

## INDÚSTRIA 4.0: O FUTURO DA INDÚSTRIA NACIONAL

Cesar da COSTA<sup>1</sup>

Prof. Dr. Pesquisador CNPq, IFSP - Instituto Federal de São Paulo/*Campus*-São Paulo

### RESUMO

A indústria está em transformação a uma velocidade nunca antes vista, impulsionada pelo desenvolvimento e utilização de novas tecnologias, cada vez mais evoluídas e ágeis. A transformação será transversal, apesar de alguns setores assumirem a liderança, como é o caso da indústria automobilística. A velocidade e o impacto da transformação é tal que se fala numa nova Revolução Industrial, a quarta. Esta revolução está a provocar alterações profundas, não só na indústria, mas também na sociedade, na economia, nos valores, na forma como nos relacionamos, como escolhemos os produtos e serviços, economia compartilhada, inovação colaborativa, manufatura aditiva, as redes sociais, as plataformas digitais, entre outras. O mundo anda a velocidades diferentes, aumentando cada vez mais o fosso entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento, entre indústria de vanguarda e as outras, é preciso entender as oportunidades e os riscos de forma a criar vantagem competitiva.

**Palavras-chave:** Controlador Lógico Programável. Indústria 4.0. Indústria do futuro. Nuvem de dados.

### Introdução

A primeira Revolução Industrial começou entre 1760 e 1840 na Inglaterra, com a substituição progressiva dos métodos artesanais por máquinas e ferramentas, pela exploração do carvão como energia alternativa à madeira e outros biocombustíveis e pelo uso crescente da energia a vapor. As alterações dos processos produtivos tiveram consequências significativas em nível econômico e social. O artesão que, até então, controlava todo o processo produtivo, desde a exploração da matéria-prima até à comercialização do produto final, passou a trabalhar para um patrão que controlava o processo, a matéria-prima, o produto final e os lucros (ZARTE *et al*, 2016).

Nas décadas que se seguiram e até o fim da Segunda Guerra Mundial (1945), as evoluções foram significativas na área da indústria química, elétrica e do aço, assim como um aprimoramento significativo das técnicas existentes. Surgiram os primeiros barcos de aço movidos por potentes motores a vapor, revolucionando o transporte de

---

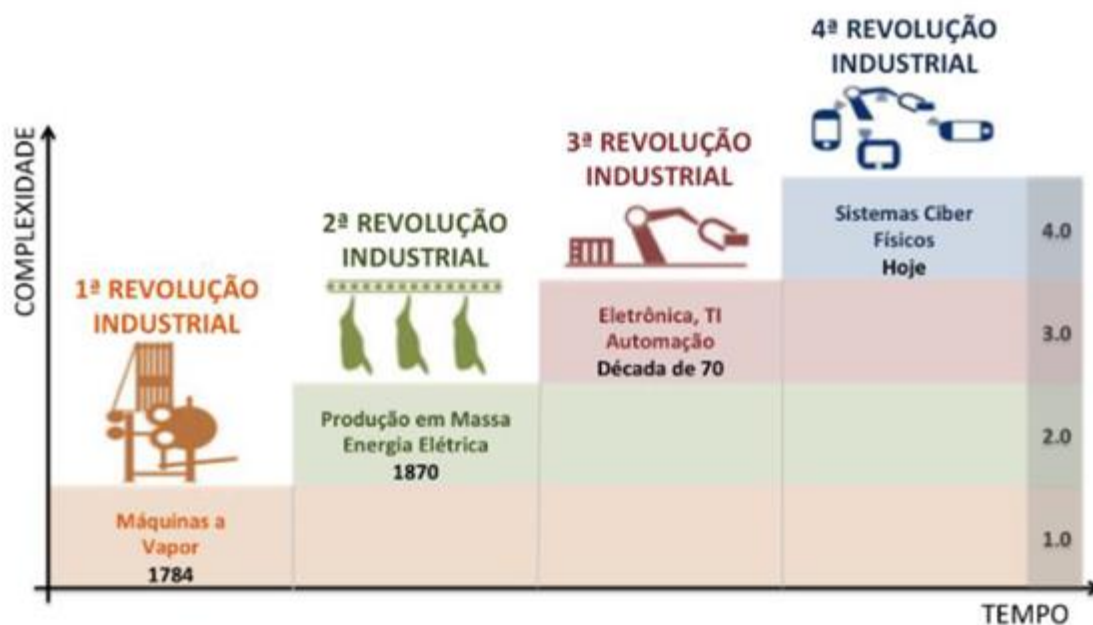
<sup>1</sup> Endereço eletrônico: ccosta@ifsp.edu.br

mercadorias. Surgiram também as primeiras linhas de produção que viriam a permitir a produção em massa e a baixos custos. A invenção e inovação andaram de mãos dadas nesta que foi a segunda Revolução Industrial.

Nas décadas de 1950 e 1970, começou-se a desenhar aquela que viria a ser considerada a terceira Revolução Industrial, a revolução digital, com a proliferação e uso dos semicondutores, dos computadores, automação e robotização em linhas de produção, com informação armazenada e processada de forma digital, as comunicações, os telefones móveis e a internet.

No início do século XXI, com o desenvolvimento da Internet, sensores cada vez menores e potentes, com preços cada vez mais acessíveis, *software* e *hardware* cada vez mais sofisticados, a capacidade das máquinas aprenderem e colaborarem criando gigantescas redes de “coisas” (IoT- Internet das Coisas), iniciou-se uma transformação na indústria, cujo impacto na competitividade, na sociedade e na economia será de tal forma, que irá transformar o mundo tal como o conhecemos. Esta transformação foi apelidada pelos professores Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee do Instituto de Tecnologia de Massachusetts como a segunda idade da máquina e em 2011 na Feira Industrial de Hannover, na Alemanha, falava-se em indústria 4.0 (DREHER, 2016). A Figura 1 ilustra a evolução histórica da produção industrial no mundo.

Figura 1- Evolução histórica



## Materiais e métodos

O termo “Indústria 4.0”; “*smart factory*”; “*intelligent factory*”; “*factory of the future*” são termos que descrevem uma visão do que será uma fábrica no futuro (BAYGIN *et al*, 2016). Nesta visão, as fábricas serão muito mais inteligentes, flexíveis, dinâmicas e ágeis. Outra definição para “*Smart factory*” é uma fábrica que faz produtos inteligentes, em equipamentos inteligentes, em cadeias de abastecimento inteligentes (HUBA *et al*, 2016).

### A. Impactos da Indústria 4.0

O impacto da Indústria 4.0 vai para além da simples digitalização, passando por uma forma muito mais complexa de inovação baseada na combinação de múltiplas tecnologias, que forçará as empresas a repensar a forma como gerem os seus negócios e processos, como se posicionam na cadeia de valor, como pensam no desenvolvimento de novos produtos e os introduzem no mercado, ajustando as ações de *marketing* e de distribuição.

É preciso perceber que as alterações irão se verificar em ambos os lados da cadeia de abastecimento, tanto no nível das exigências dos clientes como no dos parceiros de negócio. De acordo com Schwab, em seu livro *The Fourth Industrial Revolution*, são quatro as principais alterações esperadas na Indústria em geral: (SCHWAB, 2016)

- Alterações nas expectativas dos clientes;
- Produtos mais inteligentes e mais produtivos;
- Novas formas de colaboração e parcerias; e
- A transformação do modelo operacional e conversão em modelo

digital.

Para Esposito, Professor “of Business and Economics”, Harvard University Extension School, a inovação colaborativa é a próxima grande ideia que se precisa moldar de forma a permitir o aparecimento de novos modelos de negócios colaborativos. Ancorada em bases sólidas de empreendedorismo, a inovação colaborativa é o motor das organizações modernas, capazes de criar novas

oportunidades, explorar novas ideias radicais, testando os limites dos mercados. Um verdadeiro melhor amigo para o crescimento (ASTARLOA *et al*, 2016).

### B. Principais pilares da Indústria 4.0

A indústria 4.0 está fortemente focada na melhoria contínua em termos de eficiência, segurança, produtividade das operações e especialmente no retorno do investimento. São várias as tecnologias e tendências facilitadoras disponíveis. São consideradas como os principais pilares da indústria inteligente (WAN *et al*, 2016; ANG *et al*, 2016; DEQUEANT *et al*, 2016): Internet das coisas e serviços (IoT e IoS); Sistemas Cyber-Physical e Big-Data.

#### B.1 A Internet das Coisas (IoT) / Internet de Serviços (IoS)

O termo internet das Coisas “Internet of Things (IoT)” refere-se a objetos físicos e virtuais ligados à internet, tem as suas raízes no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) quando, em 1999, um grupo desenvolvia o seu trabalho na área da identificação por rádio frequência (RFID) conectada. Desde então, tem sido impulsionada pelo aparecimento e uso generalizado de sensores cada vez menores e baratos, assim como um avanço nos dispositivos móveis, comunicações *wireless* e tecnologias *cloud*. A Figura 2 ilustra o poder de conectividade da Internet das Coisas (IoT).

**Figura 2-** Internet da Coisas (IoT)



Atualmente, a IoT faz parte do nosso cotidiano. Está presente sempre que usamos o celular para ligar a televisão, ligar o forno da cozinha à saída do escritório, verificar a produção do sistema de energia, para encontrar o caminho mais rápido para chegar do ponto A ao ponto B tendo em consideração condições de tráfego, para monitorar e controlar ambientes de produção em tempo real, verificar o estado de desgaste dos nossos equipamentos e, se necessário, agendarmos ou deixarmos que o próprio equipamento agende a sua manutenção, carros inteligentes que se monitoram regularmente e tomam decisões de segurança (parar, analisar condições da estrada e se autoajustar) ou mesmo procurar ajuda (WOLLSCHLAEGGER *et al*, 2016).

Empresas vão usar a Internet para construir e fornecer um grande número de novos tipos de serviços que vão além da reserva de voos ou compra de livros. Serviços que estão disponíveis na *Web* em separado serão combinados e ligados entre si, resultando em serviços agregados de valor acrescentado (LIN *et al*, 2016). Esta nova abordagem por *Internet of services (IoS)* é a evolução natural da *Internet of things*. A conectividade e interação das coisas criando serviços de valor perceptível para o cliente é um dos mais fortes suportes da revolução que aí vem, abrindo um mundo de oportunidades e desafios.

### **B.2 Sistemas Cyber-Physical (CPS)**

*Cyber-Physical Systems (CPS)* são sistemas que integram computação, redes de comunicação, computadores embutidos e processos físicos interagindo entre si e influenciando-se mutuamente. É o resultado da evolução tecnológica dos computadores, dos sensores e das tecnologias de comunicação, que ao evoluírem no sentido de maior agilidade, capacidade de processamento e preços cada vez mais acessíveis tem permitido a sua conjugação de forma efetiva e em tempo real (BOHUSLAVA *et al*, 2017).

Se considerarmos as redes de comunicação apenas como um poderoso facilitador, o coração dos sistemas *Cyber-Physical* são os sistemas de computação embarcados (*Embedded Systems*). Os sistemas embarcados são sistemas de processamento de informação incluídos em outros produtos ou equipamentos principais.

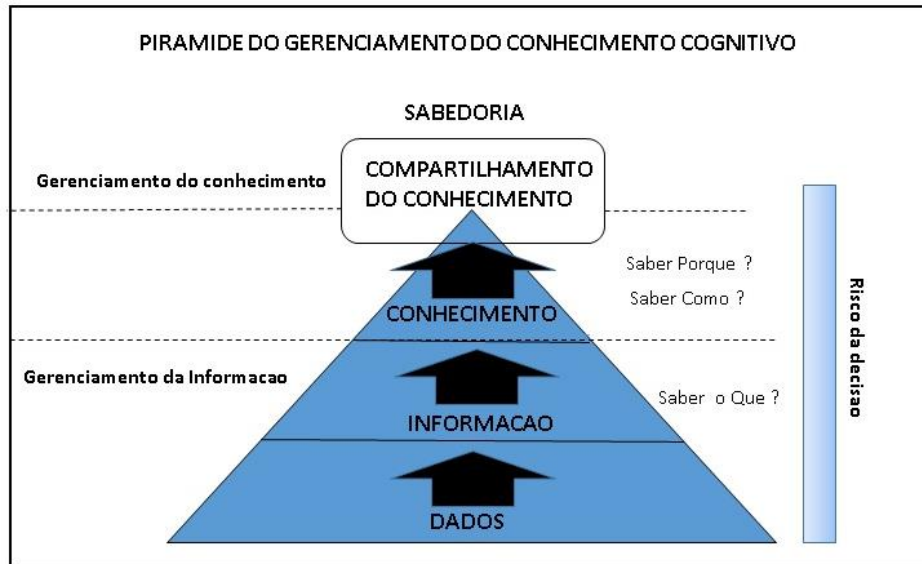
As tarefas que até agora eram desempenhadas por computadores dedicados apenas à aquisição de informação proveniente da automação tradicional estão a ser transferidas para estes novos sistemas com dimensões e performance ajustada às novas necessidades. Os computadores, tais como os conhecemos, tendem a desaparecer criando espaço para um novo conceito de *Ubiquitous computing* (Computação omnipresente).

### **B.3. Big-Data**

O termo *Big-Data* refere-se a grandes quantidades de dados, que são armazenados a cada instante, resultante da existência de milhões de sistemas atualmente ligados à rede (IoT), produzindo dados em tempo real. Este conceito levanta algumas questões que as grandes empresas da área tecnológica têm se esforçado para resolver: Onde guardar os dados de forma segura e que possam ser acessados de qualquer lugar? Como processar esses dados para que eles possam ter significado, permitindo às organizações melhorar as operações com decisões mais rápidas e inteligentes?

Com tantos dados a serem gerados continuamente, são precisas ferramentas de análise poderosas para lhe dar significado. Dados são números, palavras ou outros sinais e representam fatos discretos sobre uma realidade objetiva. Podem ser verificados e validados, contudo não têm qualquer significado se não forem interpretados e contextualizados, dando origem à informação. Por seu turno, a informação tende a evoluir levando à criação de teorias e a prever o futuro. Apesar de não ser conhecida com exatidão as suas raízes, a pirâmide DIKW (*Data-Information-Knowledge-Wisdom*), também conhecida como Pirâmide do Conhecimento, é uma hierarquia informacional utilizada principalmente nos campos da Ciência da Informação e da Gestão do Conhecimento, em que cada camada acrescenta certos atributos sobre a anterior (ASTARLOA *et al*, 2016). A Figura 3 ilustra a pirâmide DIKW usada há vários anos na área de tecnologias de informação (TI) e reflete os vários níveis de informação e a sua relação.

Figura 3- Pirâmide DIKW



### Resultados e discussões

Para realização dos ensaios práticos deste trabalho, foi desenvolvido um ambiente de Laboratório compatível com o conceito de indústria 4.0, para demonstrar a conectividade entre o chão de fábrica e os níveis de TI. A Figura 4 apresenta a minicélula didática de fabricação instalada no *Campus* São Paulo.

Figura 4- Minicélula didática de fabricação instalada no Laboratório de redes de CLPs, no *Campus* São Paulo



Fonte: COSTA (2017)

A metodologia de trabalho foi implementada em oito etapas: (i) Projeto conceitual (pesquisa e revisão bibliográfica); (ii) Detalhamento do projeto (*hardware* e *software*); (iii) Modelagem do sistema; (iv) Desenvolvimento do sistema; (v) Montagem dos protótipos (*hardware* e *software*); (vi) Ensaios práticos; (vii) Análise dos resultados; e, por último, (viii) Relatório final e a publicação de artigos.

Para a digitalização de uma linha de produção baseada em CLP, criação de um sistema *Cyber-Physical* e a simulação de um sistema ERP (*Big Data*), foram utilizados os equipamentos e *softwares* disponíveis no Laboratório de redes de CLPs, bloco D, *Campus* São Paulo do IFSP, constituído por microcomputador PC, controlador Lógico Programável – CLP, interface Homem Máquina – IHM, sistema Supervisório Elipse, *switch* / roteador e uma minicélula didática de fabricação da empresa De Lorenzo.

### **Conclusões**

Este projeto desenvolveu um ambiente de Laboratório compatível com o conceito de indústria 4.0 e demonstrou a possibilidade de conectividade entre o chão de fábrica e os níveis de TI de uma empresa moderna. O Laboratório desenvolvido poderá ser utilizado em pesquisas sobre Indústria 4.0 na graduação, pós-graduação e também nas disciplinas experimentais dos cursos de Engenharia de Controle e Automação e de Engenharia Eletrônica, beneficiando tanto a pesquisa quanto o ensino no IFSP. O resultado final do projeto vem sendo apresentado em artigos em congressos nacionais e internacionais.

### **Referências**

ANG, J. H.; GOH, C.; LI, Y. Smart design for ships in a smart product through-life and industry 4.0 environment. 2016 *IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, p. 5301-5308, 2016.

ASTARLOA, A. *et al.* Intelligent gateway for Industry 4.0-compliant production. IECON 2016 - 42nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, p. 4902-4907, 2016.



BAYGIN, M. *et al.* An Effect Analysis of Industry 4.0 to Higher Education. *2016 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, p. 1-4, 2016.

BOHUSLAVA, J.; MARTIN, J.; IGOR, H. TCP/IP Protocol Utilization in Process of Dynamic Control of Robotic Cell According Industry 4.0 Concept. *2017 IEEE 15th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMII)*, p. 217-222, 2017.

Dequeant, K. *et al.* A literature review on variability in semiconductor manufacturing: The next forward leap to Industry 4.0. *2016 Winter Simulation Conference (WSC)*, p. 2598-2609, 2016.

DREHER, A. *The Smart Factory of the Future – Part 1*. Belden News. Available: <http://www.belden.com/blog/industrialethernet/The-Smart-Factory-of-theFuture-Part-1.cfm>. Access: 2 jun.2016.

HUBA, M.; KOZAK, S. From E-learning to Industry 4:0. *2016 International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)*, 2016.

LIN, T. Y. *et al.* New Method for Industry 4.0 Machine Status Prediction - A Case Study with the Machine of a Spring Factory. *2016 International Computer Symposium (ICS)*, p. 322-326, 2016.

SCHWAB, K. *The Fourth Industrial Revolution. 1<sup>st</sup> Edition, World Economic Forum*. Crown Busines: New York. ISBN: 9781524758869, 2016.

WAN, J. *et al.* Mobile Services for Customization Manufacturing Systems: An Example of Industry 4.0. *IEEE Journals & Magazines*, v. 4, p. 8977-8986, 2016.

WAN, J. *et al.* V. Software-Defined Industrial Internet of Things in the Context of Industry 4.0. *IEEE Sensors Journal*, v. 16, n. 20, p. 7373-7380, 2016.

WOLLSCHLAEGER, M.; SAUTER, T.; JASPERRNEIT, J. The Future of Industrial Communication: Automation Networks in the Era of the Internet of Things and Industry 4.0. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, v. 11, p. 17-27, 2016.

ZARTE, M. *et al.* Building an Industry 4.0-compliant lab environment to demonstrate connectivity between shop floor and IT levels of an enterprise. *Industrial Electronics Society. IECON 2016, 42nd Annual Conference of the IEEE*, p. 23-26 Oct. 2016.

## ***INDUSTRY 4.0: THE FUTURE OF THE BRAZILIAN INDUSTRY***

### **ABSTRACT**

*The industry is changing at a speed never before seen, driven by the development and use of new technologies, increasingly evolved and agile. The transformation will be transversal, although some sectors take the lead, as is the case in the auto industry. The speed and impact of the transformation is such that we speak of a new Industrial Revolution, the fourth. This revolution is causing profound changes, not only in industry, but also in society, in economy, in values, in the way we relate, in how we choose products and services, in shared economics, in collaborative innovation, in additive manufacturing, in social networks, the digital platforms, among others. The world is moving at different speeds, increasing the gap between developed and developing countries, between cutting-edge industry and the other, we need to understand opportunities and risks in order to create competitive advantage.*

**Keywords:** Programmable Logic Controller, Industry 4.0, Industry of the Future, Data Cloud.

**Envio:** abril/2017

**Aceito para publicação:** abril/2017

POSGERE (ISSN 2526-4982), v. 1, n. 4, set.2017, p. 5-14