

Indústria 4.0 - uma revisão das políticas governamentais de 2015 a 2020

Sérgio Roberto Knorr Velho¹, Jorge Mario Campagnolo²

Resumo

A indústria vem passando por um processo acelerado de digitalização dentro da era do conhecimento, em um processo reconhecido como a Quarta Revolução Industrial (SCHWAB, 2016). O governo brasileiro vem promovendo ações e políticas referentes ao tema da Indústria 4.0, com o objetivo de melhorar a competitividade industrial por meio da promoção de tecnologias, da capacitação de recursos humanos, da alocação de infraestrutura e do estabelecimento de regulações. Esse movimento de Tríplex Hélice, entre governo, academia e empresas, desenvolve-se desde 2015 e vem ganhando escala na atual Câmara da Indústria 4.0, que é o atual fórum de promoção das ações da Indústria 4.0. O presente trabalho busca expor informações recentes a respeito: das principais ações que ocorreram a partir dessas primeiras iniciativas do poder executivo em torno do tema da Indústria 4.0; e das políticas que, desde então, se estabeleceram.

Abstract

*The industry has been undergoing an accelerated process of digitalization within the knowledge era, in a process recognized as the Fourth Industrial Revolution (SCHWAB, 2016). The Brazilian government has been promoting actions and policies regarding the topic of Industry 4.0, aiming to improve industrial competitiveness by promoting technologies, training human resources, allocating infrastructure, and establishing regulations. This Triple Helix movement, between government, academia, and companies, has been developing since 2015 and has been gaining scale in the current Industry 4.0 Chamber, which is the current forum for promoting Industry 4.0 actions. The present work seeks to expose recent information regarding: the main actions derived from the aforementioned initiatives of the executive power around the theme of Industry 4.0; and the policies that have since been established.***Keywords:** Industry 4.0. Government. Triple Helix.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Governo. Tríplex Hélice.

Keywords: Industry 4.0. Government. Triple Helix.

1 Tecnologista em Ciência e Tecnologia do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI).

2 Professor da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

1. Introdução

A Quarta Revolução Industrial, referência dos termos Indústria 4.0 (I4.0) ou *indústria inteligente*, é tratada como estratégica por diversos países e alvo de ações de médio e longo prazo (ARBIX *et al.*, 2018; TANTAWI *et al.*, 2019). O Brasil é um dos países que perdeu competitividade industrial e onde a produtividade é considerada um elemento central para o aumento desta (DRESCH *et al.*, 2019). O País apresenta políticas governamentais para a promoção de ações da I4.0 desde 2015, quando foi iniciado o movimento no governo federal visando à melhoria da competitividade industrial por meio da digitalização.

Em 2015, a Alemanha apresentava ações concretas em torno da Quarta Revolução Industrial e da Plataforma *Industrie 4.0*. Por sua vez, o *Industrial Internet Consortium*, (IIC) [Consórcio da Internet Industrial], com sede nos Estados Unidos (EUA) - fundado em março de 2014 por empresas de manufatura, Internet, TI e telecomunicações -, havia se tornado uma alternativa importante (GERBERT *et al.*, 2015). Entretanto, o Brasil ainda não percebia a importância do tema na digitalização da indústria e como isso afetaria toda a sua cadeia produtiva.

Assim, sob a coordenação da Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (Setec) do então Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)³, foi programada uma primeira reunião sobre o tema, tendo como convidado o professor da Fundação Dom Cabral (FDC), Carlos Arruda, para abordar os elementos fundamentais da plataforma I4.0.

Desse modo, em 19 de agosto de 2015, foi realizada, no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em Brasília, uma reunião com a participação de 44 dirigentes, especialistas e técnicos dos seguintes órgãos e instituições: MCTI, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), CNPq, Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Confederação Nacional da Indústria (CNI), Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (Abimaq), Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (Abit), Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (Abiec), Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras (Certi), Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras

3 O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) foi criado em 15 de março de 1985, por meio do Decreto 91.146. Em 14 de dezembro de 2011, a Lei n.º 12.545 alterou o nome da pasta para Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Em maio de 2016, por meio da Lei n.º 13.341, o nome do MCTI foi alterado para Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). A Medida Provisória n.º 980, de 10 de junho de 2020, criou o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações; e, novamente, o Ministério das Comunicações. Portanto, a partir dessa data, o então Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) voltou a adotar a sigla MCTI.

(Anpei), Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), KUKA Roboter do Brasil Ltda., Fundação Dom Cabral, Movimento Brasil Competitivo (MBC) e Rede Nacional de Pesquisa (RNP).

As discussões promovidas nesta reunião despertaram a reflexão sobre a necessidade de união de forças, orientada pela utilização da Tríplice Hélice (governo-empresas-academia), com vistas à construção de uma política de indução de um ecossistema da Indústria 4.0 no Brasil. O objetivo almejado por iniciativas similares é relatado por Reischauer (2018), quando o autor ilustra que um modo de inovação da Hélice Tripla, institucionalizado, pode ser considerado como o resultado pretendido pela Indústria 4.0.

As sugestões (*drivers*) da reunião foram:

- O governo deve ser o indutor do processo, criando um Ecossistema da Manufatura Avançada (Indústria 4.0);
- O governo deve buscar integrar os esforços para estimular o desenvolvimento da capacidade de inovar das empresas;
- Reuniões de discussão a respeito do tema devem ser promovidas, com a participação de empresários, onde cada parceiro deve definir seu papel;
- Esta iniciativa de criação de um Ecossistema pode ser ancorada em ações com grandes empresas sistemistas que desenvolvem, em cadeia, as micro e pequenas empresas; e
- A discussão deve tomar como base o futuro, sem deixar de lado ações não realizadas.

Com efeito, houve a formação de um primeiro Grupo de Trabalho (GT) com os seguintes órgãos e instituições: MCTI, MDIC, Finep, Senai, CNI, Sebrae, ABDI, BNDES, Abimaq, Abit, Anpei, Certi e CNPq, para elaborar uma proposta de trabalho. Por seu lado, percebendo a necessidade de coordenar a liderança do processo, o governo federal realizou, a partir de então, diversas reuniões, incluindo o convite a outros atores, como representantes do Ministério das Comunicações (MC), por meio da Câmara M2M (*Machine to Machine*), posteriormente denominada Câmara Internet das Coisas (IoT). Havia, então, uma preocupação com os padrões de comunicação entre máquinas, pois estes poderiam definir tecnologias vencedoras que seriam adotadas por todos os países.

É importante sinalizar que, entre 2015 e o final de 2018, o termo utilizado pelo GT, liderado pelo poder executivo federal, foi *manufatura avançada*, pois buscava-se uma diferenciação entre este conceito e o das políticas identificadas com a Alemanha da *Industrie 4.0*. Somente a partir de 2019, com o advento da Câmara da Indústria 4.0, retoma-se o termo *Indústria 4.0*.

Os elementos propostos por este GT surgiram a partir do final de 2015. São eles:

1. Compreensão a respeito das políticas de países líderes no tema, como EUA e Alemanha, que têm estratégias manifestas de transformação da sua estrutura manufatureira. Soma-se à análise desses países o estudo do caso China (*Made in China 2025*), tendo em vista o seu impacto na estrutura manufatureira mundial.

Esta iniciativa de compreender os movimentos dos países líderes foi fruto de publicações realizadas pelo Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebap) da Universidade de São Paulo (USP). O conteúdo destas publicações busca orientar políticas contemporâneas de inovação, com vistas à estimular a adoção, adaptação, absorção e geração de novas tecnologias, de modo a elevar a produtividade da economia (ARBIX *et al.*, 2017).

2. As experiências de programas em manufatura avançada em países como EUA e Alemanha tiveram sua origem na necessidade de implantar um conjunto de políticas que devolvessem a estas nações a liderança industrial. A análise dessas experiências serviu como *benchmark* para a elaboração de uma estratégia brasileira e, do mesmo modo, para a identificação de oportunidades de cooperação internacional no tema. A importância da cooperação internacional é evidente quando se considera: a ausência de algumas competências tecnológicas e organizacionais críticas para o desenvolvimento da manufatura no País; e o fato de que, nessa temática, necessariamente, os produtos e serviços só fazem sentidos se pensados em escala global.
3. O plano de ação para a manufatura avançada (Indústria 4.0) no Brasil deveria partir dos desafios que pudessem gerar os estímulos e escala de adoção, de forma a permitir a implantação de um programa de manufatura avançada nos segmentos alcançados por esta iniciativa. Esse caminho teria o objetivo de identificar as soluções que seriam demandadas na área, inevitavelmente, no País e no mundo, no médio e longo prazo.

Em outras palavras, era preciso ancorar o programa em determinados desafios tecnológicos que fossem relevantes para a solução dos problemas estruturais brasileiros. Desse modo, viabilizar o desenvolvimento de uma cadeia industrial local, associada a esses desafios e com capacidade de oferecer novas tecnologias e soluções para a manufatura, teria o potencial de gerar, futuramente, transbordamentos tecnológicos para diversos

setores. Nesse sentido, a atuação do Estado não estaria em beneficiar determinados setores, mas em investir em áreas de fronteira – em nichos nos quais o Brasil tivesse maior potencial competitivo – visando ao benefício agregado da economia.

4. Além de identificar países parceiros, foi de fundamental importância um mapeamento da base de empresas, instituições de ciência e tecnologia (ICT) e demais organizações que pudessem contribuir para o avanço da manufatura brasileira. Esse levantamento foi crucial para o estabelecimento de um diálogo público-privado efetivo e focado nas competências do País.

Esse diálogo foi a centelha da identificação dos desafios e das oportunidades para a inserção da manufatura brasileira nesse novo patamar de organização industrial definida pela união de estratégias de negócios, de manufatura, de tecnologia e de *marketing*. Era necessário discutir aspectos regulatórios, infraestrutura (incluindo tanto energia e telecomunicações como padrões de transferência de dados e segurança), difusão tecnológica e competências (humanas e organizacionais), entre outros elementos.

5. A estratégia de manufatura avançada pôde se pautar por três etapas de análise. A primeira referiu-se ao foco da estratégia: o País atuaria isoladamente, tentando construir soluções tecnológicas de manufatura avançada, ou atuaria em parceria e de forma integrada com o que houvesse de melhor nos distintos países, visando a posicionar competitivamente as empresas brasileiras, não só no mercado doméstico, mas também mundial? Esta etapa é considerada importante, pois cada foco demanda ações diferentes e em setores distintos. Os ecossistemas de inovação permitem que as pequenas e médias empresas integrem recursos e criem soluções da Indústria 4.0 (BENITEZ *et al.*, 2020).

A segunda etapa, a de execução, dizia respeito ao modo de implantação da estratégia. Atuar de forma integrada com o mundo ou isoladamente implicaria ações e instrumentos de fomento diferentes. Deveríamos fomentar e apoiar as empresas brasileiras para que se tornassem fornecedoras mundiais de sistemas inteligentes embarcados em bens de capital de quarta geração? Deveríamos fomentar e apoiar empresas brasileiras fabricantes de bens de capital de grande porte para o fornecimento a setores prioritários demandantes de máquinas e equipamentos com tecnologias de quarta geração?

A terceira etapa dizia respeito ao modelo de intervenção pública. Uma abordagem seria a implantação de centros de demonstração e difusão de tecnologias e processos. Essa foi a estratégia empregada pelos EUA com seus centros de excelência de manufatura avançada, que pressupõem a formação de consórcios da sociedade civil e ainda competem entre si e dividem os riscos com o governo. Outra abordagem seria o apoio ao

desenvolvimento de projetos-piloto de manufatura avançada em empresas industriais. O Brasil poderia, ainda, incentivar uma estratégia de ações de fomento com três fases, sendo: a primeira de apoio ao desenvolvimento de sistemas inteligentes, incluindo projeto e produção de infraestrutura física da Internet das Coisas (IoT), principalmente sensores, atuadores e *software*; uma segunda fase envolvendo o embarque, nas máquinas existentes (*retrofit*), da infraestrutura desenvolvida na primeira fase; e uma terceira fase, com o pleno desenvolvimento das máquinas de nova geração, projetadas com sistemas inteligentes embarcados. Uma opção então ventilada à época seria a organização de novos instrumentos de fomento integrados – por meio do BNDES, da Finep e de outros mecanismos – visando ao estabelecimento de um ecossistema competitivo de manufatura avançada.

6. Seria importante ancorar o programa em determinados desafios tecnológicos que fossem relevantes para a solução de problemas estruturais brasileiros. O trabalho deste GT deveria ser iniciado com a identificação de problemas específicos e projetos estruturantes que iriam ancorar as políticas públicas para o desenvolvimento industrial da manufatura avançada no País.
7. Outras frentes transversais também foram estabelecidas como relevantes, a exemplo da preocupação com a formação de mão de obra.

Assim, este trabalho busca apresentar informações mais recentes a respeito: das principais ações que ocorreram a partir dessas primeiras iniciativas do poder executivo em torno do tema da Indústria 4.0; e das políticas que, desde então, se estabeleceram.

2. Perspectivas de especialistas

Em 2016, como uma ação de curto prazo acordada entre duas pastas, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) e o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), foi definida a realização de oito *workshops*, com o objetivo principal de aproximar opiniões de especialistas de diferentes setores da Tríplice Hélice (empresas, ICT e distintas esferas governamentais), de modo que fossem identificados elementos de suporte para o desenvolvimento de uma política nacional estruturada na temática. Assim, essas agendas contaram com a presença de cerca de 400 participantes, de diferentes estados brasileiros, sendo 211 especialistas e 180 expectadores. Os eventos tiveram uma predominância de representação do setor privado (59%), seguido dos ICT (28%) e de esferas do governo (13%) (BRASIL, 2016).

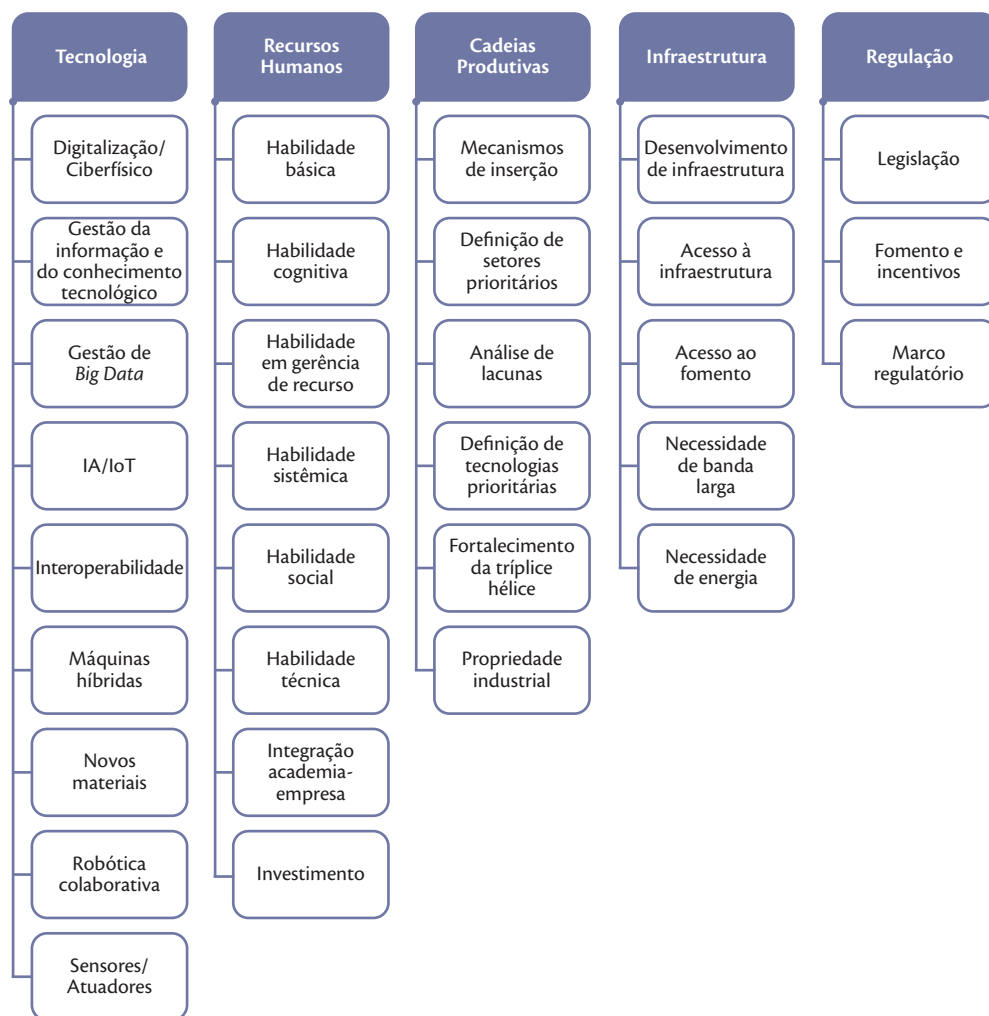


Figura 1. Categorização na perspectiva de especialistas em Manufatura Avançada

Fonte: BRASIL, 2016.

As opiniões expostas por esses especialistas foram categorizadas em cinco temas principais ou desafios: tecnologia, recursos humanos, cadeias produtivas, infraestrutura e regulação, conforme Figura 1. Essa categorização influenciou a formação da Câmara da Indústria 4.0 em 2019, com seus quatro Grupos de Trabalho: Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, que conecta-se com o tema Tecnologia; Capital Humano, que conecta-se com recursos humanos; Cadeias Produtivas e Desenvolvimento de Fornecedores, que conecta-se com cadeias

produtivas; e, Regulação, Normalização Técnica e Infraestrutura, que reuniu dois temas – regulação e infraestrutura (BRASIL, 2019).

3. O surgimento dos planos de políticas para a I4.0

No final de 2017, o então MCTIC promoveu o lançamento do Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para a Manufatura Avançada no Brasil (ProFuturo), alicerçado na então Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) 2016-2022 e no documento intitulado *Perspectivas de Especialistas Brasileiros sobre Manufatura Avançada no Brasil*. Este último documento reúne propostas e recomenda prioridades discutidas durante os *workshops* descritos no item 2 do presente artigo.

O ProFuturo foi elaborado com o objetivo de “propiciar condições de acesso e inserção das empresas brasileiras no ecossistema de manufatura avançada, com suporte da ciência, tecnologia e inovação para desenvolvimento de cadeias produtivas de setores econômicos estratégicos e promissores para o País, que atendam a demandas de alcance social” (BRASIL, 2017).

Apoiava-se este plano em ações da Tríplice Hélice de entidades governamentais, acadêmicas e empresariais, para o estabelecimento de iniciativas fundamentadas em cinco desafios: convergência e integração tecnológica em manufatura avançada para o aumento da competitividade; recursos humanos para o desenvolvimento da manufatura avançada; manufatura avançada para o fortalecimento das cadeias produtivas; promoção das infraestruturas como instrumento de suporte a iniciativas da manufatura avançada; e regulação como indutora da inovação e da mudança tecnológica.

Igualmente, uma proposta elaborada pelo BNDES em parceria com o MCTIC foi publicada em 2017, com o título *Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil*, tendo por objetivo propor um plano de ação estratégico para o País em Internet das Coisas [em Inglês, *Internet of Things* (IoT)]. (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES, 2017).

Relatórios anteriores deste mencionado estudo produzido pelo BNDES e o MCTIC propuseram a divisão, das oportunidades de negócios para IoT no Brasil e no mundo, por ambientes, ou seja, por cada um dos segmentos que compõem um aglomerado de setores correlatos e que tratam de desafios particulares a um determinado ecossistema. Assim, o referido estudo priorizou o direcionamento dos esforços para os seguintes ambientes: cidades, saúde, rural e indústria (tanto manufatura quanto indústria de base), conforme estabelecido na Figura 2 (BNDES, 2017).

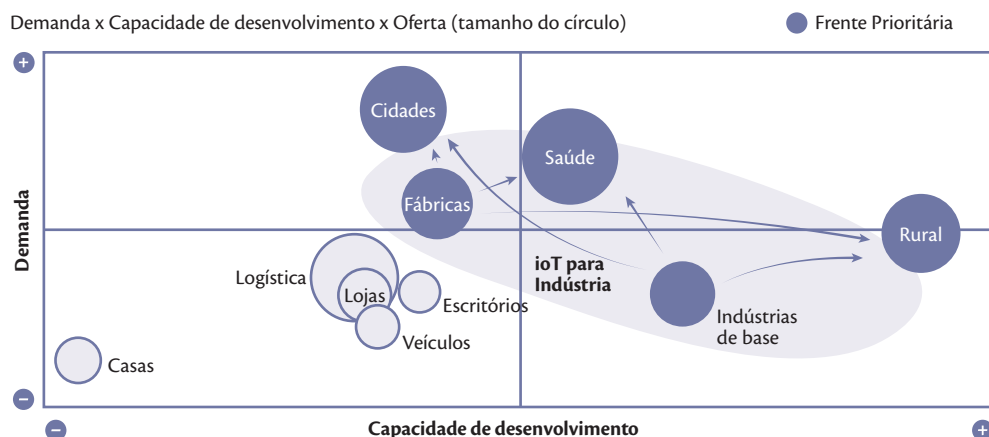


Figura 2. Matriz de priorização com 4 frentes prioritárias de IoT

Fonte: BNDES, 2017.

Houve iniciativas da indústria por meio do projeto *Indústria 2027: riscos e oportunidades para o Brasil diante inovações disruptivas*, liderado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), por meio do Instituto Euvaldo Lodi (IEL), no âmbito da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI). Foram envolvidos na realização deste projeto o Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e o Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

O projeto *Indústria 2027* identificou tendências e impactos de tecnologias disruptivas sobre diferentes sistemas produtivos no horizonte de cinco a dez anos; avaliou a capacidade empresarial de defletir riscos e aproveitar oportunidades; e desenvolveu recomendações para o planejamento estratégico das empresas e subsídios à formulação de políticas públicas. O campo de estudos foi composto por *clusters* tecnológicos e sistemas produtivos com focos setoriais. As tecnologias foram definidas em função de seu impacto disruptivo potencial e organizadas em oito *clusters* tecnológicos, por proximidade de bases técnicas. A indústria foi estratificada em dez sistemas produtivos e 14 focos setoriais específicos, selecionados em função da importância econômica dessas atividades na matriz industrial do País e do impacto potencial das inovações sobre cada um desses sistemas produtivos (IEL, 2018).

Os *clusters* tecnológicos são: inteligência artificial, *big data*, computação em nuvem; IoT e seus respectivos sistemas e equipamentos; produção inteligente e conectada (manufatura avançada);

redes de comunicação; nanotecnologias; bioprocessos e biotecnologias avançadas; materiais avançados e novas tecnologias de armazenamento de energia (AE).

Por sua vez, os sistemas produtivos e focos setoriais são: agroindústrias e alimentos processados; insumos básicos e siderurgia; química e bioeconomia; petróleo e gás e exploração e produção (E&P) em águas profundas; bens de capital (BK) e máquinas e implementos agrícolas, máquinas-ferramenta, motores elétricos, equipamentos de geração, transmissão e distribuição de energia; complexo automotivo e veículos leves; Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e sistemas e equipamentos de telecomunicações, microeletrônica e *software*; farmacêutica e biofármacos; bens de consumo e têxtil e vestuário (IEL, 2018).

Neste projeto da CNI (2018), foi realizada uma análise prospectiva do estágio de digitalização da indústria brasileira, por meio dos modelos de maturidade da Indústria 4.0 (AMBROSIO *et al.*, 2019), sendo distinguidas quatro gerações de digitalização (G1, G2, G3 e G4), começando por uma pontual (G1), até a empresa integrada, conectada e inteligente (G4). Representantes de aproximadamente 750 empresas informaram, em 2017, que 75% se encontravam nos estágios G1 e G2, sendo relatado, também, como ainda estavam nas fases iniciais de prontidão da I4.0, demonstrando que a indústria do País ainda deveria passar pela digitalização e pelo advento da terceira revolução industrial.

O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) iniciou em 2017 seu projeto *Senai 4.0*, com a finalidade de apoiar a indústria brasileira, de forma que se tornasse ágil e desenvolvesse soluções em tecnologia e em educação profissional nas competências requeridas pela I4.0 (SENAI, 2017).

Concomitantemente, em 2018, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) passou a executar a *Agenda brasileira para a Indústria 4.0* (ABDI, 2018), preconizando que as principais tecnologias facilitadoras da fusão dos mundos físico, digital e biológico são a Manufatura Aditiva, a Inteligência Artificial (IA), a Internet das Coisas (IoT), a Biologia Sintética e os Sistemas Ciber Físicos [na sigla em Inglês, Cyber-Physical Systems (CPS)].

O dinamismo tecnológico decorrente da I4.0 e as demandas do setor produtivo têm exigido o desenvolvimento de novas competências em educação e formação profissional, acompanhadas de aptidões sociais e habilidades, que componham o perfil esperado dos denominados “profissionais do futuro”. Assim, com o objetivo de promover o intercâmbio entre atores europeus e brasileiros, a respeito de melhores práticas na formulação e execução de políticas públicas em áreas estratégicas para a educação profissional e a ciência, com vistas, ainda, a aprimorar os

recursos humanos no Brasil, foi executada, em 2017, uma parceria de Diálogos Setoriais UE-Brasil⁴, entre o então MCTIC e o Ministério da Educação (MEC), com a União Europeia (UE) e seus Estados Membros (UE, 2017).

4. A estruturação de ações da I4.0 com associações industriais

Diversas ações foram iniciadas com a estruturação dessas políticas por parte de entidades governamentais e associativas, permitindo que os primeiros demonstradores de tecnologia surgissem a partir de 2016.

Assim, por meio de um apoio do MCTIC, a Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ) executou um projeto demonstrador na Feira Internacional de Máquinas e Equipamentos, em 2016, com investimento superior a R\$ 5 milhões e o envolvimento de mais de 13 empresas, além de duas apoiadoras e quatro *startups*. O objetivo principal do projeto demonstrador foi disseminar o conceito da Manufatura Avançada, contemplando as tecnologias, os métodos e processos flexíveis (ABIMAQ, 2016).

Por meio de apoio da ABDI com a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (Abit), em 2017, foi inaugurada uma planta piloto para a produção de artigos no Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil (Senai Cetiqt) do Rio de Janeiro. A unidade disponibiliza uma réplica virtualizada de uma planta piloto de Confecção 4.0, desenvolvida para facilitar a aplicabilidade dos conceitos da I4.0. A base conceitual desse protótipo considera manufatura customizada e ativada pelo consumidor final, minimização de insumos, redução de custos e tempo de operação por meio de fluxo produtivo conectado em rede (BRUNO, 2016) (SENAI/CETIQT, 2017).

5. A Câmara da Indústria 4.0

No início de abril de 2019, os ministérios da Economia e da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações formalizaram a Câmara Brasileira da Indústria 4.0 (Câmara I4.0), com a finalidade de integrar as políticas públicas do governo federal de fomento à Indústria 4.0, manufatura

4 Informações sobre os Diálogos UE-Brasil: Políticas e programas de educação profissional e sistemas de formação para enfrentar a digitalização da indústria podem ser acessadas em: < <http://www.sectordialogues.org/projetos/dialogos-ue-brasil-politicas-e-programas-de-educacao-profissional-e-sistemas-de-formacao-para-enfrentar-a-digitalizacao-da-industria> >.

avançada e Internet das Coisas (IoT), reunindo atores dos setores público e privado, de entidades de capacitação e desenvolvimento tecnológico e da academia. Os objetivos da Câmara são concentrar esforços e otimizar recursos financeiros e profissionais. A iniciativa integra as políticas públicas do governo federal de fomento à manufatura avançada e à IoT (ABDI, 2019).

Em sua estrutura, conforme a Figura 3, a Câmara I4.0 é integrada por instituições que se organizam por um Conselho Superior, uma Secretaria Executiva e Grupos de Trabalho (GT), com funções de gestão e governança. Em agosto de 2019, os GT finalizaram as propostas de ações e iniciativas que subsidiaram a elaboração de um Plano de Ação da Câmara Brasileira da I4.0, documento este devidamente aprovado, posteriormente, por seu Conselho Superior (BRASIL, 2019).

Em 2020, foi contratada, por meio do MCTI com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), uma consultoria técnica especializada para elaborar notas técnicas de apoio às ações previstas no Plano de Ação da Câmara Brasileira da I4.0 2019-2022.

O projeto de uma Estratégia Nacional para a Indústria (ENI) 4.0 selecionou, por meio de edital do Projeto PNUD/BRA/18/023, um pesquisador do Departamento de Automação e Sistemas do Centro Tecnológico (CTC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com o objetivo de que fosse proposto um plano-base para subsidiar políticas públicas para o setor nos próximos 10 anos. O trabalho ainda está em seu início, devendo ter esta proposta apresentada em 2021. A proposta foi solicitada ao consultor pela Secretaria Especial de Produtividade, Emprego e Competitividade do Ministério da Economia, por meio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

Um recente edital (04/2020) da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) disponibilizou R\$ 50 milhões em projetos de subvenção econômica para empresas, de modo a apoiar projetos de tecnologias 4.0, de produtos e serviços inovadores, nas seguintes áreas: agricultura 4.0, cidades 4.0, saúde 4.0 e Indústria 4.0.

Secretaria Executiva	Conselho Superior							
	Membros							
	MCTIC	ME	Finep	CNPq	ABDI	Sebrae	Embrapii	
	Grupos de trabalho							
	Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (Coordenação MCTIC)		Capital Humano (Coordenação MCTIC)		Cadeias Produtivas e Desenvolvimento de Fornecedores (Coordenação ME)		Regulação, Normalização Técnica e Infraestrutura (Coordenação ME)	
	1 ABDI	16 CNPq	1 Abruem	12 ABDI	1 ABDI	14 Abes	1 ABII	16 ABDI
	2 Abimaq	17 Sebrae	2 Andifes	13 Abes	2 Abimaq	15 Abiplast	2 Abimaq	17 Abrammat
	3 Abinee	18 ABStartups	3 Capes	14 ABO20	3 Abinee	16 Abisemi	3 Abinee	18 ABO20
	4 Abipti	19 Abrammat	4 CNI	15 AEA	4 Abiquim	17 ABStartups	4 ABNT	19 VDI-Brasil
	5 Anpei	20 Abisemil	5 CNPq	16 Eletros	5 Abit	18 AEA	5 Anatel	20 MBC
	6 Anprotec	21 GS1 Brasil	6 Conif	17 Abia	6 Anfavea	19 Eletros	6 BNDES	21 GS1 Brasil
	7 BNDES	22 Abia	7 Crub	18 CAESenado	7 BNDES	20 Sindipeças	7 Brasscom	22 Abia
	8 CNI	23 Brasscom	8 MCTIC		8 CNI	21 GS1 Brasil	8 CNI	23 CAESenado
	9 Confap	24 CAESenado	9 ME		9 Finep	22 Abia	9 CNPq	
	10 Embrapii		10 MEC		10 MCTIC	23 CAESenado	10 Finep	
	11 Finep		11 Senai		11 ME		11 Inmetro	
	12 MCTIC				12 Sebrae		12 MCTIC	
	13 ME				13 Senai		13 ME	
	14 P&D Brasil						14 SinditeleBrasil	
	15 Senai						15 Softex	

Figura 3. Composição da Câmara Brasileira da I4.0

Fonte: (BRASIL, 2019).

6. Análise e conclusões

Assim, este trabalho buscou reunir informações atuais: pertinentes às principais ações realizadas após as primeiras iniciativas do poder executivo em torno do tema da I4.0, registradas a partir de 2015; e a respeito das políticas que, desde então, se estabeleceram.

Como exposto, muitas ações foram iniciadas desde os primeiros movimentos do governo federal em 2015 e resultaram no estabelecimento de políticas e no apoio a demonstradores e projetos de subvenção econômica. Benitez *et al.* (2020) reforçam essas conexões da Tríplice Hélice, por meio de um *framework* onde a missão do ecossistema mudou do acesso a fundos de inovação para a cocriação de soluções da I4.0 e, então, para a cocriação de soluções de negócios inteligentes. À medida que a confiança e o compromisso cresceram, a estrutura de poder mudou da centralidade da associação empresarial para um mecanismo de coordenação neutra de projetos complexos, envolvendo a universidade e associações empresariais e, por último, onde tecnologias-chave surgiram como motores de relacionamento entre as empresas e cocriação de valor.

Pesquisas demonstram que a arquitetura da Indústria 4.0 foi estudada em um grande número de publicações nas áreas de Internet das Coisas Industrial (IIoT), Sistemas de Produção Ciber Físicos, Arquiteturas Corporativas, Integração Corporativa e Manufatura em Nuvem (YLI-OJANPERÄ *et al.*, 2019). Assim, há um alinhamento dessas publicações de pesquisa do tema com a direção de prioridades nacionais apontadas pelos trabalhos do BNDES e pelas linhas de subvenção econômica da Finep que, por sua vez, são definidas como: agricultura, indústria, cidades inteligentes e saúde.

A Figura 4 resume os avanços ocorridos na esfera do governo federal nos últimos 5 anos, incluindo o estabelecimento das ações da I4.0 no Brasil.

Soma-se, assim, esta reflexão sobre as raízes da identificação da oportunidade da I4.0, onde fica evidenciada a necessidade dos esforços para a continuidade da promoção do tema, o que irá resultar em uma Estratégia Nacional da Indústria 4.0 no Brasil e, talvez, no apoio à implementação de um Centro de Tecnologias Aplicadas da I4.0, como organização que pode estar posicionada na borda do conhecimento, da ciência, da tecnologia e da inovação.

É necessário, ainda, o aprimoramento de um acordo internacional, por meio de um memorando de entendimento (MoU) com um dos países líderes, de forma a pular fases e se aproximar da borda do conhecimento, possibilitando um apoio maior por parte do setor industrial, ainda enfraquecido em razão das oscilações do quadro macroeconômico atual.

Por fim, são lembrados todos os pioneiros da Indústria 4.0 que, sonhando em poder mudar o mundo, são aqueles que realmente o mudam e acreditam que o melhor ainda está por vir.

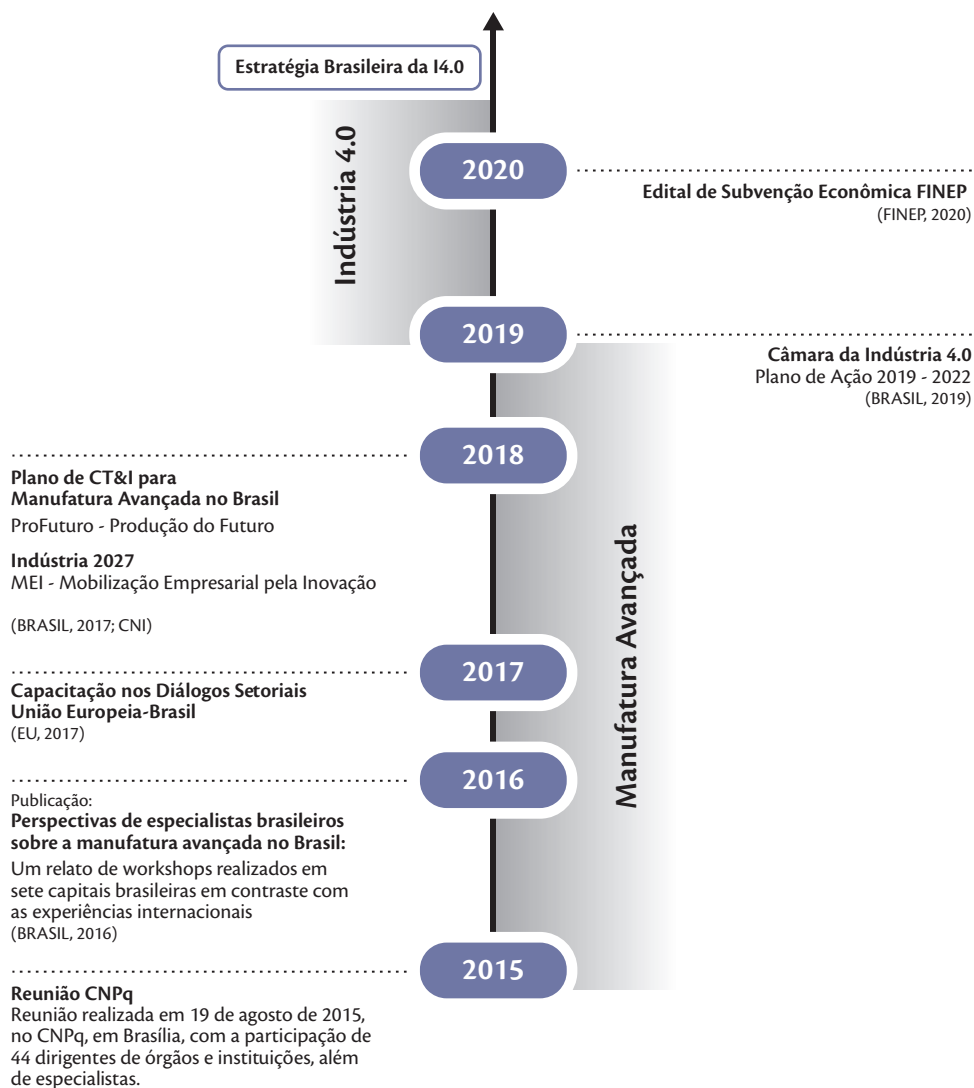


Figura 4. Linha do tempo das ações da I4.0 no Brasil desde 2015

Fonte: Elaborada pelos autores.

Referências

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. **Agenda brasileira para a Indústria 4.0**. Brasília: 2018. Disponível em: <http://www.industria40.gov.br>

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. **Tem início a Câmara Brasileira da Indústria 4.0**. 14 jul. 2019. Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/noticias/18441-tem-inicio-a-camara-brasileira-da-industria-40>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS - ABIMAQ. **Manufatura avançada: o futuro se faz presente na FEIMEC**. Mar. 2016. Disponível em: <http://abimaq.org.br/site.aspx/Abimaq-Informativo-Mensal-Infomaq?DetalheClipping=64&CodigoClipping=1302>

AMBROSIO, I.; CESAR, S.; BARBALHO, M.; ADAM, T. Industry 4.0 Maturity models : A bibliometric study of scientific articles from 2001 to 2018. In: EurOMA Conference Operations Adding Value to Society, 26th June, 2019. p.1829–1838. **Proceedings...** Jun 2019.

ARBIX, G.; MIRANDA, Z.; TOLEDO, D.; ZANCUL, E. Made in China 2025 and Industrie 4.0: The difficult Chinese transition from catching up to an economy driven by innovation. **Tempo Social**, v. 30, n.º 3, p. 143–170. 2018. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ts/article/view/144303/148939> <https://doi.org/10.11606/0103-2070.ts.2018.144303>

ARBIX, G.; SALERNO, M.S.; ZANCUL, E.; AMARAL, G.; MELO LINS, L. O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com a Alemanha, China e Estados Unidos. **Novos Estudos - Cebrap**, v. 36, n.º 3, p. 29–49. nov. 2017. <https://www.scielo.br/pdf/nec/v36n3/1980-5403-nec-36-03-29.pdf>

BENITEZ, G.B.; AYALA, N.F.; FRANK, A.G. Industry 4.0 innovation ecosystems: An evolutionary perspective on value cocreation. **International Journal of Production Economics**, v. 228, oct 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107735>

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES. **Relatório do Plano de Ação**; iniciativas e projetos mobilizadores. Produto 8. nov. 2017. p. 1–65. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/269bc780-8cdb-4b9b-a297-53955103d4c5/relatorio-final-plano-de-acao-produto-8-alterado.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mojDUok>

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações - MCTIC. **Plano de CT&I para manufatura avançada no Brasil**; ProFuturo, produção do futuro. Brasília: dez. 2017. 68 p. Disponível

em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/tecnologia/tecnologias_convergentes/arquivos/Cartilha-Plano-de-CTI_WEB.pdf

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações - MCTIC. **Perspectivas de especialistas brasileiros sobre a manufatura avançada no Brasil**: um relato de workshops realizados em sete capitais brasileiras em contraste com as experiências internacionais. Brasília: nov. 2016. 68 p. Disponível em: https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/images/REPOSITORIO/si/dfin/Perspectivasa_dea_especialistas_brasileirosa_sobrea_aa_manufatura_a_avana_adaa_noa_Brasil.pdf

BRASIL. Ministério da Economia - ME; Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações - MCTIC. **Plano de ação da câmara brasileira da indústria 4.0 do Brasil 2019-2022**. Brasília: set. 2019. 10 p. https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/backend/galeria/arquivos/2019/09/17/Camara_I4o_Plano_de_AcaoVersao_finalrevisada.pdf

BRUNO, F. da S. **A Quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção**: a visão de futuro para 2030. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2016. Disponível em: http://www.abit.org.br/uploads/arquivos/A_quarta_revolucao_industrial_do_setor_textil_e_de_confeccao.pdf

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Indústria 2027**. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-2027/>

DRESCH, A.; VEIT, D.R.; LIMA, P.N. DE; LACERDA, D.P.; COLLATTO, D.C. Inducing Brazilian manufacturing SMEs productivity with Lean tools. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 68, n.º 1, p. 69–87. 2019. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2017-0248>

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS - FINEP. **Tecnologias 4.0**. Seleção pública MCTI/SELEÇÃO PÚBLICA MCTI/FINEP/FNDCT - Subvenção Econômica à inovação - 04/2020. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/chamadas-publicas/chamadapublica/643>

GERBERT, P.; LORENZ, M.; RUBMANN, M.; WALDNER, M.; JUSTUS, J.; ENGEL, P.; HARNISCH, M. **Industry 4.0**: The future of productivity and growth in manufacturing industries. São Paulo: BCG Perspective, 2015. p. 1–20. Disponível em: https://image-src.bcg.com/Images/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm9-61694.pdf

INSTITUTO EUVALDO LODI - IEL. **Indústria 2027**, Final Report Building the future of Brazilian Industry. Volume 1 - Disruptive technologies and industry: current situation and prospective evaluation. Brasília: 2018. 154 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Joao_Ferraz7/publication/328917838_BUILDING_THE_FUTURE_OF_BRAZILIAN_INDUSTRY_VOLUME_1_DISTRUPTIVE_TECHNOLOGIES_AND_

INDUSTRY_CURRENT_SITUATION_AND_PROSPECTIVE_EVALUATION_VOLUME_2_DISRUPTIVE_TECHNOLOGIES_AND_INDUSTRY_CHALLENGES_AND_RECOM/links/5beb4173299bf1124fdoe2ff/BUILDING-THE-FUTURE-OF-BRAZILIAN-INDUSTRY-VOLUME-1-DISTRUPTIVE-TECHNOLOGIES-AND-INDUSTRY-CURRENT-SITUATION-AND-PROSPECTIVE-EVALUATION-VOLUME-2-DISRUPTIVE-TECHNOLOGIES-AND-INDUSTRY-CHALLENGES-AND-RECOM.pdf

REISCHAUER, G. Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize innovation systems in manufacturing. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 132, p. 26–33. jul. 2018, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.02.012>

SCHWAB, K. The Fourth industrial revolution: what it means and how to respond. **World Economic Forum**, 14 jan. 2016. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI. **Indústria 4.0 – SENAI**. Apresentação em PowerPoint. 27 slides. Disponível em: http://plataformamaisbrasil.gov.br/images/docs/eventos/2019/apresentacoes/Industria_4.0_-_SENAI.pdf

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI; CENTRO DE TECNOLOGIA DA INDÚSTRIA QUÍMICA E TÊXTIL DO SENAI – CETIQT. **Indústria 4.0 na confecção**: entenda o conceito. Disponível em: <https://audaces.com/industria-4-o-na-confeccao-entenda-o-conceito/>

TANTAWI, K.H.; FIDAN, I.; TANTAWY, A. **Status of smart manufacturing in the United States**. In: IEEE 9th Annual Computing and Communication Workshop and Conference, CCWC Las Vegas, NV, USA, 2019, p. 281–283. <https://doi.org/10.1109/CCWC.2019.8666589>

UNIÃO EUROPEIA – EU. **Capacitação nos diálogos setoriais União Europeia-Brasil**. 2017. Disponível em: <http://www.sectordialogues.org/>

YLI-OJANPERÄ, M.; SIERLA, S.; PAPAKONSTANTINO, N.; VYATKIN, V. Adapting an agile manufacturing concept to the reference architecture model industry 4.0: A survey and case study. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 15, p. 147–160, set. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2018.12.002>