomentar a iniciativa e projetos no âmbito da Indústria 4.0 em território nacional, no qual o governo e as instituições públicas e privadas, incluindo a academia, estão juntando esforços.

Um que merece destaque é a Câmara Brasileira da Indústria 4.0 (Câmara I4.0). Criada em 2019, cujas atividades serão finalizadas em 2022, reúne atores governamentais e representantes dos setores industriais e da academia, incluindo associações como a VDI-Brasil, sob a coordenação dos Ministérios da Economia e da Ciência, Tecnologia e Inovações, para formular e implementar iniciativas voltadas para a adoção de tecnologias importantes à Indústria 4.0 pela indústria brasileira. O principal objetivo dessa iniciativa é impulsionar o desenvolvimento industrial do Brasil por meio da adoção de tecnologias, promovendo aumento de produtividade, competitividade e desenvolvimento econômico [11].

Dentre os vários resultados obtidos com este trabalho, pode-se citar o maior nível de conscientização para os conceitos da Indústria 4.0, além das linhas de financiamento voltadas para a adoção de soluções da Indústria 4.0 [12]. Oportunidades de fomento, por exemplo, podem ser encontradas na MEI Tools, uma ferramenta para promover a inovação nas empresas, que reúne informações atualizadas trimestralmente sobre os mecanismos (públicos e corporativos) de incentivo à inovação vigentes no país [13].

As possibilidades para o Brasil são extensas, mas ainda há grandes desafios a serem superados para

garantir sua estabilidade e sua inserção adequada no cenário internacional, incluindo a necessidade de desenvolver uma mão de obra qualificada, oportunidade de fomento à inovação, desenvolvimento da infraestrutura como de Internet e 5G, entre outros.

Um exemplo de sucesso que podemos nos espelhar é a Alemanha, com seu notável investimento e posicionamento na criação de estratégias de inovação internas, incluindo principalmente as Pequenas e Médias Empresas (PMEs). Bem como, estratégias externas com outros países, em busca de soluções para criar uma rede integrada internacionalmente.

Visto que o Brasil é o parceiro comercial mais importante da Alemanha na América do Sul, enquanto a Alemanha é o parceiro comercial mais importante do Brasil na Europa, diversas iniciativas foram iniciadas. Uma de destaque é o grupo de trabalho alemão-brasileiro de infraestrutura de qualidade que permite desde 2017, o diálogo técnico e político sobre a infraestrutura da qualidade [14].

É clara a necessidade de que nossa sociedade e engenheiros precisam de uma rede forte que os apoie, avance e os represente em seu trabalho. Tendo essa necessidade em vista, a VDI-Brasil lança o primeiro documento de uma coletânea de artigos técnicos com informações baseadas em documentos de instituições alemãs, expandidos com casos de sucesso, *insights* e atualidades do mundo empresarial e acadêmico alemão e brasileiro.

Bibliografia

- /1/ KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: : Securing the Future of German Manufacturing Industry ; Final Report of the Industrie 4.0 Working Group*. [S.l.]. 2013.
- /2/ ZVEI; NAMUR; PROCESSNET; VDMA. *Process Industrie 4.0: The Age of Modular Production*. [S.l.]. 2019.
- /3/ KAGERMANN, H. et al. *Industrie 4.0 in a Global Context: Strategies for Cooperating with International Partners* (acatech STUDY). Munich: Herbert Utz Verlag, 2016.
- /4/ VDI NACHRICHTEN. *Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution*, n. 13, 1 Abril 2011.
- /5/ DFKI. Prof. Dr. Wolfgang Wahlster über Industrie 4.0. *Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz*. Disponível em: <<https://www.dfki.de/web/news/detail/News/prof-wolfgang-wahlster-ueber-industrie-4-0/>>. Acesso em: 2021 Julho 02.
- /6/ DEUTSCHES FORSCHUNGSZENTRUM FÜR KÜNSTLICHE INTELLIGENZ. *Fields of application - Industry 4.0*. DFKI, c2021. Disponível em: <<https://www.dfki.de/en/web/technologies-applications/fields-of-application/industry-40/>>. Acesso em: 29 Junho 2021.
- /7/ FORD, H. *Today and Tomorrow - Special Edition of Ford's 1926 Classic*. [S.l.]: Productivity Press, 1988.
- /8/ SCHUH, G. et al. *Industrie 4.0 Maturity Index - Managing the Digital Transformation of Companies*. Acatech study. [S.l.]. 2017.
- /9/ HIRSCH-KREINSEN, H. et al. *Key themes of Industrie 4.0 - Research and development needs for successful implementation of Industrie 4.0*. [S.l.]. 2019.
- /10/ VDI/VDE - GMA & ZVEI. *Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI4.0) - Status Report*. [S.l.]. 2015.
- /11/ CÂMARA da Indústria 4.0. Disponível em: <<https://camara40.com.br/>>.
- /12/ Disponível em: <<https://camara40.com.br/gt-3-cadeias-produtivas-e-desenvolvimento-de-fornecedores/?voltar=plano-acao>>.
- /13/ PORTAL DA INDÚSTRIA. *MEI Tools*, 2021. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/mei/programas-mei/mei-tools/#anchor-busca>>.
- /14/ CPQI. *German-Brazilian Dialogues*. Disponível em: <<https://www.gpqi.org/brazil.html>>. Acesso em: 23 nov. 2021.
- /15/ SCHUH, G. / R. / A. / H. M. (.). *Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies UPDATE 2020*. Munique. 2020.

4^a Revolução Industrial

Organização



Associação de Engenheiros
Brasil-Alemanha