

Indústria 4.0: Desafios e oportunidades para o Brasil

SANTOS, Marcos^{1*}; MANHÃES, Aline Martins²; LIMA, Angélica Rodrigues³

¹ Seção de Engenharia de Computação – SE8, Instituto Militar de Engenharia – IME;

² Coordenação de Engenharia de Produção, Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM;

³ Coordenação de Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil – CETIQT;

* Autor de correspondência. E-mail: marcosdossantos@ime.eb.br

RESUMO

Com o contínuo avanço e desenvolvimento de novas tecnologias, o termo Indústria 4.0, quarta revolução industrial, surgiu a partir de iniciativas estratégicas do governo da Alemanha para consolidar o país como líder na área de tecnologia e fortalecer sua competitividade global. Este novo cenário de indústria integrada e da internet impacta na manufatura brasileira. Esse artigo foi desenvolvido com o objetivo de conhecimento sobre os desafios, oportunidades, competências, habilidades, componentes, princípios das indústrias brasileiras de evoluir rapidamente para indústria 4.0, sob a ameaça de perder completamente a competitividade no mercado globalizado. Para competir globalmente, a indústria nacional deve aumentar sua produtividade e sua participação na economia brasileira, investir em inovação e em educação e com isso grandes projetos e iniciativas com participação do governo e da iniciativa privada. Mesmo com tantas tecnologias avançadas, o país ainda se encontra em um estágio inicial de conhecimento sobre o tema e a existência de obstáculos internos e externos ainda impedem muitas empresas brasileiras de conquistarem a Indústria 4.0 e aproveitarem seus benefícios.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Revolução industrial; Desenvolvimento; Cenário brasileiro.

Industry 4.0: challenges and opportunities to Brazil

ABSTRACT

With the continued advancement and development of new technologies, Industry 4.0, the fourth industrial revolution, emerged from strategic initiatives by the German government to consolidate Germany as a technology leader and strengthen its global competitiveness. This new scenario of integrated industry and the internet impacts on Brazilian manufacturing. This article was developed with the objective of knowing about the challenges, opportunities, competences, skills, components, principles of Brazilian industries to rapidly evolve to industry 4.0, under the threat of losing completely competitiveness in the globalized market. In order to compete globally, the national industry must increase its productivity and participation in the Brazilian economy, invest in innovation and education, and with it large projects and initiatives with the participation of the government and the private sector. Even with so many advanced technologies, the country is still at an early stage of knowledge on the subject and the existence of internal and external obstacles still imply many Brazilian companies to conquer Industry 4.0 and take advantage of its benefits.

Keywords: Industry 4.0; Industrial Revolution; Development; Brazilian scenario.

1 Introdução

A terceira revolução industrial, ou revolução técnico-científico-informacional, iniciou-se após a segunda guerra mundial. Neste momento, foram desenvolvidas novas tecnologias com o propósito de reduzir a participação humana no processo de produção. Para isso, foram introduzidos componentes eletrônicos nas máquinas, Controladores lógicos programáveis (CLP) e robôs, junto com as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), responsáveis por integrar os processos, máquinas e pessoas (DIEESE, 1994). Aliás, foi neste período que nasceu o sistema Toyota de produção, que consiste na “completa eliminação de todos os desperdícios”. Desta maneira, os produtos são produzidos conforme a demanda de mercado. Atualmente, a humanidade está começando a vivenciar a quarta revolução industrial, conhecida como Indústria 4.0, a partir da integração das máquinas com a internet (DELOITTE, 2014).

O termo Indústria 4.0, também conhecido como quarta revolução industrial, manufatura inteligente, indústria da internet ou indústria integrada (HOFMANN *et al.*, 2017) surgiu a partir de iniciativas estratégicas do governo da Alemanha para consolidar o país como líder na área de tecnologia e fortalecer sua competitividade global (KAGERMANN *et al.*, 2013). Dessa forma, em abril de 2013 na maior feira de tecnologia industrial “Feira de Hannover”, foi lançado oficialmente o projeto Industrie 4.0 com as primeiras recomendações para sua implementação. O termo foi descrito por Kagermann *et al.* (2013) como “uma realidade em que as redes globais são estabelecidas pelas empresas sob a forma de Sistemas Físico Cibernéticos (CPS – *Cyber-Physical Systems*) que incorporam máquinas, sistemas de armazenagem e instalações de produção que são capazes de trocar informação e cooperar de forma autônoma através da Internet das Coisas (*IoT - Internet of Things*) desencadeando ações e controlando uns aos outros de forma independente”.

Essa integração ocorre devido a integração dos agentes produtivos e a troca automática de informação assumindo um determinado grau de consciência. Esta consciência torna o sistema produtivo inteligente o suficiente para prever o roteiro de fabricação e manter as máquinas em estado de alerta para serem acionadas. Essas fábricas, capazes de controlar seu processo de produção e gerenciar o sistema de fabricação, são chamadas de Fábricas Inteligentes (QIN, LIU, e GROSVENOR, 2016).

A competição global tem obrigado as empresas a atender as demandas dos clientes ao menor preço e prazo possíveis. Com isso, as empresas buscam novas tecnologias para melhorar seus processos industriais, tornando-os mais ágeis e reduzindo o custo operacional (FULLERTON, KENNEDY e WIDENER, 2014).

É indiscutível que os avanços tecnológicos dos últimos anos foram muito expressivos e ocorreram em um curto período de tempo. A indústria 4.0 já está se tornando realidade em cenários internacionais, a tecnologia está cada vez mais inserida no cotidiano das pessoas e uma questão emblemática começa a chamar atenção: será que o Brasil consegue evoluir rapidamente para indústria 4.0? O presente artigo tem como objetivo apresentar o tema Indústria 4.0, quais foram os impulsos e motivações para o seu desenvolvimento, quais são os conceitos-chave para o entendimento do tema e, por fim, mostrar casos de sucesso para incentivar as empresas brasileiras acerca das oportunidades e dificuldades que serão enfrentadas pelo brasileiro para não perder a competitividade no mercado internacional, e mais particularmente o engenheiro de produção, na sua inserção no contexto da indústria 4.0.

2 Descrição do problema

As indústrias brasileiras ainda estão entre a indústria 2.0 e indústria 3.0. E têm como desafio evoluir rapidamente para indústria 4.0, sob a ameaça de perder completamente a competitividade no mercado globalizado.

Para que seja viável uma análise consistente dos impactos econômicos e sociais resultantes da Indústria 4.0, é necessário levar em consideração vários fatores, como o desaparecimento de profissões e postos de trabalho como também a criação de novos; a transformação das exigências dos consumidores; desenvolvimento de novos produtos; maior eficiência dos processos; mudança nos preços, ofertas e compras. Em estudo realizado na Alemanha pelo *Instituts für Arbeits- markt- und Berufsforschung*, concluiu-se que o aumento da produtividade e das exigências de qualificação dos trabalhadores, resultará em um aumento nos salários (WEBER, 2015).

Parece não haver dúvidas quanto ao fato de que um dos desafios a serem enfrentados será a transformação na oferta de profissões: enquanto algumas deixarão de existir, outras surgirão. Weber (2015) afirma que as profissões relacionadas às áreas de tecnologia da informação e ciências exatas terão mais chances no mercado. É interessante ressaltar que a Indústria 4.0 também revolucionará a área da saúde. Já existem tecnologias capazes de monitorar pacientes e fazer diagnósticos extremamente precisos, que pouquíssimos médicos são capazes de realizar.

Os desafios da Indústria 4.0 para o Brasil são (CNI, 2016):

- A integração digital das empresas ao longo das cadeias produtivas através de novas tecnologias de hardware e software com infraestrutura adequada de internet;

- Mecanismos para divulgar, facilitar e induzir adoção de novas tecnologias da Indústria 4.0 por empresas brasileiras com soluções e customização nacional, incluindo a formação de um novo tipo de profissional com competência em eletrônica, processos automatizados e integrados em rede;
- Regulação e apoio através de políticas industriais e iniciativas público e privadas para disseminação e implementação de novas tecnologias.

3 A quarta Revolução Industrial

A quarta revolução industrial coloca que muitos dos desafios impostos bem como as habilidades e competências requeridos em seu processo de implementação podem ainda não existir dada originalidade e contemporaneidade da I4.0. Desta forma este estudo limita-se a pesquisar nos relatórios de referência elaborados por quatro países – Alemanha, China, USA, Brasil o levantamento de dados relacionados aos desafios presentes e futuros no processo de implementação e as habilidades e competências requeridas em estudos publicados de 2013 a 2016 relacionados à I4.0. A partir da análise do referencial teórico identificar as principais características, habilidades e competências que trabalhador precisa desenvolver hoje para vencer os desafios nos processos de implementação da I4.0 através uma abordagem de revisão sistemática da literatura, com análise de dados encontrados e sumarizar em uma matriz de competências e habilidades a partir dos achados na literatura.

3.1 Desafios e oportunidades

Considerando que nos Estados Unidos 50 a 75% das implementações em tecnologia avançada de fabricação falham por agilidade, confiabilidade, flexibilidade e confiabilidade, credita-se a falta de atenção aos aspectos humanos da tecnologia de implementação como a principal causa dessas falhas, indicando que um dos principais desafios nas implementações das novas tecnologias é a falta de análise dos problemas humanos (CHUNG, 1996).

Na implantação da I4.0 os desafios sociais são tão abrangentes quanto os sistêmicos mesmo para empresas que tem um histórico de anos de experiência na adoção de novas tecnologias de automação. Oferecer bons empregos em engenharia de produção que promovam o bem-estar humano como objetivo principal, preservando sua saúde promovendo seu aprendizado e qualificando-o sob a luz das mudanças eminentes é um grande desafio (PFEIFFER, 2015).

Pesquisa realizada pela Revista Exame (2016) aponta que o perfil do profissional da indústria 4.0 deverá ser desenvolvido e pautado nos requisitos de visão técnica, multidisciplinar, colaboração, idioma, senso crítico e flexibilidade.

3.2 Competências e habilidades

Conceitos introduzidos pela I4.0 nos processos de gestão da produção desencadearam mudanças nas habilidades e competências exigidas dos funcionários e também dos gestores de pessoas nos processos de fabricação. Destacam-se cinco competências como essenciais para atividades educacionais de empregadores e empregados: comunicação e colaboração, criatividade, autogestão, pensamento na resolução de problemas e aprendizado constante. Uma abordagem ensino no local de trabalho adaptada as novas tecnologias de existentes de aprendizagem formam a base para que as necessidades futuras da I4.0 sejam satisfeitas (KIESEL; WOLPERS, 2015).

O Instituto para o Futuro (IFTF, 2011), preconiza que o perfil do novo profissional deve priorizar: senso crítico, utilização de novas mídias, inteligência social, flexibilidade, capacidade de abstração (compreender a traduzir conceitos e dados), competência *Cross* cultural (saber se relacionar com pessoas de diferentes países e culturas), interdisciplinaridade (saber trabalhar em equipes multidisciplinares e globais), colaboração a distância (criar conexões tanto presenciais quanto virtuais) e priorização (capaz de filtrar, reter e aproveitar apenas o que é importante).

3.3 Componentes

Existem quatro componentes considerados como base da Indústria 4.0 (HOFMANN e RÜSCH, 2017):

- Os Sistemas Físico-Cibernéticos (*CPS – Cyber-Physical Systems*) que, de acordo com Lee & Seshia (2017), “é a integração da computação com os processos físicos cujo comportamento é definido tanto pela parte cyber como pela parte física do sistema”;
- A Internet das Coisas (*IoT - Internet of Things*), que é a relação do mundo virtual com o mundo físico através da rede mundial de computadores;
- A Internet dos Serviços (*IoS - Internet of Services*), que, segundo Buxmann *et al.* (2009), permite que os fornecedores ofereçam seus serviços pela internet e é composta por participantes, uma infraestrutura de serviços, modelos de negócios, e os próprios serviços;
- As Fábricas Inteligentes, que são locais onde máquinas e materiais se comunicam através das operações industriais fazendo com que o processo de produção possa ser

realizado por meios digitais, que pode ocorrer de forma autônoma ou de forma integrada.

As principais tecnologias que permitem a fusão dos mundos físico, digital e biológico são a Manufatura Aditiva, a IA, a IoT, a Biologia Sintética e os Sistemas Ciber Físicos (CPS).

Manufatura Aditiva ou Impressão 3D é a adição de material para fabricar objetos, formados por várias peças, constituindo uma montagem e a biologia sintética é a convergência de novos desenvolvimentos tecnológicos nas áreas de química, biologia, ciência da computação e engenharia, permitindo o projeto e construção de novas partes biológicas tais como enzimas, células, circuitos genéticos e redesenho de sistemas biológicos existentes.

3.4 Princípios

Alguns dos princípios da Indústria 4.0:

- Capacidade de operação em tempo real: aquisição e tratamento de dados de forma instantânea, permitindo a tomada de decisões em tempo real.
- Virtualização: propõe a existência de uma cópia virtual das fábricas inteligentes, permitindo o monitoramento remoto de todos os processos por meio dos inúmeros sensores espalhados ao longo da planta.
- Descentralização: a tomada de decisão poderá ser feita pelo sistema cyber-físico de acordo com as necessidades da produção em tempo real. Além disso, as máquinas receberão comando e poderão fornecer informações sobre seu ciclo de trabalho.
- Orientação a serviços: utilização de arquiteturas de software orientadas a serviços aliados ao conceito de *Internet of Services*.
- Modularidade: produção de acordo com a demanda, acoplamento e desacoplamento de módulos na produção. O que oferece flexibilidade para alterar as tarefas das máquinas facilmente.

3.5 Revolução Industrial

A visão clássica dessas quatro revoluções industriais, à medida que a Indústria 4.0 se tornava cada vez mais popular, era:

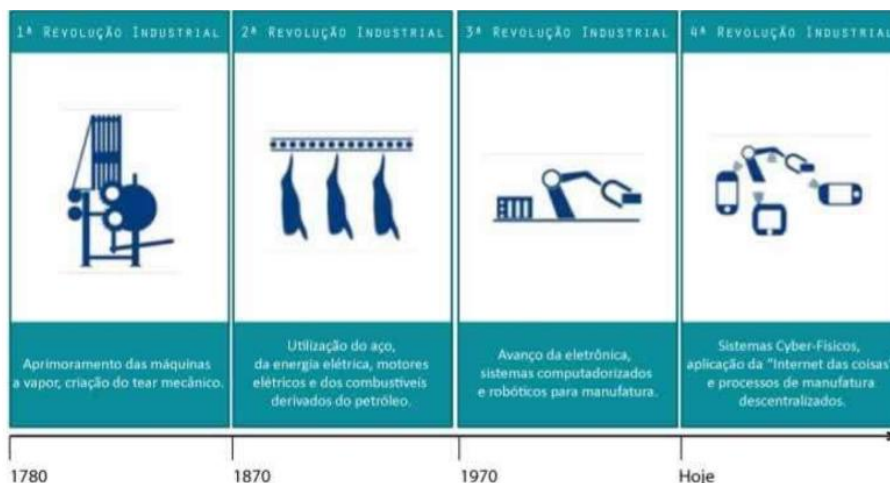
1. A primeira revolução industrial, que realmente foi uma revolução, e, entre outros, graças à invenção de máquinas a vapor, o uso de água e vapor e todos os tipos de outras máquinas, levaria à transformação industrial da sociedade com trens, mecanização de fabricação e cargas de poluição.

2. A segunda revolução industrial é tipicamente vista como o período em que a eletricidade e as novas "invenções" de manufatura que ela possibilitou, como a linha de montagem, levaram à área de produção em massa e, em certa medida, à automação.
3. A terceira revolução industrial teve tudo a ver com o surgimento de computadores, redes de computadores (WAN, LAN, MAN ...), o aumento da robótica na manufatura, conectividade e, obviamente, o nascimento da Internet, aquele grande fator de mudança na indústria. as informações são manuseadas e compartilhadas, e as evoluções para as versões do e-anything apenas de ambientes de tijolo e argamassa, com muito mais automação.
4. Na quarta revolução industrial, passamos de 'apenas' a Internet e o modelo cliente-servidor para a mobilidade oni-presente, a conexão de ambientes digitais e físicos (na fabricação denominada *Cyber Physical Systems*), a convergência de TI e OT. e todas as tecnologias mencionadas anteriormente (Internet das Coisas, Big Data, nuvem etc.) com aceleradores adicionais, como robótica avançada e AI / cognitiva, que permitem à Indústria 4.0 automatizar e otimizar de maneiras totalmente novas que levam a amplas oportunidades de inovação e otimização. verdadeiramente automatizar totalmente e trazer a indústria para o próximo nível.

As três primeiras revoluções industriais trouxeram a produção em massa, as linhas de montagem, a eletricidade e a tecnologia da informação, elevando a renda dos trabalhadores e fazendo da competição tecnológica o cerne do desenvolvimento econômico. A quarta revolução industrial, que terá um impacto mais profundo e exponencial, se caracteriza, por um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico.

Na Figura 1, são apresentadas as etapas de Revolução Industrial.

Figura 1 – Etapas das Revoluções Industriais



Fonte: Cytisystems (2017)

4 Casos de sucesso

Mesmo com a incerteza acerca de qual estratégia de desenvolvimento é a melhor a se seguir no Brasil, algumas empresas já tomaram iniciativa própria no desenvolvimento e implementação de tecnologias avançadas em instalações no país. Pode-se citar os seguintes exemplos:

- Basf, cuja subsidiária incorporou o uso de aplicativos baseados em *data analysis* para clientes do agronegócio e na divisão de tintas (VIALLI, 2016);
- Electrolux América Latina, que possui um centro de design localizado em Curitiba o qual usa prototipação digital e realidade virtual na confecção de protótipos de eletrodomésticos que chegarão ao consumidor final (VIALLI, 2016);
- Jeep SUV, que é parte do grupo Fiat *Chrysler Automobiles* (FCA), inaugurou em 2015 a unidade mais moderna, desde a fusão do grupo, em Goiana (PE). A fábrica une a digitalização, a conectividade e a realidade virtual em seus processos produtivos e é referência nacional (VIALLI, 2016);
- Empresas do setor calçadista estão implementando a automação industrial. Schröder *et al.* (2015) exemplifica a automação nos processos de aspiração e colagem. O calçado entra na linha de fabricação com chips instalados nas formas que são monitorados através de sensores via RFID. Empresas de consultoria estrangeira estão auxiliando no desenvolvimento tecnológico;
- Sistema Hyundai de Produção, utilizando sistemas modulares no projeto do produto (NUNES, 2016) característicos das fábricas inteligentes, aumentando a flexibilidade às mudanças nos requisitos de substituição ou expansão de módulos individuais (HERMANN, PENTEK e OTTO, 2014);
- Uso de impressoras 3D para prototipagem rápida na medicina auxiliando a confecção de próteses e diagnósticos (HOFFMANN, 2017);
- Na unidade de autopeças da ThyssenKrupp em Poços de Caldas (MG), inaugurada há dois anos, todo o processo produtivo segue o conceito de fábrica inteligente. O diretor Roberval Calca diz que a produtividade é elevada e o índice de refugo é baixo. A unidade produz 700 mil módulos ao ano com 72 funcionários. “Se fosse uma fábrica convencional seriam necessários 200 trabalhadores.”;
- A Vale economizou no ano passado US\$ 50,5 milhões em ações como digitalização de processos e inteligência artificial. “Neste ano, a meta é somar US\$ 100 milhões em economia”, informa o diretor de TI, Gustavo Vieira. Uma das ações foi aumentar em

30% a vida útil dos pneus de caminhões que transportam minério, após a identificação de problemas com uso de sensores. O grupo tem 400 caminhões e cada pneu custa US\$ 70 mil. “Só nessa área deixamos de gastar US\$ 5 milhões”;

- Em três semanas, a Volkswagen vai inaugurar na fábrica do ABC paulista um laboratório de realidade virtual com foco em processos produtivos. Depois terá um para produtos. “Usando equipamentos especiais será possível entrar no projeto virtualmente”, diz Celso Placeres, diretor de Engenharia e Manufatura. Ford e Mercedes-Benz passaram a usar impressoras 3D no desenvolvimento de peças. Na Volkswagen Brasil, todos os projetos nascem a partir de um modelo digital. Os produtos são simulados em ambiente 3D, o que acelera o processo, garante flexibilidade, otimiza o tempo de produção e ainda abre postos de trabalho altamente qualificados. A Volkswagen tem investido em software, hardware e treinamento para que os funcionários passem a lidar com essa nova realidade. Cinco novas iniciativas nas fábricas brasileiras já permitiram uma economia para a empresa de 93 milhões de reais em dois anos;
- Ambev em 2015, a multinacional de bebidas adotou um sistema de automação para melhorar o controle do processo de resfriamento da cerveja e reduzir as variações de temperatura, evitando, assim, o desperdício de energia. A tecnologia já está em oito cervejarias da empresa e a previsão é expandir o uso para outras unidades ao longo deste ano.

5 Discussão

Muitas indústrias brasileiras já automatizaram seus processos, mas ainda não se alcançou a manufatura digital. A indústria 4.0 é composta por duas vertentes: processos integrados que garantem a produção customizada e produtos inovadores. O Brasil precisa ainda andar muito nesses dois sentidos.

Realidade possível em países como Alemanha e Estados Unidos, porque existem grandes projetos e iniciativas com participação do governo e da iniciativa privada. Nos Estados Unidos, foi criada a organização sem fins lucrativos *Smart Manufacturing Leadership Coalition* (coalização para a liderança em indústria inteligente, em tradução livre) para mostrar, com a ajuda de pesquisas, os benefícios da manufatura avançada e facilitar sua adoção.

Investir em inovação e em educação é uma das principais formas de reverter o cenário brasileiro, até mesmo para aumentar a compreensão do que é digitalização. Já existem

instituições, empresas e universidades trabalhando em torno da indústria 4.0, mas não é o suficiente para gerar mão de obra, de qualificação e de mercado.

Para competir globalmente, a indústria nacional deve aumentar sua produtividade e sua participação na economia brasileira. “As empresas precisam fazer uma transformação digital tanto em hardware quanto em software para ter uma integração completa de todos os processos”, diz Rosane, da *Innovative*. Disposição e vontade não faltam, mas o Brasil precisa ousar para dar um salto de desenvolvimento e entrar para valer na nova era da indústria 4.0.

As indústrias com um elevado nível de mix de produto, tais como as indústrias automobilísticas e as do setor de alimentos e bebidas, vão se beneficiar com um maior grau de flexibilidade, enquanto as indústrias com foco na alta qualidade, como semicondutores e produtos farmacêuticos, poderão se beneficiar com a redução das taxas de erro. Para os clientes, será possível participar de todo o processo de produção por intermédio da tecnologia de informação, uma vez que a integração dos processos se dará também entre clientes e empresas.

6 Oportunidades para o Brasil

Como toda nova tecnologia empregada, um dos principais benefícios é a redução de custos e o aumento da eficiência. Os principais benefícios da Indústria 4.0 podem ser agrupados em quatro áreas:

- Produtividade e uso de recursos: Uma rede interligando máquinas, produtos e sistemas produtivos contribui para otimização da utilização de recursos. A Indústria 4.0 aumenta a eficiência no uso de energia e de materiais com uso otimizado entre empresas interligadas;
- Crescimento da receita: baseado em um aumento antecipado da demanda dos fabricantes por equipamentos aprimorados e aplicações de dados combinados com a demanda dos consumidores por produtos customizados;
- Empregabilidade: esta é uma área controversa pois, no passado, o surgimento da automação e avanços tecnológicos, por vezes, levou a uma redução no emprego, pelo menos no curto prazo. Espera-se um aumento na quantidade de empregos, mas é preciso levar em consideração que serão necessárias diferentes competências e que alguns trabalhadores pouco qualificados poderão ser substituídos pelas máquinas, enquanto outros, como engenheiros mecânicos, programadores de software e especialistas em TI estarão em maior procura;
- Investimento: espera-se que com a indústria 4.0 sejam feitos muitos investimentos e que, conseqüentemente, impulse a economia.

Diante deste cenário, o MDIC (Ministro de Estado da Indústria, comércio do exterior e serviço) instituiu, em junho de 2017, o Grupo de Trabalho para a Indústria 4.0 (GTI 4.0), com o objetivo de elaborar uma proposta de agenda nacional para o tema. O GTI 4.0 possui mais de 50 instituições representativas (governo, empresas, sociedade civil organizada, etc), por onde ocorreram diversas contribuições e debates sobre diferentes perspectivas e ações para a Indústria 4.0 no Brasil.

Temas prioritários como aumento da competitividade das empresas brasileiras, mudanças na estrutura das cadeias produtivas, um novo mercado de trabalho, fábricas do futuro, massificação do uso de tecnologias digitais, *startups*, *test beds*, dentre outros foram amplamente debatidos e aprofundados neste GTI 4.0. A partir das experiências do GTI 4.0 a aliança entre associações empresariais, confederações, federações de indústria e sindicatos é o primeiro passo para trabalharmos com tema tão transversal e impactante.

Os impactos da Indústria 4.0 sobre a produtividade, a redução de custos, o controle sobre o processo produtivo, a customização da produção, dentre outros, apontam para uma transformação profunda nas plantas fabris. Segundo levantamento da ABDI, a estimativa anual de redução de custos industriais no Brasil, a partir da migração da indústria para o conceito 4.0, será de, no mínimo, R\$ 73 bilhões/ano.

Essa economia envolve ganhos de eficiência, redução nos custos de manutenção de máquinas e consumo de energia.

7 Considerações finais

Há grandes desafios para a economia brasileira, em especial para a indústria, que enfrentou adversidades recentemente. Observam-se interações e diferenças no sistema de indústria 4.0. Destacando-se obstáculos internos e externos da falta de domínio sobre os componentes e tecnologias, a carência de mão de obra qualificada, o impacto cultural no sucesso ou fracasso da implementação de um sistema de produção nas organizações, bem como a análise das características da empresa, de sua formação, do mercado de atuação e suas necessidades. Apesar disto, os dados apontam a quarta revolução industrial como uma oportunidade para o país.

Para mudar esse cenário, precisam ser superados como o aumento do conhecimento das empresas em relação aos benefícios da digitalização, tanto no aumento da produtividade quanto nas oportunidades de novos modelos de negócios, flexibilização e customização da produção e redução do tempo de lançamento de produtos no mercado.

Para competir globalmente, a indústria nacional deve aumentar sua produtividade e sua participação na economia brasileira, investir em inovação e em educação e com isso grandes projetos e iniciativas com participação do governo e da iniciativa privada. Além disso, estratégias empresariais e políticas públicas precisam andar lado a lado.

Referências bibliográficas

- ABDI (2017). **Programa Indústria 4.0 receberá mais incentivos no Brasil**. Available at <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/09/programa-industria-4-0-recebera-mais-incentivos-nobrasil>>
- BUXMANN, P.; HESS, T.; and RUGGABER, R. (2009). **Internet of Services**. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12599-009-0066-z>. Acesso em Dezembro de 2017.
- CHUNG, Myeong-Kee. Internationalization Strategies of Korean Motor Vehicle Industry. Actes du GERPISA, n. 18, p.117-122. 1996
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil**. 2016. Disponível em:< <http://www.pedbrasil.org.br/ped/artigos/079F8BA3E7E5281B.0%20no%20Brasil.pdf>>. Acesso em: 09/07/2018.
- DELOITTE (2014). **Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies**.<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/chenmanufacturingindustry-4-0-24102014.pdf>
- DIEESE. **Trabalho e reestruturação produtiva: 10 Anos de Linha de Produção**. São Paulo: DIEESE, 1994.
- FULLERTON, R. R., KENNEDY, F. A., & WIDENER, S. K. (2014). Lean manufacturing and firm performance: The incremental contribution of lean management accounting practices. **Journal of Operations Management**.
- HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO B. **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**, Working Paper No.01, 2015.
- HOFMANN, E. & RÜSCH, M. **Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics**. Computers in Industry. Elsevier, 2017.
- KAGERMANN, H., W. *et al.* (2013) **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group**. Extraído de http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf.
- MAIK KIESEL ET MARTIN WOLPERS. Educational Challenges for Employees in Project-based Industry 4.0 Scenarios », **Proceedings of the 15th International Conference on Knowledge Technologies and Data-driven Business**, ACM, série i-KNOW '15, 2015, p. 41:1–41:4
- NUNES, F. L.; VACCARO, G. L. R.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. The development of the Hyundai Production System: The historical evolution. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 43, n. Part 1, p. 47–57, 2016.
- PFEIFFER, S. **Effects of Industry 4.0 on vocational education and training**, n. November/2015, p. 51, 2015.
- QIN, J.; LIU, Y.; GROSVENOR, R. (2016) A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond. 6th **International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV)**. Bath: Procedia CIRP, p. 173-178.

SCHRÖDER, R. **et al.** Análise da Implantação de um Processo Automatizado em uma Empresa Calçadista : Um Estudo de Caso a Luz do Sistema Hyundai de Produção e a Indústria 4.0. **Revista Espacios Caracas**, v. 36, n. 18, p. 19, 2015.

VIALLI, Andrea. **Admirável mundo 4.0: A nova revolução industrial – pautada pela convergência entre as tecnologias da operação e da informação – não é novidade, mas vai se intensificar no curtíssimo prazo em todas as cadeias produtivas.** 2016. Disponível em: <<http://www.mundocorporativo.deloitte.com.br/admiravel-mundo-4-0/>>. Acesso em: 14 set. 2018.

WEBER, Enzo. **Industrie 4.0** - Wirkungen auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt. Wirtschaftsdienst 2015.