

INDÚSTRIA 4.0: UM ESTUDO SOBRE AS PERSPECTIVAS DE TRANSIÇÃO E EVOLUÇÃO DO MODELO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA

Daniel Gonçalves Gonzaga (FACULDADES KENNEDY DE BELO HORIZONTE)

danielgg31@outlook.com

Rogério Ferreira Rezende (FACULDADES KENNEDY DE BELO HORIZONTE)

rogeriorezende@hotmail.com

Nelson Ferreira Filho (FACULDADES KENNEDY DE BELO HORIZONTE)

nelsonferreira22@gmail.com

Eduardo Martins de Oliveira (FACULDADES KENNEDY DE BELO HORIZONTE)

engenhariahp50@yahoo.com

Eduardo Gonçalves Magnani (FACULDADES KENNEDY DE BELO HORIZONTE)

eduardogmagnani@yahoo.com.br

Resumo

O presente trabalho procurou identificar os principais conceitos que envolvem a Indústria 4.0, bem como suas principais tecnologias, impactos esperados e desafios a serem superados. Utilizou-se de uma abordagem qualitativa, através de levantamentos bibliográficos, retirados principalmente de artigos internacionais. No contexto nacional, foram descritas algumas propostas realizadas por diversas instituições brasileiras para implementar esse novo modelo de produção no país. Ao final foi apresentada uma orientação que visa tornar possível a transição do modelo atual de produção da indústria brasileira para um que se alinhe ao da Indústria 4.0.

Palavras-Chaves: (Indústria 4.0, Indústria Brasileira, Quarta Revolução Industrial.)

1. Introdução

Devido à recente crise no mercado industrial brasileiro a partir do ano de 2014, muitas empresas reduziram custos e cortaram os investimentos com o objetivo de se sustentarem

neste período. Em contrapartida, neste mesmo período, as indústrias de outros países continuaram crescendo e expandindo mercados, como a indústria chinesa que, segundo Sarti e Hiratuka (2017), impõe sérios riscos a competitividade e sobrevivência de alguns setores da indústria brasileira.

Neste contexto, a implantação dos conceitos e do modelo da Indústria 4.0 poderá se tornar o objetivo de muitas empresas brasileiras nos próximos anos. Devido a esta situação, levanta-se a seguinte questão: Como realizar a transição do modelo de produção atual da indústria brasileira para a Indústria 4.0?

1.1 Objetivo

O objetivo desta pesquisa é analisar como será realizada a transição do modelo de produção atual da indústria brasileira para a Indústria 4.0. Além disso, propõe-se como objetivos específicos:

- Identificar os principais conceitos e novas tecnologias da Indústria 4.0;
- Identificar os impactos da Indústria 4.0 no Brasil;
- Apresentar as maiores lacunas;
- Apresentar as principais estratégias de apoio e incentivo à Indústria 4.0 no Brasil.

1.2 Justificativa

Do ponto de vista geral, a importância desta pesquisa se deve à atualidade e relevância do tema para o desenvolvimento acadêmico e para as indústrias brasileiras, no sentido de conhecer os conceitos, objetivos e impactos da indústria 4.0.

Além disso, espera-se a partir do conteúdo desta pesquisa, compreender a situação atual das indústrias brasileiras nos diferentes estágios de desenvolvimento, os principais desafios técnico-econômicos e como essas indústrias farão a transição para o modelo da indústria 4.0.

Como benefício, propõe-se que esta pesquisa possa contribuir para as indústrias brasileiras e pesquisadores na análise de alternativas, definição de estratégias, planos e processos para o desenvolvimento e adaptação dos modelos de produção existentes, alinhados aos conceitos e ao modelo da indústria 4.0.

2. Referencial teórico

2.1 - Indústria 4.0

Segundo Martin (2017) o modelo da Indústria 4.0 surgiu na Alemanha, e é considerada a Quarta Revolução Industrial, devido aos grandes avanços da Tecnologia da Informação e da digitalização de processos, o que está mudando radicalmente o modelo de indústria tradicional que conhecemos hoje. Essa mudança avança rapidamente e proporciona principalmente o aumento de produtividade, economia no consumo de energia, matéria-prima e outros insumos, além de maior lucratividade a partir da otimização, integração e conectividade dos processos.

A Indústria 4.0, segundo Kopp, Howaldt e Schultze (2016), pretende ser a expressão de um novo capítulo na trajetória das transformações industriais e prenuncia novas sínteses entre homens, máquinas e a inteligência de softwares e algoritmos.

2.2 – Exemplos de Tecnologias da Indústria 4.0

2.2.1 – RSSF (Rede de Sensores Sem Fio) e RFID (Identificação por Frequência de Rádio)

De acordo com Chaves (2016), uma rede de sensores sem fio (RSSF) é composta por um grupo de sensores com o objetivo de monitorar processos, ambientes e controlar atuadores. Fábricas inteligentes permitirão que máquinas e materiais se comuniquem na linha de montagem. No princípio do processo, cada produto trará consigo um chip com a informação necessária para a sua montagem e à medida que avança na linha, se comunicará com os equipamentos de montagem via identificação por frequência de rádio (RFID).

2.2.2 – Robôs autônomos

De acordo com Albertin *et al* (2017) os robôs autônomos, também conhecidos como robôs colaborativos (*Cobots*), já são utilizados em muitas indústrias para realizar tarefas complexas. Devido à integração dos sistemas na indústria 4.0, os robôs ganham habilidades além dos seus antecessores, se tornando mais autônomos, flexíveis e cooperativos.

2.2.3 – IdC (Internet das Coisas)

O termo Internet das Coisas (IdC) é proveniente do inglês *Internet of Things*, e segundo Almeida (2015) *apud* Freitas (2017), se refere a conexão de objetos físicos e virtuais a internet, propiciando a esses objetos a capacidade de compartilhar, armazenar e processar dados, produzindo informações e gerando serviços em grande escala.

2.2.4 – Big Data e Analytics

De acordo com Nist (2015) *big data* é designada como uma grande massa de dados, sem estruturação e que necessita ser analisada em tempo real para que possa contribuir de alguma forma para os resultados da organização, e o termo *Analytics* seria o uso de técnicas computacionais para revelar tendências e padrões entre grupos de dados.

Segundo Wang *et al* (2016), baseado nas análises do *big data*, será possível elaborar indicadores quantificados de performance e eficiência relacionados a qualquer componente integrado em posse da empresa, como máquinas, produtos e sistemas.

2.2.5 – Manufatura Aditiva

As impressoras 3D, como relatam Giordano, Zancul e Rodrigues (2016), possuem a capacidade de fabricar objetos por meio do incremento de matéria prima, camada por camada sem a necessidade de qualquer tipo de forma, baseando-se em um modelo tridimensional digitalizado, comumente um programa do tipo CAD (*Computer Aided Design*).

A utilização da manufatura aditiva nas indústrias traz consigo a possibilidade de se confeccionar objetos de uma maneira extremamente diferente da convencional, com economia de matéria prima e redução do número de etapas do processo.

2.2.6 – Realidade Aumentada e Realidade Virtual

Na visão de Limsadmin (2017) a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV) vêm sendo amplamente utilizadas em diversos setores e contextos, desde aplicações de consumidores até fabricantes, auxiliando primariamente em processos de manutenção, supervisão e principalmente treinamentos.

2.3 – A Indústria Mundial

De acordo com Sarti e Hiratuka (2017), o processo de desverticalização e fragmentação das atividades produtivas, além da constituição de uma rede internacionalizada de produção e de fornecimento promoveu um deslocamento significativo da produção industrial dos países desenvolvidos em direção a algumas regiões periféricas, sobretudo para os países do leste asiático, com destaque para o crescimento exponencial da participação industrial chinesa no cenário mundial. Neste contexto, a China já impõe sérios riscos a competitividade e sobrevivência de alguns setores da indústria brasileira.

2.4 - A Indústria Brasileira

Ainda segundo Sarti e Hiratuka (2017), além da ameaça chinesa, as perspectivas de um novo ciclo de inovações disruptivas proporcionado pela Indústria 4.0 poderá ter impactos significativos na competitividade dos setores industriais, até mesmo nos setores já consolidados tecnologicamente. Para o Brasil que tem sua estrutura de produção centralizada em setores com modelos da segunda revolução industrial e que conseguiu parcialmente desenvolver setores alinhados à terceira revolução industrial, esse ciclo de mudanças e inovações promovidas pela Indústria 4.0 constitui-se um grande risco e desafio para o desempenho industrial e tecnológico.

Stal (2010) afirma que os países emergentes buscam o desenvolvimento tecnológico com atraso, muitas vezes copiando e adaptando soluções. O esforço da inovação é sempre recompensado, mas é extremamente difícil em países nos quais não há apoio sustentável à infraestrutura de pesquisa em universidades, institutos e nas próprias empresas.

Segundo o Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial IEDI (2018) seria estratégico para o país incrementar o ritmo de propagação das tecnologias digitais da Indústria 4.0, se beneficiando da nova onda tecnológica. Contudo o atual estado da indústria brasileira impede a propagação dessa onda, uma vez que grande parcela das empresas a desconhecem.

No ano de 2016, a CNI publicou uma sondagem especial a respeito da difusão das tecnologias digitais em meio as indústrias brasileiras. A pesquisa avaliou 10 tecnologias digitais em perguntas feitas a 2.225 empresas industriais brasileiras, sendo 910 pequenas, 815 médias e 500 grandes. Dentre os principais resultados, se destaca o baixo conhecimento dessas empresas sobre a importância das tecnologias no impacto em sua competitividade. Cerca de

43% não souberam distinguir quais tecnologias tem o maior potencial para elevar sua competitividade. Esse percentual ainda é maior nas pequenas empresas com 57%, contra 32% das grandes. O que demonstra a diferença no compartilhamento de informações sobre as tecnologias digitais no país.

Na pesquisa ainda consta as seguintes informações: 52% das empresas entrevistadas não utilizavam nenhuma das 10 tecnologias constatadas, e o fator que mais impedia a implantação de qualquer uma dessas tecnologias era o alto custo para a incorporação nas empresas.

Um outro estudo com o mesmo tema foi realizado pelo Projeto 2027, incumbido pela CNI a Universidade Federal do Rio de Janeiro em parceria com Universidade de Campinas. A pesquisa foi realizada em 759 estabelecimentos industriais de médias e grandes empresas no ano de 2017. O levantamento constatou que apenas 1,6% dessas empresas estavam na geração 4, que seria o patamar mais elevado na utilização das tecnologias digitais. O elemento mais preocupante, segundo o estudo, é que cerca de 77,8% das empresas ainda se situavam nas gerações 1 e 2, estando nos estágios mais primordiais no que se refere a digitalização da indústria.

2.5 – Impactos e Desafios da Indústria 4.0 no Brasil

2.5.1 – Pessoas e Capacitação

Segundo Brynjolfsson e McAfee (2012) *apud* Arbix *et al* (2017) diferentemente do que ocorreu em outros ciclos de evolução tecnológica, os novos processos e tecnologias da indústria 4.0 sugerem que a nova manufatura é poupadora de empregos.

Neste contexto, estima-se que haverá um crescimento na demanda por profissionais cada vez mais capacitados para trabalhar com as novas tecnologias.

2.5.2 – Produção

A digitalização da manufatura irá resultar em uma gama de mudanças nos processos produtivos e modelos de negócios. E de acordo com Davies (2015), a aplicação do modelo da Indústria 4.0 irá aumentar a flexibilidade nos meios de confecção.

O autor ainda afirma que tais ganhos de agilidade não ocorrerão com decréscimo da qualidade dos produtos. Pelo contrário, as linhas produtivas da Indústria 4.0 serão sensorialmente

controladas e serão capazes de mobilizar máquinas responsáveis pela correção de erros e regulamento de processos de produção em tempo real.

2.5.3 – Economia

Na pesquisa elaborada pela CNI (2016) ainda consta que diversas empresas de consultoria têm buscado identificar os possíveis impactos que a Indústria 4.0 terá sobre a competitividade brasileira nos próximos anos. Dentre elas, a Accenture (2015) estima que a utilização das tecnologias ligadas à IdC nos diversos setores da economia brasileira causará um impacto no Produto Interno Bruto (PIB) em aproximadamente 39 bilhões de dólares até o ano de 2030. A investigação ainda aponta que o ganho poderá alcançar até 210 bilhões de dólares, caso o país conceba condições para agilizar a assimilação dessas tecnologias.

Em adição, a Mckinsey (2015) estima que os métodos relacionados à Indústria 4.0 poderão reduzir os custos relacionados a manutenção de equipamentos entre 10% a 40%, reduzir o consumo de energia entre 10% e 20% e aumentar a eficiência do trabalho entre 10% e 25%. Entretanto a FIRJAN (2016) alega que a implantação do paradigma da Indústria 4.0 no atual cenário brasileiro traz consigo vários obstáculos a serem superados, com destaque para: a criação de políticas e estratégias de maneira inteligente, incentivos por parte do governo, a reunião de empresários e gestores industriais proativos e arrojados, além do desenvolvimento tecnológico e formação de profissionais qualificados por parte dos institutos acadêmicos.

2.5.4 – Pequenas e Médias Empresas

La Regina (2015) *apud* Nakayama (2017) descreve em sua pesquisa realizada na Europa e Japão acerca dos desafios comuns enfrentados por esses países no que se diz respeito a digitalização da economia, que suas respectivas indústrias manufatureiras, que por sua vez estão em grande parte sob posse de Pequenas e Médias Empresas PMEs, realizam a maioria dos processos de controle de produção de modo ineficaz e ultrapassado.

Estas indústrias possivelmente apresentariam melhores resultados com a aplicação dos conceitos e tecnologias oferecidas pelo modelo da Indústria 4.0, contudo as soluções disponibilizadas no mercado têm como propósito atender as exigências exercidas pelas grandes organizações, se tornando incompatível com o nível de investimento e quantidade de customização necessária para atender a grande variedade de PMEs e suas peculiaridades.

Sendo assim, porventura seria mais proveitoso que tais soluções fossem elaboradas igualmente por PMEs, como alega Radziwon *et al* (2014). Dessa forma evitaria a desproporcionalidade entre as partes envolvidas, uma vez que com sua pesquisa exploratória na Dinamarca, demonstrou que apesar de possuírem um vasto conhecimento, experiência e habilidade, as grandes empresas não detêm uma compreensão o suficientemente profunda sobre as competências e os dilemas enfrentados pelas PMEs.

2.6 – Estratégias de apoio e incentivo à Indústria 4.0 no Brasil

De acordo com o IEDI (2018), nos últimos anos com a grande discussão a respeito da Indústria 4.0, diversas instituições brasileiras apresentaram suas propostas com algumas soluções para contornar o atual estado da indústria brasileira, dentre elas:

a) Inovação, Manufatura Avançada e o futuro da Indústria – ABDI Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017. No documento requisitado pela ABDI ao Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (CEBRAP) é proposto a criação de um programa para a implementação da Indústria do Futuro no Brasil. Dentre suas principais recomendações, se destacam quatro temas: Governança, Integração Internacional, Laboratórios e *Testbeds*.

No que se refere ao tema Governança, a moção é de que a criação do programa ocorrerá sob a responsabilidade de um conselho governado pelo presidente da república e composto principalmente de representantes do governo, dos empresários e da academia.

Quanto à integração internacional, devido ao fato das tecnologias implementadas na Indústria 4.0 serem relativamente recentes, é indispensável a cooperação com outros países, seja para o aumento da velocidade do processo de capacitação de pessoas internamente ou até mesmo para o acompanhamento das últimas novidades lançadas ao redor do planeta.

Acerca do tema de Laboratórios, o documento recomenda a construção de uma rede de laboratórios com estudos concentrados na área de inovações tecnológicas que sustentam a Indústria 4.0, realizando a harmonização entre os centros de pesquisa e as empresas, conseguindo também um maior número de recursos para projetos maiores.

O último tema refere-se aos *testbeds*, que podem ser definidos como ambientes de teste que unem empresas e grupos de pesquisas. Os *testbeds* são equipados com uma infraestrutura

capaz de simular um sistema básico de produção, e são comumente procurados por empresas interessadas na execução de testes para eventuais interessados;

b) Indústria 4.0: Desafios e Oportunidades para o Brasil – IEDI, 2017. O próprio IEDI (Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial) no ano de 2017, divulgou sua proposta contendo diversas recomendações relevantes a respeito da Indústria 4.0 no Brasil. Essas sugestões foram resumidas nos pontos a seguir:

- Maior difusão das tecnologias digitais nos polos produtivos mais relevantes;
- O financiamento por parte das agências de incentivo, como o BNDES e o Finep à inovação na área das tecnologias digitais;
- A criação de locais para a execução de experimentos tecnológicos com recursos fornecidos por empresas interessadas e pelo governo, conhecidos como testbeds;
- A capacitação da mão de obra nos diferentes níveis de formação, através das instituições acadêmicas e até mesmo das empresas;
- A atração de empreendedores do ramo tecnológico estrangeiro para o país com o auxílio do governo;
- A elaboração de mais programas de incentivo no país, com investimentos do BNDES e da Finep e de outras agências similares para propagar uma onda de criação de *startups*.

3. Metodologia

Definiu-se como base de pesquisa para este estudo uma abordagem qualitativa que, segundo Gil (2010), se justifica como adequada para uma investigação sob uma visão abrangente, a respeito do modelo de produção atual da indústria brasileira e o modelo da indústria 4.0. Assim, a pesquisa será explicativa, por meio de um levantamento bibliográfico em busca de informações e fundamentações a partir de dados de estudos, trabalhos acadêmicos, artigos científicos e livros.

4. Apresentação dos resultados e discussão

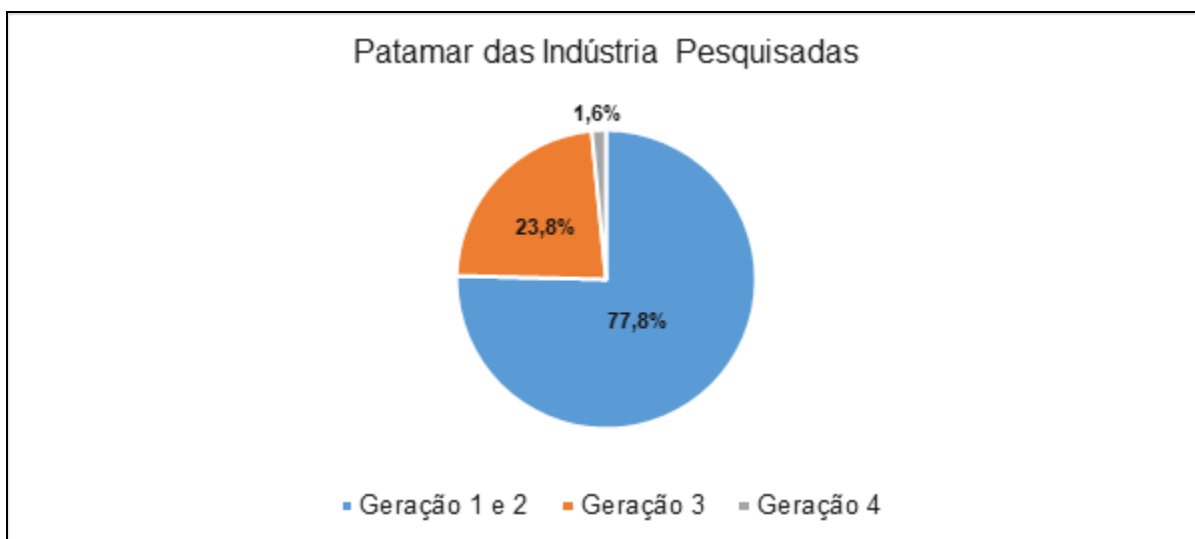
A transição do modelo de produção atual da indústria brasileira para a Indústria 4.0 depende de importantes aspectos, os quais foram apresentados nesta pesquisa.

O primeiro objetivo específico desta pesquisa foi abordado nas seções 2.1 e 2.2 onde foram apresentados os principais conceitos e tecnologias da Indústria 4.0. Neste contexto, observou-se que a implantação da Indústria 4.0 envolve a aplicação de várias tecnologias e sistemas inteligentes, que na maior parte demandam mão de obra especializada e elevados investimentos.

A respeito da Indústria 4.0 no Brasil, apesar do grande crescimento e concorrência da indústria chinesa, a desverticalização da produção nos países desenvolvidos, conforme citado na seção 2.3, tem deslocado a produção industrial em direção a regiões periféricas, com a constituição de uma rede internacionalizada de fornecimento. Desta forma, o Brasil, a depender da situação político-econômica e da velocidade de adequação à Indústria 4.0, poderá ter uma oportunidade de se tornar mais atrativo aos investimentos estrangeiros e mais competitivo no mercado internacional.

Por outro lado, conforme os dados apresentados na seção 2.4 e descrito na figura 1, o nível de evolução tecnológica da indústria brasileira ainda está muito distante da Indústria 4.0. Apresentou-se que 77,8% das médias e grandes empresas ainda se situam nas gerações 1 e 2 e apenas 1,6% se situavam na geração 4.

Figura 1 – Percentual de empresas em cada Geração

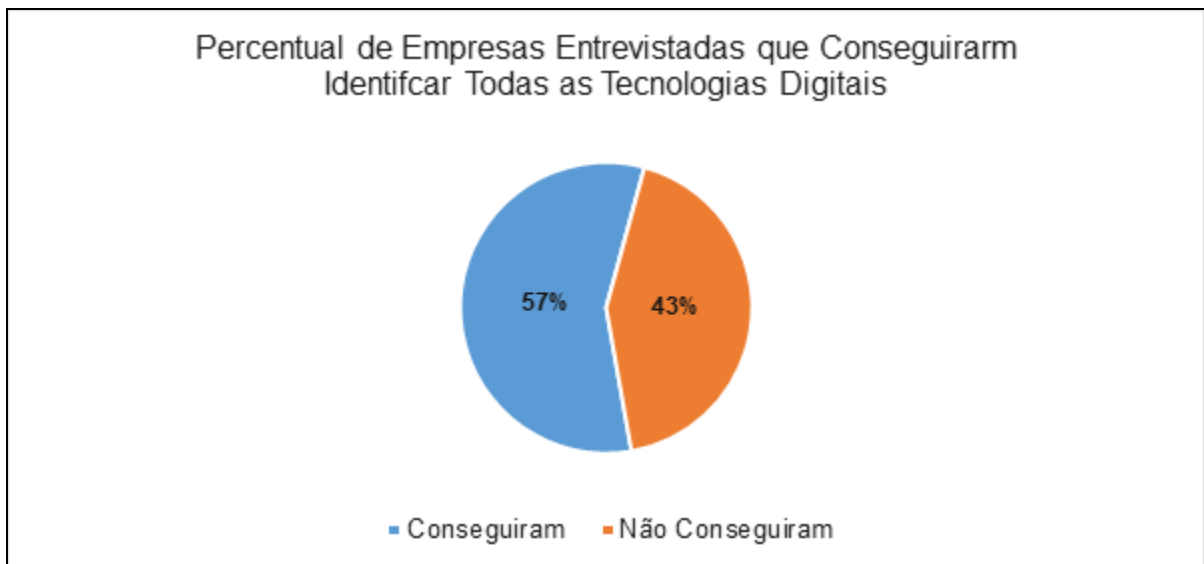


Fonte: CNI (2016)

Outra informação relevante abordada na seção 2.4, é o número de empresas que desconhecem as tecnologias digitais. Cerca de 43% das empresas entrevistadas não conseguiram identificar

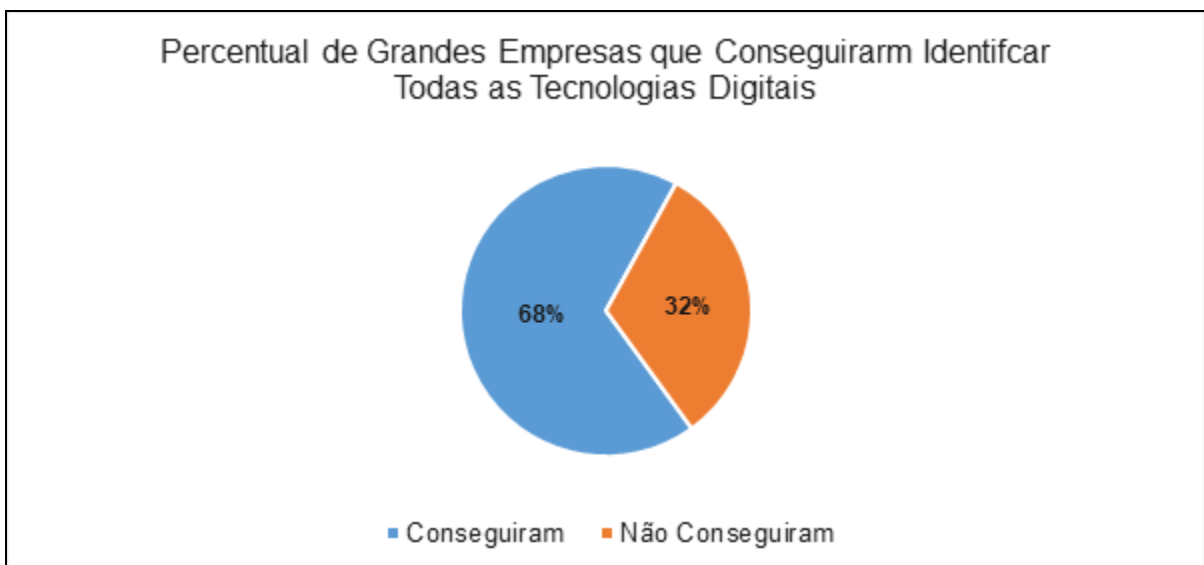
as 10 tecnologias digitais listadas. Esse número ainda é mais grave nas pequenas empresas, com 57% contra 32% das grandes, como demonstrado na figura 2, figura 3 e figura 4.

Figura 2 – Percentual de Empresas



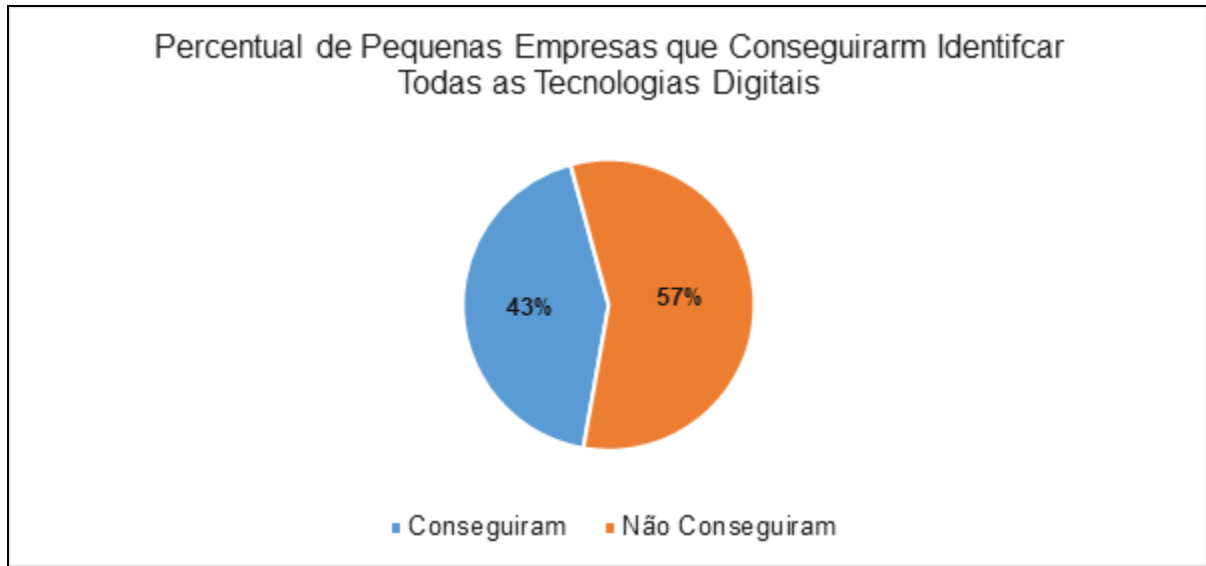
Fonte: CNI (2016)

Figura 3 – Percentual de Grandes Empresas



Fonte: CNI (2016)

Figura 4 – Percentual de Pequenas Empresas



Fonte: CNI (2016)

Sobre os impactos da Indústria 4.0, apresentados na seção 2.5 destaca-se o possível impacto positivo em relação as pessoas. Estima-se a quebra de um paradigma a respeito da aplicação de novas tecnologias, com o aumento na demanda por profissionais especializados.

O maior desafio apresentado diz respeito às PMEs, sobre as quais as soluções de implantação disponibilizadas no mercado, na maior parte, específicas para grandes empresas, não são compatíveis principalmente com a capacidade de investimento das PMEs. Sugere-se desta forma, incentivos e soluções da Indústria 4.0 desenvolvidas por PMEs para as mesmas.

Por fim, a abordagem do último objetivo específico desta pesquisa foi apresentada na seção 2.6, na qual foram destacadas as principais estratégias de apoio e incentivo à Indústria 4.0 no Brasil.

Apesar dos grandes desafios, as estratégias apresentadas são consistentes e focadas. Os grandes desafios envolvem a disponibilização de investimentos governamentais, a aprovação de mudanças necessárias na legislação que rege o setor e principalmente a integração entre o governo, os centros de pesquisas e as indústrias.

5. Conclusão

O desenvolvimento desta pesquisa proporcionou reconhecer a importância da Indústria 4.0, e deixou claro os motivos pelos quais ela vem ganhando tanta atenção no cenário mundial, até o

ponto de ser considerada como a quarta Revolução Industrial. Em adição, foi possível observar sua complexidade, devido as inúmeras tecnologias por ela implementada, com seus mais variados impactos e desafios de instalação.

Para que o Brasil possa transitar do seu atual modelo de produção para um que, ao menos, se equipare com o da Indústria 4.0, será imprescindível a criação de uma forte aliança entre empresários, centros de pesquisa e o governo, assim como é realizado na Alemanha. Com o governo sendo encarregado do suporte financeiro e das políticas públicas, os centros de pesquisa ficando responsáveis pelo desenvolvimento e compartilhamento do conhecimento tecnológico, e as empresas por fim, responsáveis por aplicar esses novos paradigmas em seu dia a dia, a fim de otimizar seus sistemas produtivos.

Espera-se assim, por meio dessa pesquisa, contribuir para difundir os conceitos da Indústria 4.0, facilitando e acelerando esse processo de transição, principalmente para as PMEs, que englobam a grande maioria das empresas brasileiras.

Referências

ACCENTURE, Strategy. The Growth Game-Changer: How the Industrial Internet of Things Can Drive Progress and Prosperity. Disponível em: <https://www.accenture.com/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Dualpub_18/Accenture-Executive-Summary-Growth-Game-Changer-Industrial-Internet.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2018.

ALBERTIN, Marcos Ronaldo *et al.* Principais Inovações Tecnológicas Da Indústria 4.0 E Suas Aplicações E Implicações Na Manufatura. XXIV SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção, n. November, p. 0–13, 2017.

ARBIX, Glauco *et al.* O Brasil e a nova onda de manufatura avançada. O que aprender com Alemanha, China e estados unidos. Novos Estudos - CEBRAP, v. 36.03, n. 109, p. 29–49, 2017.

BRYNJOLFSSON, Erik; MCAFEE, Andrew. Race against the Machine: How the Digital Revolution Is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy. Lexington, Massachusetts: Digital Frontier Press, 2012.

CHAVES, PEDRO RINALDO. Redes centralizadas de sensores sem fio para pequenas e médias indústrias: um estudo preparatório para a indústria 4.0. 2016. Disponível em: <<http://tede.bibliotecadigital.puc-campinas.edu.br:8080/jspui/handle/tede/897>>.

CNI. Desafios para indústria 4.0 no brasil. CNI - Confederação Nacional da Indústria, p. 37, 2016.

DAVIES, Ron. Industry 4.0. Digitalisation for productivity and growth. European Parliamentary Research Service, n. September, p. 10, 2015.

FIRJAN. Indústria 4.0: Panorama da Inovação. Publicações FIRJAN- Cadernos SENAI de Inovação, 2016.

FREITAS, Arnold de Araújo. A Internet das Coisas e Seus Efeitos na Indústria 4.0. Universidade Federal Fluminense. Niterói: [s.n.], 2017.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5a Edição ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIORDANO, Caio Mezzeti; ZANCUL, Eduardo de Senzi; RODRIGUES, Vinícius Picango. Análise dos Custos de Produção por Manufatura Aditiva em Comparação a Métodos Convencionais. *Revista Produção Online*, v. 16, p. 499–523, 2016.

IEDI, Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial. Políticas Para o Desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil. v. 1, p. 31, 2018.

LIMSADMIN. Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) trends in Industry-4.0 and certain use cases. Disponível em: <<http://www.i4sm.org/augmented-reality-ar-and-virtual-reality-vr-trends-in-industry-4-0-and-certain-use-cases/>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

KOPP, Ralf; HOWALDT, Jürgen; SCHULTZE, Jürgen. Why Industry 4 0 needs Workplace Innovation: a critical look at the German debate on advanced manufacturing. *European Journal of Workplace Innovation*, v. 2, n. 1, p. 7–24, 2016.

LA REGINA, Veronica. EU-Japan Centre for Industrial Cooperation. 2015.

MARTIN, Caroline. Indústria 4.0 aponta caminhos para chegar à fábrica do futuro. *O Papel*, v. 78, n. 4, p. 54–62, 2017.

MCKINSEY, Global Institute. Unlocking the Potencial of the Internet of Things. Disponível em: <<http://www.mckinsey.com/business-functions/business-technology/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

NAKAYAMA, Ruy Somei. Oportunidades de atuação na cadeia de fornecimento de sistemas de automação para indústria 4.0 no brasil. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, p. 240, 2017.

NIST. NIST Big Data Interoperability Framework: Volume 1, Definitions. v. 1, p. 32, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.6028/NIST.SP.1500-1>>.

RADZIWON, Agnieszka *et al.* The Smart Factory : Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions. *Procedia Engineering*, v. 69, p. 1184–1190, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03.108>>.

SARTI, Fernando; HIRATUKA, Célio. Desempenho recente da indústria brasileira no contexto de mudanças estruturais domésticas e globais. Texto para a discussão 290 - Instituto de Economia UNICAMP, v. 290, 2017. Disponível em: <www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=3510&tp=a>.

STAL, Eva. Internacionalização De Empresas Brasileiras E O Papel Da Inovação Na Construção De Vantagens Competitivas. *RAI–Revista de Administração e Inovação*, v. 7, n. 3, p. 120–149, 2010. Disponível em: <<http://www.revistarai.org/ojs-2.2.4/index.php/rai/article/view/448>>.

WANG, Shiyong *et al.* Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. School of Mechanical and Automotive Engineering, Guangzhou, China, 2016.