



INDÚSTRIA 4.0 E BRASIL: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES

Iago Campos Martins¹, Thomas Edson Espindola Gonçalo²

Resumo: Com o avanço rápido das tecnologias, surge de um novo conceito chamado de indústria 4.0 ou quarta revolução industrial, que é estruturada pela automação dos processos produtivos e a incorporação da digitalização de toda a cadeia de valor, fazendo uma fusão entre o mundo real e o mundo virtual. Esse novo contexto de indústria impacta diretamente na manufatura. O presente artigo foi realizado com o propósito de se explorar o tema indústria 4.0 no Brasil, destacando suas potencialidades e desafios, para a incorporação da nova revolução industrial, no cenário brasileiro. Neste também serão mostrados conceitos que dão base para a indústria 4.0 sendo dividido em quatro etapas: A primeira foi a definição das palavras-chave para busca de assuntos sobre o tema; Em seguida foram realizadas pesquisas das tecnologias que dão suporte para a indústria 4.0; Na terceira etapa foram levantados trabalhos sobre a indústria brasileira, destacando suas características; E finalmente foram realizadas considerações acerca dos trabalhos estudados. A presente pesquisa básica, mostra que alguns poucos setores possuem tecnologias avançadas e, por consequência conhecimento das tecnologias. Sabendo que o país ainda está em um estágio inicial de ciência sobre o assunto, serão mostrados gargalos internos e externos que trazem dificuldades a várias empresas do Brasil em obter os benefícios da indústria 4.0.

Palavras-chaves: Indústria 4.0. Indústria brasileira. Quarta revolução industrial

1. INTRODUÇÃO

Vivemos em um momento histórico em que as mudanças acontecem cada vez mais rápidas, uso da tecnologia está em todos os ambientes e as transformações são profundas. O homem sempre buscou métodos para melhorar seu trabalho e seu lucro, sempre usando o que há de mais avançado. Segundo Geissbauer, Vedso e Schrauf [1] a primeira revolução industrial, teve como base as máquinas movidas a vapor, havendo mudança na produção artesanal, com uso do carvão como principal fonte de energia. A segunda revolução foi o momento em que houve o início da produção em massa. Posteriormente, a terceira revolução industrial também conhecida como revolução techno-científica, que se iniciou na década de 1970 com avanço da automação dos processos de fabricação utilizando processos avançados de eletrônica e TIC (tecnologia da informação e comunicação), tornou a interface homem-máquina mais eficiente [2]. A revolução industrial não foi apenas um aumento da velocidade do crescimento econômico, mas uma aceleração em virtude da transformação econômica e social [3].

Atualmente a Indústria 4.0 vem ganhando destaque no mundo, nas pautas gerenciais e governamentais voltadas à inovação e desempenho global de competitividade. Também conhecida como a quarta revolução industrial, refere-se ao conjunto de alterações em processos de manufatura, desenvolvimento e sistemas produtivos por meio da união entre os ambientes físicos e virtuais através do desenvolvimento, aplicação e incorporação de tecnologias recentes com impacto na economia e na sociedade. Esta tendência tem o objetivo de conectar, digitalmente, fornecedores, equipamentos e as próprias unidades fabris com o objetivo de criar uma cadeia de valor competitiva e integrada [4]. A Indústria 4.0 foi apresentada pela primeira vez durante a Feira de Hannover em 2011, sendo oficialmente anunciada em 2013 como uma ação estratégica da Alemanha [5].

Com o avanço da indústria 4.0 serão notórias as transformações, pois, ao analisar as revoluções industriais já ocorridas, constatam-se mudanças no posto de trabalho do homem, na economia e na sociedade. Esse ciclo de inovações constitui-se em riscos e desafios para o desempenho industrial e tecnológico. Neste contexto o Brasil teve participações menos expressivas nas revoluções anteriores se comparado com outros países, gerando a dúvida: quais são as limitações e potencialidades para adoção da indústria 4.0, dentro do atual contexto socioeconômico brasileiro?

Assim esse trabalho tem como identificar a situação da indústria brasileira quanto à adoção da indústria 4.0 destacando as potencialidades e limitações. Desta forma, a partir do panorama traçado neste estudo, é possível desenvolver trabalhos complementares relacionando ao tema indústria 4.0 às diversas aplicações no âmbito da Ciência e Tecnologia.

O desenvolvimento deste estudo está estruturado da seguinte forma: Na seção 2, os fundamentos teóricos relacionados ao tema são discutidos. Na seção 3 são apresentados os métodos da pesquisa, destacando quais foram os meios utilizados para obtenção dos resultados. Na seção 4 é apresentada uma abordagem sobre o a indústria brasileira contendo o panorama industrial atual, estratégias e as potencialidades e limitações da indústria 4.0 no Brasil. Por fim, a seção 5 são apresentadas as considerações finais, apresentando a conclusão do estudo e sugestões para trabalhos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. INDÚSTRIA 4.0

A indústria 4.0 ou indústria inteligente se refere à revolução tecnológica de sistemas embutidos para o sistema cyber físico, representando o advento da quarta revolução industrial no caminho para a internet das coisas, dados e serviços [6]. A descentralização da inteligência permite a criação de redes de objetos inteligentes de gerenciamento independente de processos, havendo união entre o mundo real e virtual. As máquinas não irão apenas processar o produto, mas o produto se comunica com as máquinas dizendo exatamente o que fazer [6].

Segundo Geissbauer, Vedso e Schrauf [1] a indústria 4.0, também é conhecida como internet industrial, fábrica inteligente ou a fábrica digital. Assim enquanto a indústria 3.0 apresentou seu foco na automação de processos e máquinas individuais, a indústria 4.0 é direcionada à digitalização de ponta a ponta de todos os ativos físicos e integração em ecossistemas digitais com parceiros de cadeia de valor; gerando, analisando e comunicando dados de forma transparente. Estas são as bases que sustentam os ganhos prometidos pela indústria 4.0, que agrupa uma extensa gama de novas tecnologias. Conforme Huba e Kozak [7], outra definição para “fábrica inteligente” é uma indústria que faz produtos inteligentes, em equipamentos inteligentes, em cadeias de suprimentos inteligentes.

Apresentam conceitos e tecnologias que são pertinentes ao tema indústria 4.0. A tabela 1 apresenta 15 tecnologias e conceitos classificados em 3 grupos, dentro do contexto da indústria 4.0 [8].

Tabela 1 - Principais tecnologias e conceitos da indústria 4.0 [8]

Grupo	Tecnologias e conceitos
Fábrica inteligente	Sistemas Ciber-físicos (CPS)
	Sistemas Embarcados
	Identificador por Rádio Frequência (RFID)
	Internet das Coisas (IoT)
	Internet dos serviços (IOS)
	Automação
	Modularização / Pré-fabricação
	Manufatura Aditiva
	Gerenciamento do Ciclo de Vida do Produto (PLM)
	Robótica
Simulação e Modelagem	Interação Homem - Computador (HCI)
	Ferramentas de Simulação
	Modelos de Simulação
	Modelo da Informação da Construção (BIM)
	Realidade Aumentada (AR)
	Realidade Virtual (VR)
Digitalização e Virtualização	Realidade Mista (MR)
	Computação em Nuvem
	Big Data
	Computação Móvel
	Mídia Social
	Digitalização

Fonte: OESTERREICH e TEUTEBERG (2016)

Segundo Hofmann e Rüsç [9] existem quatro tecnologias de base para a Indústria 4.0: Internet das Coisas, Internet dos Serviços, Sistemas Físico-Cibernéticos e Fábricas Inteligentes. Além das quatro tecnologias básicas da Indústria 4.0 já citadas, o BCG (*Boston consulting Group*) [10] cita outras nove, sendo uma já citada anteriormente: Big Data, manufatura aditiva, robôs autônomos, simulação, sistema de integração vertical e horizontal, cyber segurança, computação em nuvem e realidade aumentada.

2.2. TECNOLOGIAS

De acordo com Patel & Patel [11] a Internet das coisas é a rede que conecta qualquer coisa com a Internet, com base em procedimentos estipulados por meio de equipamentos de detecção de informações para haver intercâmbio de informações e comunicações para obter monitoramento, rastreamento, posicionamento, reconhecimento e administração inteligentes. O mundo digital e virtual estão se unindo para criar ambientes inteligentes que tornam várias áreas como a energia, o transporte e as cidades, conectadas transformando em um “smart world”.

Segundo Mattern e Floerkemeier [12] a internet das coisas (*Internet of Things, IoT*) é integração entre o mundo real e os objetos usados no cotidiano, conectando os itens do mundo físicos e o mundo virtual. As “coisas” se comunicam entre si e podem ser controladas remotamente, tornando a computação onnipresente.

A internet dos serviços (IOS) é o caminho digital por onde pessoas, empresas ou sistemas inteligentes podem se comunicar com o objetivo de oferecer e obter serviços. Admite que o usuário alocue e consuma serviços distintos na web em tempo real, sem nenhum conhecimento antecedente sobre o serviço escolhido. Tais serviços devem agir mutuamente de forma automática, transparente para conseguir atingir os objetivos do usuário [13].

Com base em Zanni [14] o *Cyber Physical Systems* (CPSs), são elementos de computação que se articulam e conversam com sensores, que acompanham os indicadores físicos e virtuais, possui também atuadores, que mudam o ambiente físico e virtual. Os CPSs usufruem dos sensores para estabelecer conexão com toda inteligência espalhada no ambiente, desse modo atua de uma maneira precisa. Na produção, os CPSs conseguem otimizar os processos partilhando informações em tempo real entre máquinas industriais, fornecimento de fabricação, fornecedores, sistemas de negócio e clientes. O sistema cyber físico consegue fazer auto monitoramento e controle do processo, dessa forma podem melhorar o processo de produção, consequentemente conseguem atender as preferências dos clientes, adaptando os produtos para os mesmos.

A tendência da humanidade é a quantificação do indivíduo (*Quantified self, QS*), sendo a chave desse armazenamento a ciência da big data, que pode possuir qualquer tipo de informação como: biológica, física, comportamental ou ambiental, como um indivíduo ou grupo [15].

Para Taurion [16], big data refere-se ao grande volume de dados bastante significativos. Porém vai além do grande volume de dados, integrando outras variáveis, como a variedade de dados, visto que é coletado dados de várias fontes, implicando a necessidade de velocidade, pois várias vezes constata-se a necessidade de um resultado rápido para agir em tempo real, como a gestão de trânsito em grandes cidades.

Segundo BCG [10], a manufatura aditiva utiliza principalmente a prototipagem e produção de componentes individuais, assim como a impressão 3D. Com a indústria 4.0, esses métodos são usados com frequência para a produção de pequenos lotes de produtos, oferecendo vantagens de construção complexos e leves. Os sistemas de manufatura aditiva descentralizada e de alto desempenho reduzem as distâncias de transporte e o estoque disponível.

A impressão 3D admite ajustes de diversas peças pelo engenheiro bem antes de chegar a comprometer a produção, por conseguir mostrar a peça detalhada em escala, o custo do projeto pode ser reduzido [17].

Segundo o CNI (Confederação Nacional da Indústria) [18], os robôs Autônomos são máquinas que são capazes de realizar, sem intervenção ou controle humanos, trabalhos em ambientes desestruturados, em que cabe ao robô a tomada de decisões não programadas, para resolver problemas novos e lidar com situações inesperadas. De acordo com BCG [10], eles estão ficando cada vez mais autônomos, cooperativos e flexíveis. Eles vão interagir uns com os outros e trabalhar em segurança lado a lado com os humanos e aprender com eles. Esses robôs irão ficar mais baratos e terão uma gama maior de recursos do que os usados na fabricação hoje.

Para o CNI [19], a simulação possibilita a execução em tempo real de uma fábrica inteira na nuvem, a realização de simulações, configurações de novos componentes ou realização de modificações em componentes existentes, além de permitir o testar dos impactos dessas mudanças sem a necessidade de grandes investimentos. Podendo ser vista em qualquer lugar, por meio de algum dispositivo móvel, a simulação permite que um engenheiro possa estar em outro país e monitorar a versão simulada de uma fábrica. O uso mais preciso da simulação é chamado de “gêmeo digital” ou em inglês “*digital twin*”, que cria um ambiente virtual idêntico da cadeia de produção de um produto.

A indústria 4.0 digitaliza e integra processos em níveis hierárquicos internos da fábrica em toda a organização (sistema de integração vertical), desde o desenvolvimento e a compra de produtos, até fabricação, logística e serviços. Todos os dados de processos de operações, eficiência dos processos e gestão da qualidade, bem como o

planejamento de operações, estão disponíveis em tempo real, otimizados em uma rede integrada. A integração horizontal está relacionada com a conexão entre a fábrica e toda cadeia externa à planta e envolve tecnologias para controlar e rastrear dispositivos, além de favorecer e planejamento e execução integrados em tempo real [1].

A segurança Cibernética, em inglês *Cybersecurity* é o agrupamento de ferramentas feitas para defender dados virtuais, em função da integração de sistemas digitais e mecânicos na cadeia de produção, o que será cada vez mais necessário com o intuito de prevenir, detectar e conter vazamentos de dados, seja por ataques, negligência de funcionários ou mesmo por falhas técnicas [20].

Para o CNI [21], computação em nuvem (*Cloud Computing*) é um termo que pode ser explicado como a prestação de serviços hospedados através da internet. A computação em nuvem possui vários benefícios atraentes para empresas e clientes finais. O CNI afirma que existem três principais benefícios da computação em nuvem:

- Provisionamento personalizado: os usuários finais podem receber recursos de computação para quase qualquer tipo de carga de trabalho sob demanda, de maneira a extinguir a necessidade dos administradores de Tecnologia da Informação para fornecer e gerenciar recursos de computação.
- Elasticidade: que as empresas podem obter o serviço conforme com sua necessidade, diminuindo ou aumentando a escala de acordo com sua demanda, dessa maneira, não é necessário criar uma infraestrutura maciça, que pode de modo eventual ficar ociosa.
- Economia: os recursos da computação em nuvem se mostram bastante preciso, havendo a possibilidade que os usuários paguem apenas pelas cargas e recursos que forem usados.

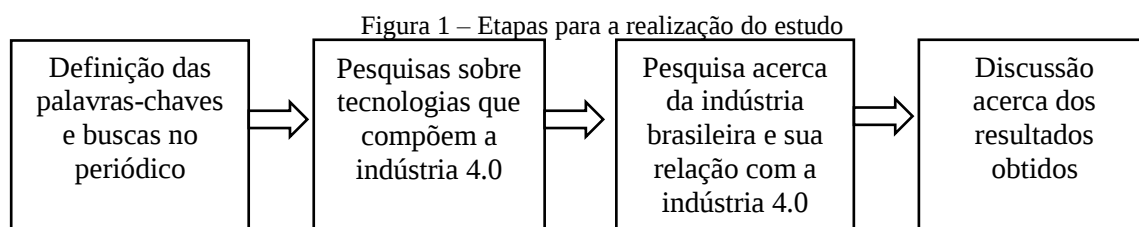
Os ganhos para as empresas são em agilidade, melhoramento da produtividade, corte despesas de treinamento, manutenção e gerenciamento de infraestrutura [21].

Do inglês, “*Augmented Reality*” a Realidade Aumentada é a tecnologia, que admite a influência mútua entre dois universos real e virtual. Sendo a sobreposição de imagens e ou objetos virtuais em ambientes reais por meio de um dispositivo tecnológico. Essa tecnologia deve mudar a relação do homem com as máquinas e expandir muito a maneira como tarefas diárias e profissionais são executadas [22].

3. MATERIAIS E METODOS

A pesquisa retratada nesse artigo é uma pesquisa básica, que é desenvolvida com o propósito de possibilitar visão geral, sem a aplicação prática, de forma aproximativa, a determinado fato em relação a assuntos da indústria brasileira identificando as perspectivas para o futuro [23]. Em relação a abordagem, a pesquisa é qualitativa, pois considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números [24].

A pesquisa foi realizada em etapas, conforme apresentado na Figura 1 abaixo.



Fonte: Autoria própria

Na primeira foi realizada uma busca pelas palavras-chaves *industry 4.0* e *smart factory* no portal periódicos capes. Os resultados obtidos serviram como base para o primeiro contato com tema do presente estudo. Na busca, foram apresentados 167.581 artigos para *industry 4.0* e 30.142 artigos para *smart factory*. Destes, foram identificados 16 e 9 artigos, respectivamente, a partir desses estudos, foram obtidas referências de outros artigos para conceituação das tecnologias que compõem a indústria 4.0. Desta forma, foram identificadas as várias tecnologias, convergindo para o grupo de tecnologias descrito no presente estudo. Na terceira etapa foram levantados trabalhos sobre a indústria brasileira, observando suas características, tais como, panorama industrial, estratégias para o futuro e suas potencialidades e limitações com a implementação da indústria 4.0. Nesta busca, foram identificados estudos realizados pela CNI (Confederação Nacional da Indústria), traçando panoramas acerca da relação da indústria brasileira com a indústria brasileira. Finalmente, na quarta etapa do trabalho, foi realizado a conclusão sendo levado em consideração todos os trabalhos sobre a indústria brasileira que foram analisados no presente artigo.

4. INDÚSTRIA BRASILEIRA

4.1 PANORAMA INDUSTRIAL DO BRASIL

A indústria brasileira, que teve um fraco desempenho no período pós-crise de 2008, voltou ao debate em relação à necessidade de um plano de política industrial. Por consequência, o investimento em infraestrutura se mostra como uma escolha conciliadora e eficiente na tarefa de reparar a competitividade deste setor [25]. Posto que tenha estado sempre presente nos debates acadêmicos sobre crescimento econômico, tem-se observado nos últimos anos a retomada de uma discussão mais intensa em volta da necessidade, ou não, de se traçar uma política industrial, apresentado o fraco desempenho da indústria nacional e os indícios de um eventual processo de desindustrialização precoce na economia brasileira [25].

Segundo Sarti [26], entre 2014 a 2016, a indústria brasileira apresentou seu pior desempenho histórico, sendo pior até mesmo no período do fim de 2008 e início de 2009, momento esse marcado pela crise financeira internacional. Porém, no ano seguinte, um estudo realizado pelo IEDI (Instituto de Estudos para o Desenvolvimento industrial), a economia brasileira teve um crescimento por dois trimestres sucessivos em 2017, que poderia ser encerrada a crise dos últimos dois anos. Entretanto, este crescimento se deu por causa do extraordinário desempenho da agropecuária.

De acordo com Sarti [26], o Brasil enfrenta um desafio com o processo de “chinalização industrial” impondo risco em vários setores industriais do Brasil, pelo baixo custo dos produtos vindos da china. Por outro lado, com a perspectiva da quarta revolução industrial, pode-se ter ganhos na competitividade nos setores industriais já firmados tecnologicamente. Possuindo riscos e desafios, pois segundo o sistema FIRJAM (Federação das Indústrias do estado do rio de janeiro) [27], a indústria nacional está contida por sua maior parte na transferência da segunda revolução industrial ou a “Indústria 2.0” (definida pelo uso de linhas de montagem e energia elétrica) para a Indústria 3.0 (que utiliza automação por meio da eletrônica, programação e robótica).

4.1.1. ESTRATÉGIA INDUSTRIAL

Alguns países como Alemanha, Estados Unidos e China já incluíram em seus planejamentos industriais propostas de absorção das tecnologias 4.0. É importante conhecer e identificar os impactos que influenciarão os diversos setores industriais, quais serão beneficiados, quais precisarão se ajustar, ou até mesmo, desaparecer; ou como ficará a mão de obra e os custos de produção [27].

A estratégia para a implantação da indústria 4.0 definirá cada passo que a empresa tomar na transformação para um empreendimento totalmente digital. Por esse motivo, é essencial dedicar tempo para definir com clareza a sua visão [1].

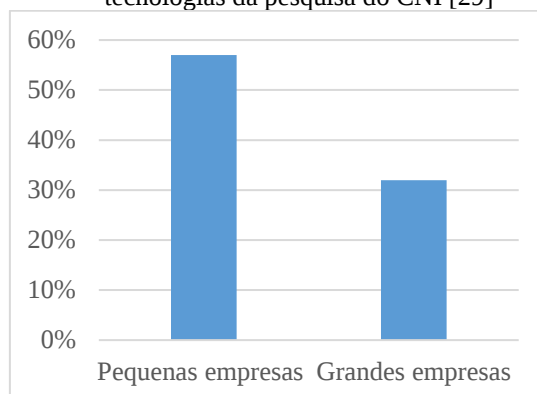
Segundo a CNI [28] o mapa estratégico do período de 2018 até 2022 da indústria, consolida uma programação com desafios, levando em consideração as tendências mundiais e nacionais. O compromisso sugerido possui duas vertentes que abrangem tanto gargalos antigos, que ainda não foram superados, como desafios que impedem a construção da indústria 4.0. O Brasil necessita solucionar os gargalos que bloqueiam a competitividade da indústria, entre elas estão: A qualidade da educação e da infraestrutura; O complexo e oneroso sistema tributário e; A tradicional agenda do custo do Brasil. Contudo, conseguir superar os gargalos ainda não é suficiente para tornar a indústria brasileira competitiva a nível global. A idealização do futuro passa: Pela inserção da indústria brasileira com os mercados globais; O aumento da atividade de inovação; A integração na indústria 4.0; O crescimento da participação na economia de baixo carbono, entre outras tendências mundiais.

Alterar do estado atual para o futuro desejado demandará passos precisos e uma clara definição de prioridades. As empresas que se tornarem *champions* digitais entrarão em uma viagem que pode parecer pequena no início, mas que termina na transformação do *core business* [1].

4.2 POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES

Pesquisa realizada pela CNI no ano de 2016, mostra o conhecimento a respeito das tecnologias digitais e a sua inclusão na Indústria 4.0. A pesquisa considerou uma amostra de 2.225 empresas, dentre as quais 910 pequenas, 815 médias e 500 grandes. Segundo a mesma, 43% não obtiveram sucesso ao identificar quais tecnologias digitais, em uma lista com 10, opções que apresentam potencial para alavancar a competitividade da indústria. A falta de conhecimento é expressivamente maior entre as pequenas empresas (57%). Entre as grandes empresas, a porcentagem que não reconheceram nenhuma das 10 tecnologias digitais mostradas como significativa para a competitividade cai para 32%, conforme apresentado na Figura 2 [29].

Figura 2 – Empresas que não identificaram as tecnologias da pesquisa do CNI [29]



Fonte: Elaboração própria com dados retirados do CNI (2016)

Para 66% das empresas, os custos de implementação compõem a principal barreira interna à adoção de tecnologias digitais. Praticamente empatados os itens "falta de clareza na definição de retorno sobre o investimento" com 26% e "estrutura corporativa e cultura" estão ligados ao segundo lugar com 24% das respostas [29].

Quando a análise é restrita ao grupo de empresas que utilizam tecnologias digitais, notou-se que a barreira interna está ligada a "dificuldades para integrar novas tecnologias e software". O item falta de clareza na definição de retorno sobre o investimento ficou em segundo lugar (32% das respostas). O alto custo de implementação é a barreira interna com maior dificuldade, para 83% das empresas [29].

A análise dos setores a seguir revela o nível de utilização das tecnologias de acordo com a pesquisa da CNI. O Quadro 1 mostra os setores industriais que usam mais de uma tecnologia, com maior uso e menor uso. De acordo com o quadro o destaque está no setor de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos com 61% do percentual de empresas que usam pelo menos uma tecnologia. Em seguida, vem o setor de Máquinas, aparelhos e materiais elétricos com 60%. Na terceira colocação, surgem os setores os setores de Derivados de petróleo e biocombustíveis e Máquinas e equipamentos, ambos com 53%. No mesmo quadro são identificados os setores com menor uso que incluem: Equipamentos de transporte obtiveram 23%, o menor percentual entre todos; Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos (25%); Produtos farmacêuticos (27%); Minerais não metálicos (28%); Vestuário (29%) e Calçados (29%) [29].

Quadro 1 – Empresas que usam pelo menos uma tecnologia [29]

Setores		%
Setores que mais usam	Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e outros	61
	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	60
	Coque, derivados do petróleo e biocombustíveis	53
	Máquinas e equipamentos	53
	Metalurgia	51
	Produtos de material plástico	49
Setores que menos usam	Outros equipamentos de transporte	23
	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	25
	Produtos farmacêuticos	27
	Minerais não metálicos	28
	Vestuário	29
	Calçados	29

Fonte: CNI (2016)

A inclusão das novas tecnologias em uma estratégia para o desenvolvimento da indústria brasileira será fundamental, no médio e longo prazo, para a competitividade do país e para melhorar a sua participação nas cadeias globais de valor [30].

Apesar das incertezas e os desafios de como implementar a indústria 4.0 no Brasil, algumas empresas tomaram a iniciativa própria para o desenvolvimento e implementação de novas tecnologias [31].

O setor automotivo, por exemplo, que possui investimento em tecnologias 4.0 em todo mundo. No Brasil, um bom exemplo nesse setor é a fábrica de utilitários Jeep em Goiana (PE). A fábrica une a digitalização, a conectividade e a realidade virtual em seus processos produtivos e é referência nacional [31]. O setor com mais desenvolvido e com maior potencial para receber as tecnologias no país é a indústria automotiva, isto se devem em parte, ao fato dos profissionais desse setor possuírem grande qualificação e atualização [27]. Esse setor possui grande número de profissionais, de modo que é possível que esses profissionais sejam transferidos ou aproveitados em outros setores-chaves do país, como óleo e gás, plataformas subaquáticas e aeronáutica [27].

A Electrolux, por sua vez, na qual utiliza prototipagem digital e realidade virtual na confecção de protótipos dos eletrodomésticos que chegaram ao consumidor final, reduzindo os custos, tornando mais ágil e assertivo [31].

A Basf, uma multinacional alemã do setor químico, obtém os benefícios do uso de tecnologias da indústria 4.0, no Brasil. A empresa oferta aplicativos no setor agrário que permitem o agricultor identificar com o uso da análise de dados o momento de maior fraqueza de sua plantação para realizar a aplicação de agrotóxicos [31].

Em alguns países a Indústria 4.0 já começa a se tornar realidade, até mesmo com o apoio dos governos das principais potências econômicas, que a tem colocado no centro de suas estratégias de política industrial. Isso cria um duplo desafio para o Brasil, pois, além de buscar a incorporação e o desenvolvimento dessas tecnológicas, é preciso fazê-lo com relativa rapidez a fim de evitar que a lacuna de competitividade entre o Brasil e alguns de seus principais competidores aumente [30].

O Brasil encontra desafios para implementação da indústria 4.0, como [30]:

- Aplicações nas cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores, integrando digitalmente as empresas durante as cadeias produtivas por meio de novas tecnologias com infraestrutura adequada de internet;
- mecanismos para 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;
- desenvolvimento tecnológico, em função da diversificação da indústria nacional e da atratividade do mercado doméstico, o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil criará oportunidades para o desenvolvimento de fornecedores domésticos de soluções dentro no novo ambiente tecnológico.
- Além dos desafios explanados acima a segurança de dados também é um gargalo, sendo o Brasil um dos poucos países que reconheceu o tema [1].

Além dos desafios citados o mapa estratégico do CNI [28] propõe onze fatores que elevaria a competitividade da indústria no Brasil com sustentabilidade, são eles:

- Alcançar maior segurança jurídica no ambiente de negócios: As leis necessitam de clareza, estáveis e com aplicação inequívoca. A insegurança nas leis gera instituições com dúvidas sobre o cumprimento de contratos;
- Consolidando a estabilidade e a previsibilidade no ambiente macroeconômico para favorecer os investimentos: confiança de que a economia brasileira tenha bases sólidas, estável, sendo essencial para a decisão de investimentos;
- Melhorando a eficiência do Estado: controlar os gastos, melhorar a gestão, governanças, desburocratização, transparência e combate à corrupção;
- Melhorando a qualidade da educação em todos os níveis: deve ter prioridade entre as demais, para o país se colocar entre as melhores referências mundiais, é um tópico fundamental para o desenvolvimento do país;
- Ampliando o acesso das empresas ao financiamento: desenvolver o mercado de capitais, aperfeiçoar o sistema de garantias e ampliar o acesso aos recursos;
- Elevando a eficiência no uso dos recursos naturais e preservando o meio ambiente: várias possibilidades estão aparecendo no universo da economia de baixo carbono. Havendo grandes oportunidades da indústria brasileira ser protagonista nessa nova economia;
- Simplificando e melhorando a qualidade da tributação: é necessário simplificar a legislação tributária, acabar com distorções que geram a cumulatividade. Também é necessário garantir o alinhamento com os padrões globais de tributação;
- Modernizando as relações de trabalho: relações de trabalho mais flexíveis produzem maior eficiência na alocação do trabalho, beneficiam o investimento em qualificação e contribuem para o aumento da produtividade;
- Ampliando e melhorando a infraestrutura do país: o Brasil precisa extinguir problemas históricos na sua infraestrutura. A infraestrutura precária é representada em custos elevados e perda de competitividade;
- Estabelecendo uma política industrial, de inovação e de comércio exterior consistente: política industrial precisa ser revista para ser capaz de impulsionar a competitividade da indústria. Uma estratégia industrial bem efetiva, integrada e coordenada é necessária para proporcionar o desenvolvimento da indústria e do país. Inovação e integração internacional são elementos essenciais dessa estratégia;
- Elevando a produtividade e a inovação nas empresas: os ganhos de produtividade podem ser adquiridos com melhoria da gestão empresarial, intensificação das atividades de inovação e maior relação com os mercados externos.

5. CONCLUSÕES

No presente estudo foi possível constatar que há vários desafios a serem superados para que a quarta revolução industrial ocorra de modo mais abrangente no Brasil. Por meio deste trabalho constatou-se que as aplicações mais próximas da indústria 4.0 são limitadas apenas a alguns setores como a indústria, com destaque para a indústria automobilística. Conforme resultados obtidos pela CNI a falta de conhecimento das tecnologias e seus ganhos fazem com que vários campos da indústria não implementem a digitalização. O Brasil enfrenta vários desafios, que irá depender do conhecimento das novas tecnologias e seus benefícios, como também problemas históricos que ao longo do tempo não foram resolvidos, resultando em um atraso em produção e competitividade frente a outros países.

O advento da indústria 4.0 apresenta várias oportunidades de melhorias no que diz respeito à produção e ao desenvolvimento da indústria brasileira. A falta de conhecimento por parte dos empresários faz com que os mesmos deixem de gerar produtos com maior qualidade, flexibilidade, customização da produção e redução do tempo de lançamento do produto para o mercado consumidor. As mudanças mais profundas nas indústrias dependem da eficiência do governo com melhorias na qualidade da educação e da infraestrutura, fomentando a mão-de-obra qualificada e implementação de novas tecnologias por parte das empresas. A falta de confiança no ambiente macroeconômico também é um problema, pois a migração da indústria 3.0 para a 4.0 acarretará em custos que devem ser bem estudados antes de serem dispendidos. Apesar da instabilidade no cenário econômico-político atual o Brasil se encontra em um estado de transição, sendo capaz de gerar grandes oportunidades para o novo ciclo de desenvolvimento, com base na tecnologia.

O Brasil possui um grande potencial que pode ser desenvolvido para tornar a indústria brasileira mais competitiva no mercado global, pois o Brasil possui setores bem estruturados como a agropecuária, petróleo e setores como energias renováveis com baixa emissão de carbono. Essa transformação será fundamental para as startups, tanto pequenas, como médias empresas, pois estão em busca de novas tecnologias para crescer no mercado. Finalmente, será necessário o desenvolvimento de novas competências e o desenvolvimento profissional continuado oferecem uma nova dimensão de oportunidades em formação e capacitação profissional. Para trabalhos

futuros recomenda-se: Identificar o grau de conhecimento dos gestores da indústria potiguar, quanto à indústria 4.0; Pesquisar as aplicações que estão sendo desenvolvidas, quanto às mais diversas tecnologias da indústria 4.0, no âmbito da indústria; Identificar o potencial dos diversos setores da indústria brasileira, quanto à implementação da indústria 4.0.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GEISSBAUER, Reinhard; VEDSO, Jesper; SCHRAUF, Stefan. **Indústria 4.0: Digitização como vantagem competitiva no Brasil**. PwC. [S.l.]. 2016.
- [2] CHUKWUEKWE, Douglas Okafor et al. **Reliable, Robust and Resilient Systems: Towards Development of a Predictive Maintenance Concept within the Industry 4.0 Environment**. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/307601193_Reliable_Robust_and_Resilient_Systems_Towards_Development_of_a_Predictive_Maintenance_Concept_within_the_Industry_40_Environment>. Acesso em: 29 nov. 2017.
- [3] HOBSBAWM, Eric John Ernest. **Da Revolução Industrial Inglesa ao Imperialismo**. 5. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitari, 2000. 362 p. Tradução: Donaldson Magalhães Garshagen.
- [4] NASCIMENTO, Luis de Oliveira; MUNIZ JUNIOR, Jorge. **Indústria 4.0: Transformação e Desafios para o Cenário Brasileiro**. 2018. Disponível em: <<http://unespciencia.com.br/2018/02/01/industria-93/>>. Acesso em: 1 mar. 2018.
- [5] XU, Li da; XU, Eric L.; LI, Ling. Industry 4.0: state of the art and future trends. **International Journal Of Production Research**, [s.l.], p.1-22, 9 mar. 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>.
- [6] MACDOUGALL, William. **Industrie 4.0: Smart Manufacturing for the Future**. Berlin: Gtai, 2014.
- [7] HUBA, Mikulas; KOZAK, Stefan. From e-Learning to Industry 4.0. **2016 International Conference On Emerging Elearning Technologies And Applications (iceta)**, [s.l.], p.103-108, nov. 2016. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/iceta.2016.7802083>.
- [8] OESTERREICH, Thuy Duong; TEUTEBERG, Frank. Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. **Computers In Industry**, [s.l.], v. 83, p.121-139, dez. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.006>.
- [9] HOFMANN, Erik; RÜSCH, Marco. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. **Computers In Industry**, [s.l.], v. 89, p.23-34, ago. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002>.
- [10] BOSTON CONSULTING GROUP (BCG). **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**. 2015. Disponível em: <https://www.bcg.com/pt-br/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx>. Acesso em: 15 fev. 2018.
- [11] PATEL, Keyur K.; PATEL2, Sunil M.. Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges. **International Journal of Engineering Science and Computing**, Vadodara, v. 6, n. 5, p.6122-6131, maio 2016.
- [12] MATTERN, Friedemann; FLOERKEMEIER, Christian. From the Internet of Computers to the Internet of Things. **Lecture Notes In Computer Science**, [s.l.], p.242-259, 2010. Springer Berlin Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-17226-7_15.
- [13] ELGEDAWY, Islam. Web Services Conversation Adaptation Using Conditional Substitution Semantics of Application Domain Concepts. **Isrn Software Engineering**, [s.l.], v. 2013, p.1-26, 2013. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/408267>.
- [14] ZANNI, Alessandro. **Sistemas cyber-físicos e cidades inteligentes**. 2015. Disponível em: <<https://www.ibm.com/developerworks/br/library/ba-cyber-physical-systems-and-smart-cities-iot/index.html>>. Acesso em: 15 dez. 2017.
- [15] SWAN, Melanie. The Quantified Self: Fundamental Disruption in Big Data Science and Biological Discovery. **Big Data**, Palo Alto, California, v. 1, n. 2, p.85-99, 13 jun. 2013. Mary Ann Liebert Inc. <http://dx.doi.org/10.1089/big.2012.0002>.
- [16] TAURION, Cezar. **BIG DATA**. Rio de Janeiro: Brasport, 2013. 102 p.
- [17] TAKAGAKI, Luiz Koiti. TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D. **RIT - Revista Inovação Tecnológica**, São Paulo, v.2, n. 2, p.28-40, dez. 2012.
- [18] CONSELHO NACIONAL DE INDÚSTRIA (CNI). **Conceitos: Robôs Autônomos**. 2017. Disponível em: <www.cnidigital.org/artigo/conceitos-robo-s-auto-nomos-s-ries-pilares-da-ind-stria-4-0-parte-2-de-9>. Acesso em: 1 abr. 2018.

- [19] CONSELHO NACIONAL DE INDÚSTRIA (CNI). **Série Pilares da Indústria 4.0 (parte 6 de 9): Simulação**, 2017. Disponível em: <<http://www.cnidigital.org/artigo/se-rie-pilares-da-industria-4-0-parte-6-de-9-simula-o>>. Acesso em: 04 abr. 2018.
- [20] CONSELHO NACIONAL DE INDÚSTRIA (CNI). **Segurança Cibernética**. 2018. Disponível em: <<http://www.cnidigital.org/artigo/seguranca-cibernetica>>. Acesso em: 1 abr. 2018.
- [21] CONSELHO NACIONAL DE INDÚSTRIA (CNI). **O que é computação em nuvem?** 2017. Disponível em: <<http://www.cnidigital.org/artigo/o-que-e-computacao-em-nuvem>>. Acesso em: 01 abr. 2018.
- [22] CONSELHO NACIONAL DE INDÚSTRIA (CNI). **Série Pilares da Indústria 4.0 (parte 9 de 9): Realidade Aumentada**. 2017. Disponível em: <<http://www.cnidigital.org/artigo/se-rie-pilares-da-industria-4-0-parte-9-de-9-realidade-aumentada>>. Acesso em: 01 abr. 2018.
- [23] GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas S.a., 2008.
- [24] SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. Ed. - Rev. atual. - Florianópolis: UFSC, 2005.
- [25] DÁVILA-FERNÁNDEZ, Marwil Jhonatan. Desindustrialização e o investimento em infraestrutura como instrumento conciliador de uma política industrial base no Brasil. **Revista de Economia Política**, [s.l.], v. 35, n. 3, p.576-600, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0101-31572015v35n03a11>
- [26] SARTI, F.; HIRATUKA, C. **Desempenho recente da indústria brasileira no contexto de mudanças estruturais domésticas e globais**. Campinas: Unicamp.IE, abr. 2017.
- [27] Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAM). **Cadernos senai de inovação: indústria 4.0**. Rio de Janeiro: Firjam, 2016. 20 p. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-inovacao/industria-4-0-1.htm>>. Acesso em: 04 abr. 2018.
- [28] CONSELHO NACIONAL DE INDÚSTRIA (CNI). **Mapa estratégico da indústria 2018-2022**. Brasília: Cni, 2018. 209 p.
- [29] CONSELHO NACIONAL DE INDÚSTRIA (CNI). **Sondagem especial: Indústria 4.0: novo desafio para a indústria brasileira**. 2016. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-66-industria-4-0/>>. Acesso em: 04 abr. 2018.
- [30] CONSELHO NACIONAL DE INDÚSTRIA (CNI). **Desafios para indústria 4.0 no brasil**. Brasília: Cni, 2016. 34 p.
- [31] VIALLI, Andrea. **Brave new world 4.0**. 2016. Disponível em: <<http://www.mundocorporativo.deloitte.com.br/en/brave-new-world-4-0/>>. Acesso em: 14 mar. 2018.