

Indústria 4.0 e Políticas Públicas: uma agenda a partir da perspectiva do Brasil

ANDRÉ GUSTAVO DE BRITO THOMAZ
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

Indústria 4.0 e Políticas Públicas: uma agenda a partir da perspectiva do Brasil

Industry 4.0 and Public Policy: an agenda from the perspective of Brazil

Resumo

A Indústria 4.0 é considerada a grande tendência contemporânea dos sistemas produtivos, atraindo cada vez mais a atenção da academia e dos gestores das esferas privada e pública. Frente às transformações definidas por esta quarta revolução industrial, as organizações e os modelos de negócio devem se adaptar as premissas de automação, integração digital e engenharia inteligente. Logo, os governos apresentam função essencial no desenvolvimento de políticas públicas que direcionem a competitividade das nações diante das tecnologias emergentes. Este artigo, de caráter exploratório, teve como objetivo analisar criticamente o papel da política federal brasileira no desenvolvimento da Indústria 4.0. Para tanto, foram coletados dados de relatórios internacionais e fontes públicas oficiais relacionadas ao tema, procedendo-se a análise qualitativa crítica do conteúdo destes documentos em duas etapas: i) construção de um panorama sobre a competitividade da Indústria 4.0 no Brasil; ii) discussão da “Agenda brasileira para a Indústria 4.0 (2017-2019)”. Conclui-se que esta pesquisa fomenta uma visão holística e integrada do fomento da quarta revolução industrial no Brasil, com contribuições para a avaliação e melhoria de políticas públicas, além de implicações para uma agenda de estudos futuros.

Palavras-chave: Quarta revolução industrial; Gestão pública; Indústria 4.0

Keywords: Fourth industrial revolution; Public management; Industry 4.0

1. Introdução

Em 2011 na feira de Hannover, foi citado pela primeira vez o termo “Indústria 4.0” (no alemão *Industrie 4.0*) relacionado com a expressão “produção inteligente” (BAYGIN et al., 2016), sendo este o início da chamada quarta revolução industrial. Desde então, a Indústria 4.0 tem atraído grande atenção de acadêmicos, gestores e políticos por todo o mundo ao representar uma nova fase de digitalização do setor produtivo com linhas de produção otimizadas, conectando o homem, as máquinas, a internet e outras tecnologias, além de produtos inovadores e customizados, sendo que tais transformações ganham cada vez mais espaço e tendem a se tornar dominantes em breve (SUNG, 2018). Jabbour et al. (2018) apontam a Indústria 4.0 e a sustentabilidade como as principais tendências dos sistemas produtivos contemporâneos.

Shafiq et al. (2015) definem a Indústria 4.0 como a integração de máquinas e dispositivos físicos complexos com sensores e *softwares*, usados para prever, controlar e planejar melhores resultados empresariais e sociais. Khan e Turowski (2016) consideram a Indústria 4.0 como uma revolução baseada na aplicação de tecnologias avançadas no nível de produção, trazendo novos valores e serviços para os clientes e para a própria organização, bem como aumento da flexibilidade e qualidade dos sistemas produtivos. Cabe destacar que o termo não se refere apenas ao contexto industrial, pois se trata de uma transformação geral baseada na integração digital e na engenharia inteligente (MUHURI et

al., 2019). Em essência, a Indústria 4.0 marca a descentralização do controle dos processos produtivos e a multiplicação de dispositivos inteligentes interconectados, ao longo de toda a cadeia de produção e logística (JABBOUR, 2018).

Oito princípios caracterizam a Indústria 4.0: i) Integração Horizontal - referente às inter-relações entre toda a cadeia de fornecedores, possibilitando uma cadeia de valor automatizada (GILCHRIST, 2016); ii) Integração Vertical - referente às inter-relações de sensores em diferentes níveis, até o nível de planejamento dos recursos (WANG et al., 2015); iii) Interoperabilidade - capacidade de todos os componentes envolvidos no sistema estarem conectados e operarem via Internet das Coisas (BODROW, 2017); iv) Virtualização - capacidade que os sistemas ciber-físicos possuem para monitorar os processos e máquinas dentro de uma empresa (HERMANN et al., 2016); v) Descentralização - os diferentes sistemas dentro das organizações são capazes de tomar decisões de forma autônoma (HERMANN et al., 2016); vi) Modularidade - linhas de produção flexíveis e modulares, em que alterações não afetam o sistema produtivo como um todo (GILCHRIST, 2016); vii) Capacidade em tempo real - dados e informações coletados e analisados em tempo real (SHAFIQ et al., 2015); e viii) Orientação para serviço - potencial para criar novos serviços através da internet dos serviços-IOS (PEREIRA; ROMERO, 2017).

O progresso nas tecnologias digitais, refletido na transição para o paradigma da Indústria 4.0, tem conduzido a profundas e amplas mudanças nos modelos de negócios, emergindo novas perspectivas no design, produção, comercialização, organização do trabalho e, essencialmente, na geração de valor em produtos e serviços na sociedade contemporânea, promovendo com uma gama de oportunidades (PEREIRA; ROMERO, 2017; SUNG, 2018).

O avanço da tecnologia traz a possibilidade de mudar as relações sociais, de gerar novos negócios e pode oferecer soluções inovadoras a problemas complexos, principalmente, nas áreas de transporte urbano, adoção de ações para a consolidação e desenvolvimento de cidades inteligentes, melhoria na geração de energia (smart grid) e avanço no provimento de serviços sociais.

Entretanto, o desenvolvimento da Indústria 4.0 envolve também consideráveis desafios para as esferas produtiva e política (SUNG, 2018). Diante da demanda por adaptação a esta onda da quarta revolução industrial, diversas nações tem construído programas para a Indústria 4.0 com a proposição de estratégias e diferentes tipos de políticas regulatórias que envolvem uma agenda com objetivos desde a conservação de energia, o desenvolvimento sustentável, até a transição industrial (LIN et al., 2017).

Liao et al. (2018) identificaram 18 planos governamentais especificamente relacionados com a quarta revolução industrial, a saber: Alemanha - “*Industrie 4.0*”; Estados Unidos - “*Advanced Manufacturing Partnership*”; Europa - “*Factories of the future*”; França - “*La Nouvelle France Industrielle*”; Reino Unido - “*Future of Manufacturing*”; Holanda - “*Smart Industry*”; Espanha - “*Industria Conectada 4.0*”; Itália - “*Piano Nazionale Industria 4.0*”; Suécia - “*Smart Industry*”; China - “*Made in China 2025*”; Taiwan - “*Taiwan Productivity 4.0 Initiative*”; Singapura - “*Research, Innovation and Enterprise 2020 Plan*”; Malásia - “*Eleventh Malaysia Plan*”; Coreia do Sul - “*Manufacturing Innovation 3.0*”; Japão - “*Super Smart Society*”; Índia - “*Make in India*”; Canadá - “*Industrie 2030*”; e México - “*Crafting the Future*”.

A Alemanha e os Estados Unidos, caracterizados pela alta maturidade industrial e grandes investimentos em inovação, são os precursores da criação de políticas específicas para este tema. Ademais, é possível identificar países em desenvolvimento, que nos

últimos anos utilizaram o investimento em tecnologia para desenvolver e modernizar seu parque industrial, como a China (LIN et al., 2017; LIAO et al., 2018).

Já no contexto do Brasil, as organizações que se posicionam em estágios mais maduros da Indústria 4.0 são a exceção (FAPESP, 2017), sendo que podemos relacionar enquanto dificuldades para esta transição: a necessidade de investimentos em equipamentos que incorporem essas novas tecnologias; a demanda por adaptação de layouts das fábricas, de processos e das formas de relacionamento entre as empresas ao longo da cadeia produtiva; o elevado nível de desconhecimento das organizações sobre o contexto das tecnologias digitais e tendências deste novo ambiente; e a carência por novas especialidades e pelo desenvolvimento de competências para a força de trabalho (CNI, 2016).

Em termos sociais, cabe enfatizar os impactos da tecnologia na força de trabalho com baixos níveis de escolaridade e também em funções muito especializadas que poderão ser substituídas por máquinas. A digitalização influencia em áreas como dinâmica e condições do trabalho, habilidades necessárias para o trabalho e políticas públicas nacionais (RAJNAI; KOCSIS, 2017).

Por conseguinte, os investimentos em tecnologia e inovação são fundamentais para superar estas barreiras e irão definir a capacidade do Brasil em aproveitar as oportunidades da Indústria 4.0, atuando de forma competitiva (CNI, 2016). Todo este cenário exige respostas das organizações produtivas aos desafios competitivos mediante soluções que ultrapassam fronteiras, o que define um importante papel estratégico governamental na reformulação e planejamento das políticas nacionais para a definição de diretrizes, padrões e bases estruturais que direcionem e consolidem a quarta revolução industrial (LIAO et al., 2018).

Nessa direção, o governo federal mediante o Ministério da Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), em parceria com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), lançou a “*Agenda brasileira para a Indústria 4.0 (2017-2019)*” com o objetivo central de contribuir para a transformação das empresas em direção à Indústria 4.0 a partir de um conjunto de medidas (BRASIL, 2018).

Entretanto, apesar do aumento das discussões relacionadas com essa temática e da adaptação das ideias conceituais ao contexto prático dos parques industriais, ainda são escassos os estudos que buscam sistematizar o estado da arte sobre essa nova “onda industrial” (LIAO et al., 2017) com lacunas específicas em pesquisas que analisem a intersecção entre a ação estratégica governamental e a Indústria 4.0 (LIAO et al., 2018).

Diante desse contexto, a pesquisa teve como objetivo: analisar criticamente o papel da política pública federal brasileira no desenvolvimento da Indústria 4.0. Ademais, foram definidos os seguintes objetivos específicos: (a) promover uma discussão sobre a “Agenda brasileira para a Indústria 4.0 (2017-2019)”; e (b) sugerir implicações políticas e acadêmicas relacionadas com a transição brasileira rumo a Indústria 4.0.

2. Aspectos Metodológicos

O presente artigo foi desenvolvido em duas etapas, a saber: (1) construção de um panorama sobre a competitividade da Indústria 4.0 no Brasil; (2) análise da Agenda brasileira para a Indústria 4.0 (2017-2019) do governo federal brasileiro.

Diante do contexto abordado e do objetivo proposto neste artigo, no que se refere a pesquisa aplicada, foi utilizada uma abordagem qualitativa, pois há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito e, neste sentido, o uso de técnicas que permitam uma maior interação com o contexto investigado, devem ser privilegiadas. O estudo

qualitativo deve ser empregado quando se é necessário explorar e compreender um problema complexo. Trata-se de um estudo exploratório, pois o foco reside na análise crítica do papel da política federal brasileira no desenvolvimento da indústria 4.0 (CRESWELL, 2014).

A Figura 1 apresenta o fluxo metodológico com o qual a pesquisa foi desenvolvida, sendo composto por cinco etapas principais. Na primeira etapa, foram definidos o tema, problema e questão de pesquisa e objetivo. Em seguida, elaborou-se uma revisão de literatura e a definição das técnicas de pesquisa. A etapa seguinte consistiu na construção de um panorama sobre a competitividade da Indústria 4.0 no Brasil, para em seguida apresentar os resultados e discussões sobre a análise da agenda do governo federal brasileiro para a Indústria 4.0. Por fim, foi elaborada a conclusão deste trabalho contemplando as implicações políticas e acadêmicas.

Nesse estudo, as fontes de informação utilizadas foram: i) Relatórios do Governo Federal do Brasil sobre a agenda para desenvolvimento da indústria 4.0 brasileira; ii) Informações coletadas no site do Governo Federal do Brasil; iii) Relatórios da Confederação Nacional da Indústria (CNI); iv) Relatório UBS, 2016. UBS White Paper for the World Economic Forum; v) Relatório WEF, 2017. The Global Information Technology Report. pp. 2016; vi) Relatório IMD, 2018. IMD World Digital Competitiveness Ranking 2018 e vii) artigos publicados nos periódicos indexados nas bases de dados Scopus e Web of Science.

Durante a análise da agenda política, primeiramente, foram consideradas as seguintes informações: (1) o ano de início e término de cada medida proposta; (2) os principais objetivos e proposições de cada medida; (3) os recursos disponíveis; (4) as principais áreas de ação; (5) os setores produtivos foco do planejamento; e (6) as tecnologias priorizadas. Estas categorias foram selecionadas com base no estudo conduzido por Liao et al. (2018) que analisou o conteúdo das políticas públicas identificadas como influentes para a quarta revolução industrial em diversos países.

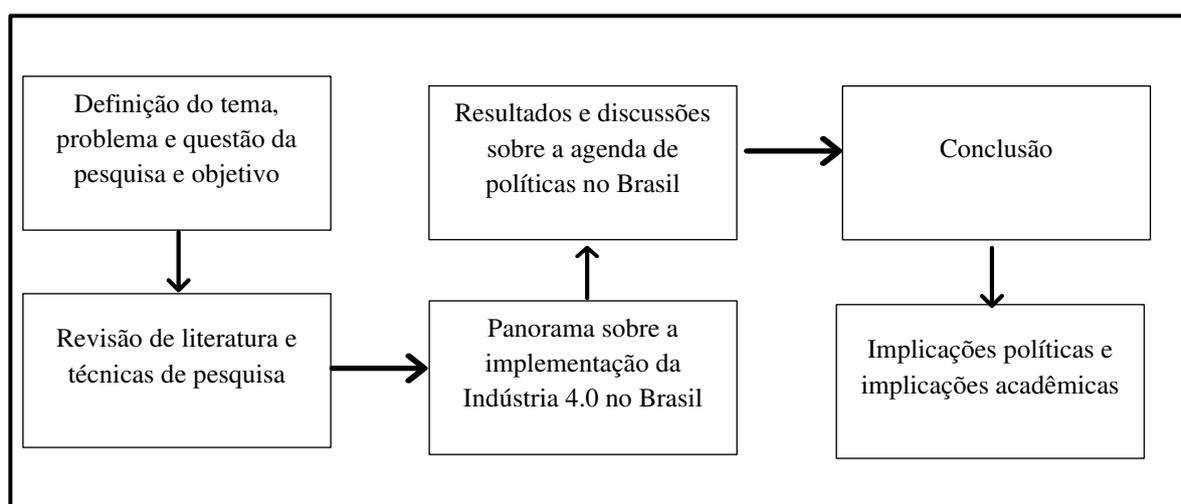


Figura 1 - Fluxo metodológico

Fonte: Elaborado pelos autores

Após a coleta, utilizou-se o método da análise de conteúdo, que consiste em um conjunto de procedimentos objetivos e sistemáticos para descrever diversos tipos de mensagens de comunicação, como por exemplo: entrevistas, relatórios, questionários,

contratos, entre outros formatos (BARDIN, 2011). Esta análise qualitativa foi realizada seguindo a metodologia proposta por (BARDIN, 2011), envolvendo 3 estágios: (1) determinação das categorias a priori, formadas pelas questões respondidas; (2) determinação das categorias a posteriori, dado pela análise e codificação das respostas selecionadas; (3) criação de uma matriz de categorias pelas convergências das categorias a priori e a posteriori. A análise dos dados foi realizada de forma descritivo-qualitativa, por possibilitar captar a essência dos processos dinâmicos vivenciados por grupos sociais, e assim compreender com maior profundidade o comportamento do objeto de estudo (COOPER; SCHINDLER, 2011).

3. Resultados e Discussões

Nesta seção são apresentadas, primeiramente, as análises relacionadas com o cenário de desenvolvimento e competitividade do Brasil no âmbito da Indústria 4.0. Na segunda parte estão contempladas as discussões sobre a “Agenda brasileira para a Indústria 4.0 (2017-2019)”, incluindo uma síntese das principais características e a análise crítica de cada eixo de ação proposto pelo governo.

3.1 Panorama contemporâneo da Indústria 4.0 no Brasil

Para entender a importância e os desafios relacionados a Indústria 4.0 é necessário compreender a evolução histórica dos acontecimentos que levaram a esse fenômeno. No quesito indústria e sua evolução, é importante destacar que as 3 primeiras revoluções industriais permitiram a esse setor evolução em produção em massa, aprimoramento das linhas de montagem, o advento da eletricidade e a criação da tecnologia de informação. A quarta revolução industrial, momento histórico que caracteriza a Indústria 4.0, é determinado pelo impacto do desenvolvimento tecnológico que passa a permitir a integração entre as dimensões física, digital e biológica (BRASIL, 2018).

A quarta revolução industrial se torna possível a partir do início do século XXI, com o desenvolvimento e o acesso cada vez mais acessível e potente da rede online, a Internet. O desenvolvimento de softwares e hardwares permitiu que as máquinas pudessem aprender e colaborar em uma rede integrada, reconhecida como Iot, “Internet das coisas” (DREHER, 2016).

A informatização da indústria traduz o cerne do que é a Indústria 4.0, uma vez que é durante a quarta revolução industrial que as empresas passam a fazer uso de meios digitais para o controle da produção através do uso de sensores e ferramentas conectadas a rede. Essa integração entre indústria e tecnologia cria o que hoje é conhecido como sistemas ciberfísicos. As tecnologias que se destacam nesse novo momento de evolução são a própria internet das coisas, o big data, a ferramenta de armazenamento em nuvem, robótica, inteligência artificial, novas tecnologias para o setor de manufatura aditiva e híbrida.

No Brasil, o cenário da Indústria 4.0 é permeado por desafios, desde problemas nos investimentos nos equipamentos necessários ao uso das tecnologias, na adaptação dos layouts e processos, até dificuldades nos relacionamentos entre as empresas, na criação de novos conceitos e no desenvolvimento de habilidades (CNI, 2016).

Devido a estas dificuldades poucas empresas se encontram preparadas para ingressar nessa nova realidade, porém já é possível perceber aumento nas organizações participantes desse processo de difusão tecnológica. Assim, no contexto nacional, com o foco em auxiliar o processo de transição para a Indústria 4.0, torna-se importante que as

empresas que já passaram por este processo, estimulem e auxiliem as demais para inserção neste novo cenário.

Como reflexo dos desafios nacionais, considerando o ranking de competitividade das nações na indústria 4.0, o IMD WORLD DIGITAL COMPETITIVENESS RANKING 2018, o Brasil se encontra na 57ª posição em relação a sua capacidade e competitividade tecnológica (Tabela 1).

Tabela 1 - Ranking de Competitividade Digital, 2018.

Ranking	País	Pontuação
1	EUA	100.000
2	Singapura	99.422
3	Suécia	97.453
4	Dinamarca	96.764
5	Suíça	95.851
6	Noruega	95.724
7	Finlândia	95.248
8	Canadá	95.201
9	Holanda	93.886
10	Reino Unido	93.239
11	Hong Kong	93.134
12	Israel	92.922
13	Austrália	90.226
14	Coréia do Sul	87.983
15	Áustria	86.770
57	Brasil	51.693

Fonte: IMD, 2018

Essa classificação analisa e ordena a capacidade dos países em adotar e explorar tecnologias digitais que levam à transformação de modelos de negócios e da sociedade. Com base nos conhecimentos produzidos pelo IMD, a metodologia do ranking define a competitividade digital em três fatores, a saber: (a) Conhecimento; (b) Tecnologia e; (c) Prontidão para o futuro (IMD, 2018).

Estimativas feitas pela McKinsey demonstram que até o ano de 2025, os custos de empresas ligadas a iniciativa 4.0, podem apresentar reduções na dimensão de manutenção em até 40%, em contas de energia elétrica de até 20% além de aumentar, em até 25% a eficácia do trabalho.

Além dessas previsões, de acordo com a Confederação Nacional da Indústria inúmeras consequências também são levantadas, como:

- i) a redução das vantagens comparativas espúrias, que tenderão a ser solapadas pelos ganhos de produtividade decorrentes da adoção das novas tecnologias, com a possibilidade de redefinir fatores determinantes de localização de investimentos produtivos; ii) a ampliação da cooperação entre agentes econômicos, cujas operações serão cada vez mais integradas; iii) o reforço da competitividade que se estabelece entre sistemas produtivos, que incluem empresas, fornecedores, clientes e ambiente; iv) o estabelecimento de novos modelos de negócios e de inserção nos mercados, com a possível redefinição de setores de atividade econômica; v) a ampliação da escala dos negócios; e vi) o surgimento de novas atividades e novas profissões, que demandarão adaptações no padrão de formação de recursos humanos (CNI, 2016, p. 18).

Segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), o impacto da Indústria 4.0, em reais seria de pelo R\$73 bilhões por ano em reduções de custos. As dimensões previstas que mais sofrerão impacto com a Indústria 4.0 são, em ganho de eficiência, com redução prevista de R\$34 bilhões/ano, R\$31 bilhões/ano na redução de custos com manutenção de máquinas e R\$ 7 bilhões/ano na redução de gastos com energia elétrica.

A CNI também destaca que a realidade brasileira ainda é deficitária em relação à Indústria 4.0 uma vez que o conhecimento das empresas sobre tecnologias e como incorporá-las aos seus processos de produção é baixo, de forma que no cenário nacional 42% das empresas não associam tecnologias digitais ao aumento de competitividade de mercado e 52% das empresas entrevistadas não usavam nenhuma tecnologia digital em seus processos.

Nesse sentido, a CNI apresenta um mapa estratégico com sete dimensões prioritárias para o desenvolvimento e consolidação dos processos adaptativos a nova realidade imposta pela Indústria 4.0, sendo essas dimensões:

- i) aplicações nas cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores; ii) mecanismos para induzir a adoção das novas tecnologias; iii) desenvolvimento tecnológico; iv) ampliação e melhoria da infraestrutura de banda larga; v) aspectos regulatórios; vi) formação de recursos humanos; e vii) articulação institucional.

O Mapa Estratégico da CNI também serviu como base para a elaboração da “*Agenda brasileira para a Indústria 4.0 (2017-2019)*”, que se destaca dentre as iniciativas do panorama brasileiro voltadas a adaptação dos setores produtivos e fomento da Indústria 4.0, sendo analisada no próximo tópico.

3.2 Política pública para a Indústria 4.0: agenda brasileira

A “*Agenda brasileira para a Indústria 4.0 (2017-2019)*” foi elaborada como resultado das discussões desenvolvidas pelo Grupo de Trabalho para a Indústria 4.0 (GTI 4.0) instituído em 2017 pelo Ministério da Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) e que contou com a participação de 50 instituições representativas de diferentes esferas de atuação (pública, privada, terceiro setor e sociedade civil).

Já a implementação da Agenda construída está baseada em uma estrutura de governança composta por 4 segmentos: i) Conselho Governamental: consiste em ações intersetoriais entre diferentes Ministérios voltadas para a o estabelecimento e a gestão das políticas públicas; ii) Entidade Gestora: a ABDI executa todo o processo de mobilização, divulgação e gestão da informação da Agenda, operacionalizando as medidas definidas; iii) Comitê de Monitoramento: é composto pelas entidades convidadas, representativas do setor, sendo responsável por acompanhar e promover a orientação sobre os temas incluídos na agenda; iv) Grupos de trabalho e comunidades de especialistas: são estruturas para assessoria técnica e debate de temas vinculadas a Agenda.

A Agenda é composta por 10 medidas estruturadas em 5 eixos de ação (Conhecimento, Protótipo, Requisitos, Incentivos e Alianças Estratégicas), conforme exposto pela Figura 2 e apresentadas a seguir.

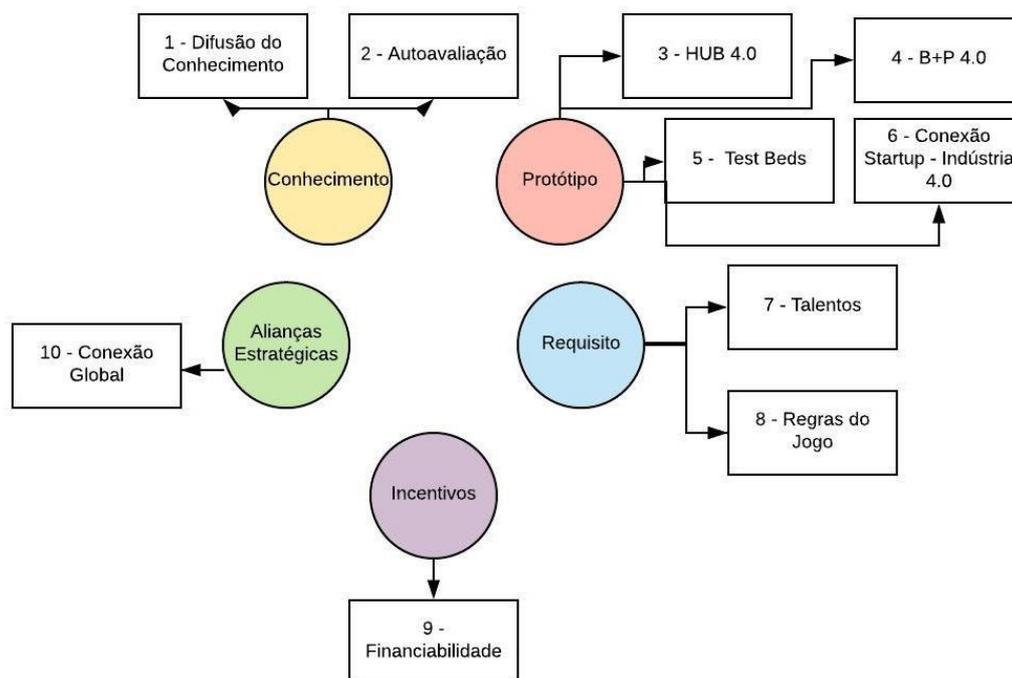


Figura 2 - Organização da Agenda Brasileira para a Indústria 4.0

Fonte: Elaborado pelos autores

1ª Medida - Difusão do Conteúdo

Ampliar o acesso a esse novo universo de possibilidades para o setor produtivo brasileiro, através de campanha permanente de comunicação, com ações em mídia espontânea, redes sociais e internet. Serão realizados, ainda, seminários e workshops para disseminação dos conceitos e aplicações-piloto, com instituições parceiras e conforme demanda do público-alvo.

2ª Medida - Auto Avaliação

Com diferentes nomes, a Manufatura Avançada, Indústria 4.0 ou Internet Industrial oferece uma série de tecnologias interessantes, com muitas opções e fornecedores atraentes para as empresas, mas por vezes complexas, seja pelo emaranhado de fornecedores e opções, seja pela falta de casos de sucesso conhecidos. Dessa forma, disponibilizou-se uma plataforma de autoavaliação do grau de maturidade da indústria em relação a jornada para a Indústria 4.0, apontando quais os fornecedores e tecnologias adequadas para facilitar essa transição, em que pequenas ou grandes empresas brasileiras já podem se adequar à nova realidade mundial ao aplicar a Manufatura Avançada.

3ª Medida - HUB 4.0

O portal Hub da Indústria 4.0 é uma plataforma digital alinhada com a Agenda Brasileira para a Indústria 4.0, uma iniciativa do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) para auxiliar o setor produtivo em direção ao futuro da produção industrial. Possui como metas alcançar 3 mil empresas no período 2018-2019 com um volume de investimentos de R\$ 35 milhões.

O objetivo do portal é promover ações para a estruturação do Brasil rumo à Indústria 4.0, transmitindo conhecimento de alto nível para todos os atores públicos e privados do ecossistema 4.0. A introdução de projetos de Indústria 4.0 nas empresas pode proporcionar custos mais baixos, oferecer relatórios mais detalhados e precisos, o que contribui para a tomada de decisões estratégicas.

Para isso acontecer seria necessária uma melhoria da qualidade da internet no país, uma melhora do ambiente regulatório, o aprimoramento e expansão da mão de obra técnica especializada nos nichos necessários e a solução de questões tributárias relacionadas ao setor.

4ª Medida - Brasil Mais Produtivo (B+P 4.0)

A política industrial, em um sentido mais amplo, engloba um conjunto de instrumentos utilizados pelos governos nacionais com o objetivo de fomentar o processo de crescimento e desenvolvimento econômico, por meio do fortalecimento da sua base produtiva e do aumento da competitividade das empresas. Atualmente, o Brasil enfrenta o desafio aumentar sua produtividade.

O Brasil Mais Produtivo (B+P) é uma iniciativa do governo federal que visa elevar a produtividade de processos produtivos, com a promoção de melhorias rápidas, de baixo custo e alto impacto. Tendo como foco as pequenas e médias empresas industriais do Brasil, o programa enfrenta de maneira prática e assertiva um dos principais desafios para o desenvolvimento do país: o crescimento da produtividade industrial. A promoção desse crescimento passa por melhoria da gestão e otimização da produção no chão de fábrica.

O B+P apresenta como meta alcançar 1,5 mil empresas no período de 2018-2019 (Figura 3).

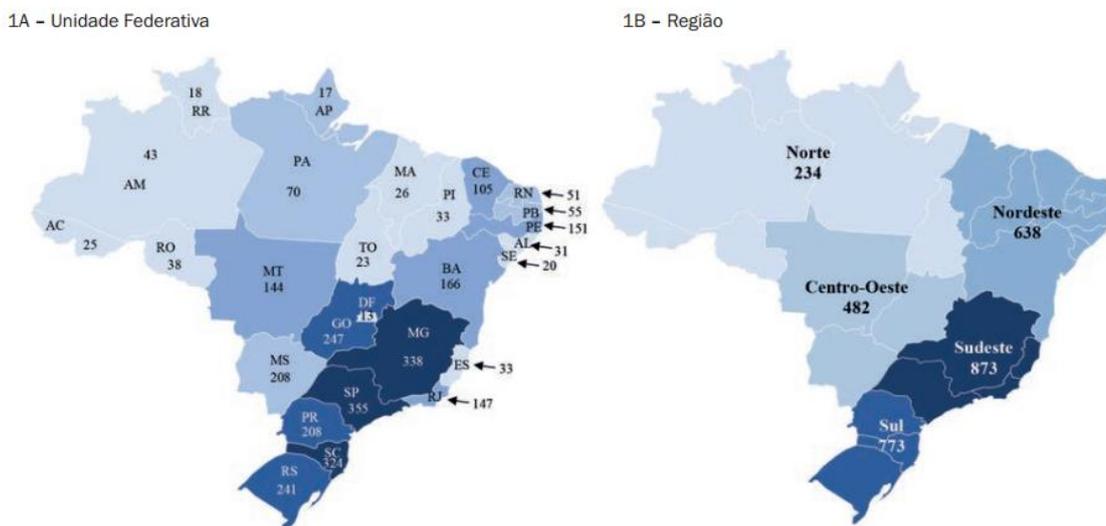


Figura 3 – Distribuição dos atendimentos B+P por unidade federativa e região
Fonte: Adaptado de Cepal e Ipea.

5ª Medida - Fábricas do Futuro e Test Beds

Migrar em direção à Indústria 4.0 requer capacitação e preparação para as empresas que almejam inovar e desenvolver novas tecnologias. Torna-se fundamental que as empresas possam testar e prototipar processos de implantação das tecnologias da indústria 4.0. Dessa forma, o MDIC e a ABDI, em parceria com agências federais e estaduais de fomento, financiarão projetos de *test beds* e a formatação de “fábricas do futuro”, com a meta de alcançar 20 empresas e com volume de investimento estimado em R\$ 30 milhões.

As empresas ou instituições brasileiras devem criar ambientes reais para testar as soluções inovadoras que serão, posteriormente, aplicadas no processo produtivo. As propostas escolhidas terão um apoio financeiro de até R\$ 300 mil por projeto. Entre instituições e empresas selecionadas estão Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli USP), Parque Tecnológico de São José dos Campos, Universidade Federal de Uberlândia e Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Embraer, Algar, BRF, DAF Caminhões, Klabin, Tetra Pak, O Boticário.

6ª Medida - Conexão *STARTUP*-INDÚSTRIA 4.0

O surgimento de *startups* tem impactado enormemente as empresas estabelecidas com novos modelos de negócio, propostas disruptivas, novos atores, assim como a manipulação de novas tecnologias que pivotam ou alteram a forma como as indústrias produzem, comercializam, monetizam, dialogam com o cliente. Assim, o objetivo do *Startup* Indústria 4.0 é massificar a conexão com foco nas necessidades da indústria nacional rumo à transformação do parque industrial do Brasil nos conceitos da Indústria 4.0.

7ª Medida - Talentos

A 4ª revolução industrial impactará o mercado de trabalho e as demandas e ofertas por profissionais 4.0, sendo necessário estruturar uma forte agenda presente e futura de mapeamento de competências, entendimento das demandas de mercado, requalificação de trabalhadores e preparação das novas gerações para o mundo 4.0. Com esse objetivo, a Agenda Brasil 4.0 trabalhará na direção de formatar modelo nacional de competências para a Indústria 4.0; atrelar o modelo nacional de competências para a Indústria 4.0 em diferentes itinerários formativos, nas estruturas de oferta educacional pública e privada; modelar “Fundo” para robotização e treinamento de trabalhadores, como forma de mitigar os impactos no emprego, aplicado a pelo menos 5 mil trabalhadores, de forma experimental.

8ª Medida - Regras do Jogo

Definir as regras legais de forma adequada é condição básica para que as empresas brasileiras migrem para um mundo 4.0. Por isso, foi proposta uma agenda de reformas legais e infra-legais que promovam a aceleração da jornada da indústria brasileira em direção ao 4.0, como efetuar ajustes de instrumentos para permitir que as empresas do Polo Industrial de Manaus (PIM) 4.0 possam realizar investimentos na modernização e digitalização do seu parque industrial.

9ª Medida - Financiabilidade

Buscar parcerias com bancos públicos e privados e agências de fomento para garantir um leque de opções de financiamentos acessíveis a diferentes empresas e necessidades visando acelerar a adoção ou geração de tecnologias na sua indústria.

10ª Medida - Conexão Global

O Brasil representa um terço do PIB da América Latina, sendo uma das 10 maiores economias do mundo. No entanto, a participação do país no comércio internacional é de apenas 1,2% (Organização Mundial do Comércio/OMC), com baixa integração, na média, às cadeias de valor globais de produção, sendo necessário ações como: zeragem das alíquotas do imposto de importação de diversos tipos de bens e insumos estratégicos para a indústria do futuro (como robôs industriais e robôs colaborativos, impressoras 3D e equipamentos voltados para a Manufatura Aditiva), atrelamento do tema da Indústria 4.0 em todos os acordos bilaterais de comércio entre o Mercosul e outros países ou blocos e cooperações e projetos bilaterais em Indústria 4.0 com diferentes países.

Dessa forma, a agenda brasileira para a indústria 4.0 estruturada em 5 eixos de ação (Conhecimento, Protótipo, Requisitos, Incentivos e Alianças Estratégicas), encontra-se em sinergia com os pilares da indústria 4.0 (Figura 4), permeando um caminho através de políticas públicas que possibilitem à indústria brasileira avançar para a indústria 4.0.

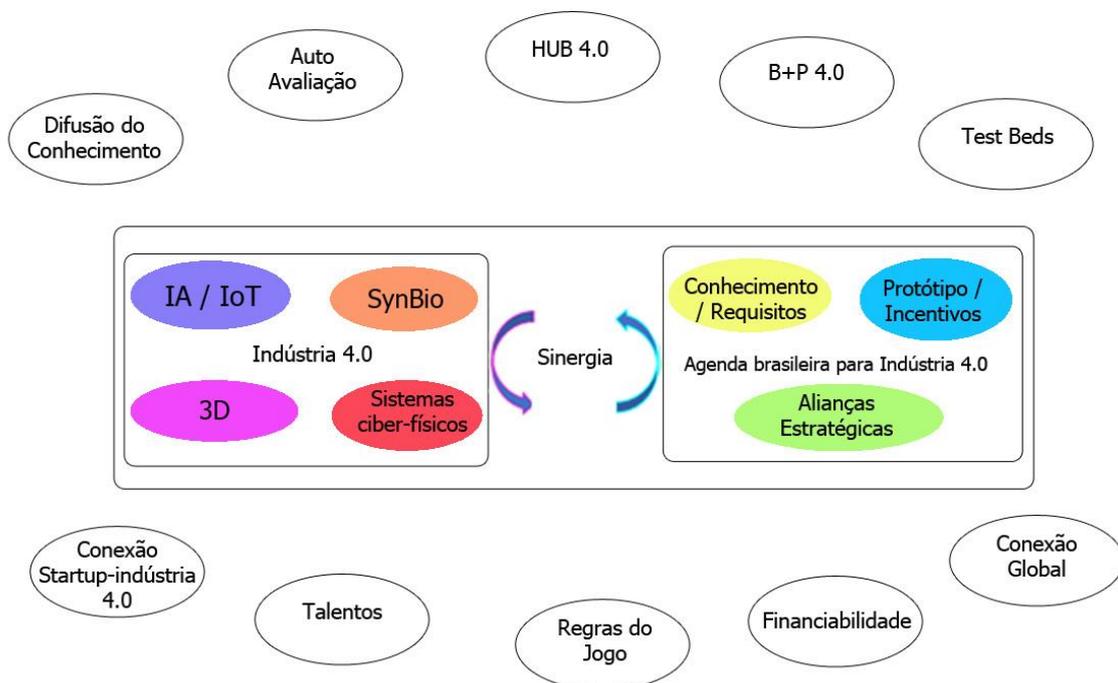


Figura 4 - Framework integrativo do fomento da Indústria 4.0 no Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Indústria 4.0 é considerada a próxima fase na digitalização e na definição de novas relações entre o ser humano e as máquinas, sendo reconhecida como tendência principal das transformações nos sistemas produtivos e, conseqüentemente, com impactos no desenvolvimento econômico e qualidade de vida das nações.

O objetivo central desta pesquisa foi analisar criticamente o papel da política federal brasileira no desenvolvimento da Indústria 4.0. Um conjunto de documentos oficiais foram qualitativamente analisados para construir o embasamento das discussões sobre a relação de fomento do poder público para a implementação da quarta revolução industrial no Brasil.

A partir dos resultados, verifica-se que o Brasil não apresenta papel de destaque no contexto da Indústria 4.0, ocupando baixas posições nos *rankings* internacionais que mensuram a competitividade dos países. Ademais, é recente a inclusão brasileira no rol de nações que possuem políticas públicas para este direcionamento do setor produtivo e o país também enfrenta diversos desafios estruturais que impactam na adaptação dos modelos de negócios às demandas emergentes.

Porém, é necessário considerar o potencial para avanço nesta nova lógica produtiva, de forma que, apesar das críticas apresentadas no artigo, a “*Agenda brasileira para a Indústria 4.0 (2017-2019)*” pode ser considerada uma primeira etapa de reconhecimento explícito da importância de discussão e inclusão desta temática dentro do rol de pautas da agenda política nacional.

O artigo apresenta uma série de limitações. Primeiramente, cumpre salientar que a pesquisa é exploratória, exigindo, portanto, novos estudos para avançar e consolidar as discussões com evidências empíricas que produzam suporte para as implicações políticas construídas. Devem-se considerar as limitações oriundas do uso exclusivo de dados secundários que restringem a capacidade de entendimento de temáticas complexas, como os sistemas produtivos. Além disso, foram conduzidas análises essencialmente qualitativas, de forma que estatísticas detalhadas sobre o progresso atual da Indústria 4.0 em diversos setores manufatureiros no Brasil não foram apresentadas.

Ademais, as medidas propostas pelo governo podem gerar benefícios no longo prazo e as transições de governo podem definir mudanças na forma de gestão do tema, sendo necessário aprofundar os métodos de avaliação quanto aos possíveis impactos da Agenda brasileira para a Indústria 4.0 e analisar a possível descontinuidade de ações. Complementarmente, as lacunas em estudos relacionados à Indústria 4.0 no Brasil dificultaram o aprofundamento das discussões.

Nesse sentido, o artigo pode ser estendido em diversas direções, assim sugere-se: (i) a condução de novas pesquisas com o uso de métodos quantitativos, aprofundando inclusive com a coleta de dados primários, o entendimento sobre o panorama da Indústria 4.0 no Brasil; (ii) análises comparativas entre a política pública brasileira de fomento a Indústria 4.0 e as agendas propositivas de outros países, especialmente aqueles com realidades socioeconômicas próximas ao Brasil; (iii) estudos que considerem a evolução temporal, com análises longitudinais, de todas as iniciativas públicas relacionadas com a Indústria 4.0 no país; e (iv) aplicação de métodos de avaliação de políticas públicas para a discussão dos impactos da “*Agenda brasileira para a Indústria 4.0 (2017-2019)*”.

Conclui-se a partir dos resultados obtidos que esta pesquisa apresenta contribuições em dois sentidos: no âmbito acadêmico, por aprofundar as análises disponíveis na literatura sobre as características e o cenário da Indústria 4.0 no Brasil a partir das relações com as políticas públicas; e, no contexto gerencial, à medida que as análises geradas por este

artigo podem viabilizar discussões que orientem a tomada de decisão dos gestores públicos quanto à melhoria e avanço das ações de incentivo para a adaptação dos setores produtivos nacionais às exigências da Indústria 4.0.

4.1 Implicações gerenciais

O conjunto de análises geradas a partir do estudo da *Agenda 2017-2019* nos permite construir um cenário geral quanto ao contexto de desenvolvimento e modelo de fomento adotado pelo poder público para a Indústria 4.0 no Brasil. Neste sentido, a partir das lacunas evidenciadas foram relacionadas implicações para a política pública desta área com proposições de gestão, conforme apresentado pelo Quadro 1.

Evidência: Desafio	Propostas
1) Quadro de instabilidade política e econômica com recorrente descontinuidade das ações públicas: Dificuldade em manter as demandas da Indústria 4.0 na agenda governamental, diante dos recursos escassos e de interesses e problemas diversos.	- Evidenciar a importância da Indústria 4.0, a relevância de seus problemas e suas potencialidades; - Investir em pesquisas e bases de dados que gerem maior conhecimento sobre o tema, definindo adequadamente as áreas prioritárias de intervenção pública.

Quadro 1 – Implicações para Políticas públicas.

4.2 Implicações Acadêmicas

No âmbito acadêmico, aponta-se a necessidade por aprofundar as análises disponíveis na literatura sobre as características e o cenário da Indústria 4.0 no Brasil a partir das relações com as políticas públicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). Edital Startup Indústria 4.0. Disponível em: <<https://startupidustria.com.br/concurso001/>> Acesso em: 15 jan. 2019.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1 ed. São Paulo: Edições 70, 2011.

BAYGIN, Mehmet et al. An effect analysis of industry 4.0 to higher education. In: **Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), 2016 15th International Conference on**. IEEE, 2016. p. 1-4.

BRASIL. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Agenda brasileira para a Indústria 4.0 [Internet]. Brasília: ABDI, 2018. Disponível em: <<http://www.industria40.gov.br/>>. Acesso em: 13 jan. 2019.

BODROW, W. Impact of Industry 4.0 in service oriented firm. **Advances in Manufacturing**, v. 5, n. 4, p. 394-400, 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil**. Brasília: CNI, 2016. 34 p. Disponível em: <https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/d6/cb/d6cbfbba-4d7e>

43a0978486365061a366/desafios_para_industria_40_no_brasil.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Indústria 4.0**: Sondagem especial. Brasília, n. 66, 2016.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. P. Understanding research: A consumer's guide. Pearson Higher Ed, 2014.CNI. Desafios para indústria 4.0 no Brasil. Brasília, 2016.

DE SOUSA JABBOUR, A. B. L. et al. When titans meet–Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 132, p. 18-25, 2018.

GILCHRIST, A. **Industry 4.0**: the industrial internet of things. Apress, 2016.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: **System Sciences (HICSS), 2016 49th Hawaii International Conference on**. IEEE, 2016. p. 3928-3937.

IMD. IMD World Digital Competitiveness Ranking (WDCR). 2018. 179 p.

KHAN, A.; TUROWSKI, K. Perspective on industry 4.0: from challenges to opportunities in production systems. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERNET OF THINGS AND BIG DATA, 2016a, Roma. Proceedings... IOTBD: Science and Technology Publications**,[sd]. 2016. p. 441-448.

LIAO, Y. et al. Past, present and future of Industry 4.0-a systematic literature review and research agenda proposal. **International journal of production research**, v. 55, n. 12, p. 3609-3629, 2017.

LIAO, Y. et al. The impact of the fourth industrial revolution: a cross-country/region comparison. **Production**, v. 28, 2018.

LIN, K. C.; SHYU, J. Z.; DING, K. A Cross-Strait Comparison of Innovation Policy under Industry 4.0 and Sustainability Development Transition. **Sustainability**, v. 9, n. 5, p. 786, 2017.

MUHURI, P. K.; SHUKLA, A. K.; ABRAHAM, A. Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 78, p. 218-235, 2019.

PEREIRA, A. C.; ROMERO, Fernando. A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. **Procedia Manufacturing**, v. 13, p. 1206-1214, 2017.

RAJNAI, Z.; KOCSIS, I. Labor market risks of industry 4.0, digitization, robots and AI. In: **Intelligent Systems and Informatics (SISY), 2017 IEEE 15th International Symposium on**. IEEE, 2017. p. 000343-000346.

SHAFIQ, S. I.; SANIN, C.; SZCZERBICKI, E.; TORO, C. Virtual engineering object/virtual engineering process: a specialized form of cyber physical system for Industrie 4.0. **Procedia Computer Science**, v. 60, p. 1146-1155, 2015.

SUNG, T. K. Industry 4.0: A Korea perspective. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 132, p. 40-45, 2018.