

INDÚSTRIA 4.0

Gabriel Daudt, Thiago Miguez e Luiz Daniel Willcox

DIAGNÓSTICO E VISÃO GERAL DO TEMA

O processo de industrialização foi o alicerce que permitiu o desenvolvimento de diversos países, contribuindo para a criação de novos mercados e para a elevação da produtividade e da renda *per capita*. É importante mencionar que esse processo ocorreu de modo diverso nas distintas economias, ou seja, não apenas as trajetórias de industrialização foram diferentes, como também os resultados não foram os mesmos.

A experiência histórica mostra que diversos países hoje desenvolvidos se valeram – e ainda se valem – do uso de políticas específicas para transformar sua estrutura produtiva, isto é, houve um esforço deliberado no sentido de dar proeminência a seus setores industriais. Os Estados Unidos da América (EUA) são um país emblemático nessa questão, sendo a nação mais conhecida por usar intensivamente políticas industriais e tecnológicas.

O período recente trouxe um ressurgimento mais amplo da visão de que a indústria é um setor destacado. De fato, depois da crise de 2008, os países avançados apresentaram um revigorado interesse a respeito de modernas políticas industriais e tecnológicas.¹ A discussão acerca do futuro da indústria – ou o que muitos chamam de indústria 4.0 – é um tema que está absolutamente na ordem do dia. O assunto tem sido bastante abordado em âmbito internacional, sendo tema-chave da Hannover Messe desde 2011 e do World Economic Forum desde 2016, cujo mote foi “Mastering the Fourth Industrial Revolution”.

Assim, é necessário reconhecer o movimento de vários países no sentido de reforçar suas indústrias nacionais. Para tanto, eles têm procurado recuperar algumas das atividades perdidas (especialmente depois da ascensão da China) e também estimular o desenvolvimento e a criação de novos mercados. Esse movimento não só vem sendo liderado, principalmente, pelos países de industrialização madura que perderam participação industrial – como EUA, Alemanha, Inglaterra e Japão –, mas também conta com iniciativas relevantes de alguns países emergentes, como China e Índia, que buscam maior protagonismo global. Além da tentativa de retomar a primazia industrial, há bastante proeminência nas chamadas “tecnologias habilitadoras” (*key technologies*).

¹ O’SULLIVAN, E. *et al.* What is new in the new industrial policy? A manufacturing systems perspective. *Oxford Review of Economic Policy*, Oxford (UK), v. 29, n. 2, p. 432-462, 2013.

Modernamente também se enfatiza a existência de sinergias potencializadas pela proximidade entre atividades de chão de fábrica e outras mais nobres, como as de engenharia. A separação excessiva de determinadas atividades pode minar a própria capacidade inovativa do país. Assim, é possível considerar que o processo de desenvolvimento tecnológico está associado ao processo de produção. Nesse caso, a proximidade das equipes de desenvolvimento em relação ao chão de fábrica seria vital para o processo inovativo.

Desse modo, esses países estão profundamente engajados em transformar suas economias, revitalizar suas indústrias e criar novas atividades. Embora não haja estatísticas organizadas do apoio à indústria 4.0 em cada país, é possível olhar rapidamente para o guarda-chuva maior dos dispêndios em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Buscando a liderança em ciência e tecnologia, em 2017, os EUA apresentaram um dispêndio total em P&D da ordem de US\$ 530 bilhões. Já os dispêndios em P&D da Alemanha, em 2017, montam a US\$ 105 bilhões. Isso significa que ambos os países gastam quase 3% do produto interno bruto (PIB) em P&D. A China tem planos de se tornar uma superpotência em 2049 e, para isso, em 2017, dedicou US\$ 279 bilhões à pesquisa e ao desenvolvimento; por sua vez, o Japão tem dispêndio total em P&D de US\$ 202 bilhões (o que equivale a praticamente 4% do PIB). Em contraposição a esses números, o Brasil investe pouco mais de 1% do PIB em P&D.

Cada país conta com motivações que levam em consideração suas particularidades e sua inserção internacional. Mas, ao mesmo tempo, os esforços incluem fortes investimentos do governo e chamam a atenção pela ênfase em tecnologias habilitadoras, pré-competitivas e de aplicação geral. Além disso, também é importante a capacidade de cada país fornecer outras formas de apoio complementares, como melhor infraestrutura, recursos humanos e instrumentos financeiros, ditando a velocidade com que será moldada a transformação da indústria.

O advento da indústria 4.0 poderá representar um novo estágio do desenvolvimento industrial. Há um futuro em construção para a indústria em que a ideia é que a atividade manufatureira passe a abarcar um conjunto de processos que envolvem cada vez mais as tecnologias de informação. Dessa forma, haveria enorme potencial para que toda a sorte de informação gerada fosse utilizada na definição de novos processos produtivos e na otimização dos processos existentes. A literatura especializada enfatiza que esse novo estágio da indústria teria a internet como protagonista, contribuindo para a convergência das tecnologias – mas agora introduzida na indústria e adaptada às máquinas e aos equipamentos.²

Como se pode depreender de Schwab (2016), os elementos fundamentais seriam a fusão do mundo virtual e do mundo real, a utilização de sistemas ciberfísicos (unidades de produção com representação virtual, permitindo maiores níveis de automação) e a flexibilização da cadeia produtiva com informação disponível em tempo real para fornecedores e clientes. Os sistemas ciberfísicos e a conexão real-virtual são importantes, pois materializam a criação de um novo modelo digital de um produto, processo ou fábrica, simulando o passo a passo de cada produção ou processo produtivo e possibilitando ações preditivas

² SCHWAB, K. *The fourth industrial revolution*. Geneva: World Economic Forum, 2016.

poupadoras de recursos das firmas. Tem-se, então, uma fabricação em que as máquinas e produtos estão interconectados.

À medida que a base digital é incorporada ao chão de fábrica, torna-se possível que a produção se dê de forma mais individualizada, flexível e menos intensiva em trabalho. Ademais, há relativo consenso de que está em curso um processo de mudança da estrutura produtiva em que as fronteiras entre os setores, especialmente entre indústria e serviços, estão mais difusas. Assim, outro elemento importante da fabricação do futuro é a tendência de agregação de serviços aos produtos. Ou seja, as empresas passariam a produzir um pacote em que o serviço está presente de forma indissociável do produto.

Assim, há muita expectativa em torno das tecnologias habilitadoras potencialmente significativas e que poderiam transformar a indústria manufatureira. As tecnologias mais promissoras para a indústria do futuro são aquelas que procuram prover aumentos de eficiência e redução de trabalho manual, bem como o desenvolvimento de materiais mais leves e de sensores avançados.³ A competitividade das empresas e das economias e sua inserção produtiva no futuro dependeriam, de forma crescente, da aplicação das tecnologias avançadas de produto e processo.

Essas tecnologias permitem a redução de custos e ganhos de produtividade e também facilitam o acoplamento de diversos serviços aos bens produzidos. Certamente, há desafios a serem superados para que haja plena aplicação, mas elas parecem ser uma tendência inevitável para a indústria. Se as empresas forem capazes de se inserir na indústria 4.0, então os impactos serão relevantes. A consultoria McKinsey, por exemplo, já estimou que, até 2025, os processos relacionados à indústria 4.0 poderão reduzir os custos de manutenção de equipamentos entre 10% e 40% e aumentar a eficiência do trabalho entre 10% e 25%.⁴

Do ponto de vista microeconômico, as empresas terão de implementar novos modelos de negócio para aproveitar as oportunidades oferecidas pelas novas tecnologias. Assim, a transição para a indústria 4.0 exige adaptações, modernização empresarial e maior absorção de tecnologias. O ingresso no paradigma digital envolve buscar a digitalização da produção, ampliar a utilização de sensores, de *softwares*, de simulação 3D e realidade aumentada, entre outras coisas. Para isso, as empresas precisarão não só investir em equipamentos que incorporem tecnologias digitais, mas também adaptar seus *layouts* e processos.

Uma pesquisa da consultoria PricewaterhouseCoopers (PwC) mostrou que 9% das empresas brasileiras se classificaram como avançadas em níveis de digitalização. A mesma pesquisa também levantou que em 2020 esse percentual poderia saltar para 72%. Mesmo que esse levantamento seja otimista, os números anunciam a dimensão das transformações que podem vir. A mesma pesquisa da PwC também mostra que as empresas consultadas esperam um retorno relativamente curto sobre os investimentos na indústria 4.0.⁵ É importante que as empresas busquem ingressar na indústria 4.0, ainda que isso seja

³ DE WECK, O. et al. *Trends in advanced manufacturing technology innovation*. Draft version for the Production in the Innovation Economy (PIE) Study. Cambridge (MA): Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2013. Mimeo.

⁴ CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Desafios para a indústria 4.0 no Brasil*. Brasília, 2016.

⁵ PWC – PRICEWATERHOUSECOOPERS. *Pesquisa Global Indústria 4.0 – Relatório Brasil: Indústria 4.0 – Digitização como vantagem competitiva no Brasil*. São Paulo, 2016.

feito gradualmente. Isso deve atingir não só grandes empresas nacionais e estrangeiras, mas também todo o conjunto de empresas de menor porte que estão no miolo da estrutura industrial.

Dessa forma, é importante que o Brasil mapeie novas oportunidades de atuação e inserção tecnológica. Essas oportunidades podem incluir o desenvolvimento de tecnologias que: (i) avancem em características positivas já existentes, tal qual os novos desafios postos a setores tradicionais como agricultura e petróleo (*resource-based strategy*); (ii) busquem resgatar a competitividade de setores industriais; ou ainda (iii) desenvolvam novas áreas de conhecimento e atividades econômicas, sejam industriais, sejam de serviços.

Miguez e outros (2018)⁶ foram nessa direção argumentando que a integração entre as políticas industrial e tecnológica é uma necessidade sobretudo em função da maior interdisciplinaridade que vem ocorrendo no desenvolvimento de novas tecnologias. Desse modo, a busca por sinergias entre diferentes projetos é um objetivo importante para a redução de custos por meio de economias de escopo.

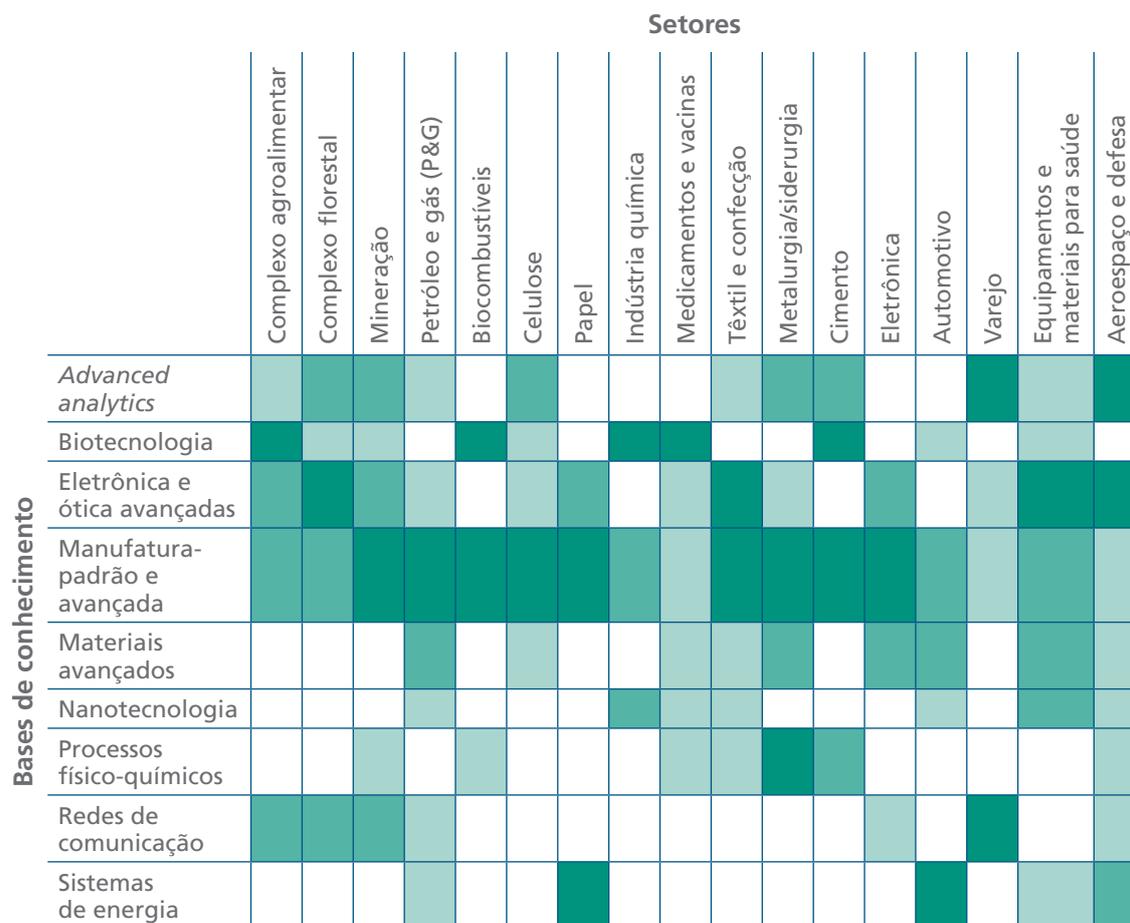
Os autores contribuíram com esse diagnóstico ao desenvolver uma ferramenta analítica que conjuga as principais tecnologias habilitadoras (ou bases de conhecimento) e a demanda dos setores por elas, chamada de matriz tecnológica.⁷ Acredita-se que o mapeamento originado pela matriz tecnológica permita a identificação de quais são as bases de conhecimento mais transversais – aquelas que afetam múltiplos segmentos –, bem como de quais são as sinergias existentes entre os diversos setores. Sendo assim, pode-se identificar em que setor seria possível priorizar simultaneamente o desenvolvimento tecnológico e o desenvolvimento da competitividade dos setores. A matriz tecnológica resultante pode ser vista na Figura 1.

É possível salientar alguns resultados em torno dos desafios apontados e das bases de conhecimento mais destacadas que ilustram o potencial analítico da ferramenta. A matriz permite uma leitura através das linhas, mostrando como as tecnologias se difundem pelos diversos setores. Pelas colunas é possível observar quais setores têm maior capacidade de absorção de bases de conhecimento. Dessa maneira, primeiramente, chama a atenção o maior destaque para tecnologias e aplicações nas bases de conhecimento biotecnologia, manufatura-padrão e avançada e eletrônica e ótica avançadas. Além de aparecer com mais intensidade na matriz tecnológica, a manufatura-padrão e avançada é também a única base de conhecimento comum a todos os segmentos, indicando uma série de tecnologias ligadas ao chão de fábrica.

⁶ MIGUEZ, T. et al. Uma visão de política industrial para o Brasil: resultados a partir de uma proposta de matriz tecnológica. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO – ABDE (org.). *Prêmio ABDE-BID Edição 2018: coletânea de trabalhos*. 1 ed. Rio de Janeiro: ABDE Editorial, 2018. p. 71-97.

⁷ A matriz tecnológica deriva da construção de uma espécie de “banco de tecnologias e aplicações”, que se constitui no nível mais desagregado de análise, ou seja, pode-se considerá-lo o conjunto de “microdados”. Esse banco conta com cerca de 350 tecnologias (agrupadas em nove grandes grupos) em desenvolvimento ou já sendo aplicadas para uso em pouco mais de 15 segmentos produtivos.

Figura 1. Matriz tecnológica



Legenda:

- Base de conhecimento não identificada para o setor.
- Base de conhecimento relevante para o setor.
- Base de conhecimento bastante relevante para o setor.
- Base de conhecimento extremamente relevante para o setor.

Fonte: Elaboração própria.

Já olhando pelo lado dos setores, é preciso destacar o grande potencial tecnológico ainda existente no setor de petróleo e gás (P&G), com possibilidade de desenvolvimento em quase todas as bases de conhecimento. A atividade de exploração *offshore*, em conjunto com a visão estruturante da “fábrica de exploração submarina”, desenha um grande eixo demandante de novas tecnologias, especialmente de equipamentos e materiais avançados. Os dois setores ligados à saúde (medicamentos e vacinas e equipamentos e materiais para saúde) também aparecem como grandes *drivers*, especialmente pelo desafio no desenvolvimento de medicamentos mais precisos (os chamados “nanomedicamentos”) e de novos aparelhos eletromédicos. Um último segmento que merece destaque é o aeroespaço e defesa, tradicionalmente um grande desenvolvedor de tecnologias. Ele tem apontamentos em praticamente todas as bases de conhecimento, com destaque para as tecnologias de *advanced analytics* – ligadas

à defesa cibernética e ao uso de inteligência artificial e *big data*, para a identificação de ameaças – e também de manufatura-padrão e avançada relacionada ao desenvolvimento e fabricação de aeronaves.

AÇÕES EM CURSO E PROPOSTAS

Depois do breve contexto exposto anteriormente, nesta seção, pretende-se oferecer algumas breves sugestões preliminares que possam auxiliar no estabelecimento de diretrizes para o planejamento estratégico não apenas do BNDES, mas também de eventuais políticas públicas do país.

Estratégia nacional para a indústria 4.0

Conforme mencionado, a discussão acerca do futuro da indústria está em voga nos principais países do mundo. O Brasil, por outro lado, ainda precisa buscar maior nível de envolvimento e inserir sua base empresarial no paradigma digital. Nunca é demais reforçar que o desenvolvimento industrial não se dará de forma espontânea – especialmente em um contexto de acirrada competição global.

Atualmente, o maior desafio com o qual o Brasil se defronta é o fato de que países já desenvolvidos estão envidando esforços para avançar suas economias rumo à indústria 4.0. EUA, Alemanha e China são os principais candidatos ao posto de locomotiva tecnológica mundial no futuro. Esses são exemplos de países que estão destinando altas somas de recursos para digitalizar suas economias. Nesse contexto tão desafiador, se o Brasil optasse por não fazer nada, o país estaria permitindo a ampliação de seu hiato tecnológico *vis-à-vis* ao resto do mundo. Dessa maneira, seguindo Vermulm (2018),⁸ é relevante que se construa uma estratégia nacional para a indústria 4.0, considerando a natureza multidimensional do assunto e a necessidade de harmonizar as políticas públicas e as ações do setor empresarial.

Para a elaboração da estratégia, é importante o envolvimento de atores do setor público, do meio empresarial e acadêmico. Ademais, uma estratégia nacional para o tema precisa contar com diretrizes claras e ser bem comunicada. Com efeito, há um grande desconhecimento sobre a indústria 4.0 no Brasil. Recente sondagem da Confederação Nacional da Indústria (CNI)⁹ mostrou que há baixa informação por parte das empresas a respeito das tecnologias mais relevantes e dos ganhos que podem ser obtidos com seu uso. Essa pesquisa revelou que 58% dos respondentes conhecem a importância das tecnologias digitais para a competitividade e apenas 48% utilizam alguma das tecnologias digitais. Portanto, também há espaço para estimular a conscientização quanto às tecnologias da indústria 4.0.

⁸ VERMULM, R. *Políticas para o desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil*. Iedi – Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial, jul. 2018.

⁹ CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Indústria 4.0: novo desafio para a indústria brasileira. Sondagem Especial 66: Indústria 4.0*, Brasília, ano 17, n. 2, abr. 2016.

Um desafio associado pode ser atribuído à governança da estratégia a ser implementada, como enfatizado em Arbix e outros (2017)¹⁰ e por Vermulm (2018). Nesse aspecto, a Alemanha pode ser considerada um case de sucesso. A governança da estratégia alemã conta com a participação ampla de vários atores (Governo Federal, estados, empresas, sindicatos de trabalhadores e comunidade científica). A liderança é exercida pessoalmente por ministros de Estado, há uma secretaria-geral que atua como escritório de projetos, e a implementação da estratégia é realizada com a supervisão de um conselho de assessores e especialistas das áreas de ciências e da indústria. Segundo Arbix e outros (2017, p. 47-48), trata-se de uma “coordenação ampla, diversificada e representativa que tenha legitimidade e transparência para atrair as empresas, as grandes universidades e os centros de pesquisa e para dar vida a um programa nacional de manufatura avançada”.

Missões setoriais

Uma sugestão, de caráter mais estruturante, seria reunir os setores público e privado para definir missões para os quatro segmentos identificados pela matriz tecnológica como os mais diversificados tecnologicamente: P&G; medicamentos e vacinas; equipamentos e materiais para saúde; e aeroespacia e defesa. Foi identificado que esses quatro setores são individualmente demandantes de diversas bases de conhecimento. Nesse sentido, eles seriam uma espécie de empurrão para o florescimento do desenvolvimento tecnológico de modo mais amplo, ou seja, ao estruturar missões nesses setores, é possível construir e fortalecer horizontalmente uma parcela significativa do Sistema Nacional de Inovação. Desse modo, outros segmentos podem se valer de maior robustez das bases de conhecimento desenvolvidas tendo em vista os investimentos focados nesses setores-chave.

Fundo integrado para inovação

Muitos setores importantes não contam com fundos setoriais ou outros instrumentos específicos para financiar seus projetos de desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, uma ação que poderia ser explorada é a criação de um fundo integrado de inovação congregando os gastos não realizados, com base nas cláusulas obrigatórias das agências reguladoras para investimento em P&D. Esse fundo permitiria canalizar recursos para setores importantes, mas que ainda não contam com atenção específica.

Encomendas tecnológicas

Países desenvolvidos utilizam mecanismos de encomendas tecnológicas para impulsionar a indústria 4.0. Esse mecanismo tem o efeito positivo de garantir uma demanda efetiva e diminuir a incerteza associada ao desenvolvimento tecnológico, incentivando a geração e a adoção de soluções digitais.

¹⁰ ARBIX, G. *et al.* O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos. *Novos Estudos CEBRAP*, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 29-49, nov. 2017.

Assim, poderia haver garantia de que uma parcela do orçamento da saúde e da defesa seja exclusiva para as etapas finais de projetos de desenvolvimento tecnológico, notadamente de *scale-up* e de compra dos produtos e serviços finais. É nessa etapa que os projetos deixam de ser conduzidos exclusivamente pelas instituições de ciência e tecnologia (ICT) e passam à fase de busca de parceiros comerciais. Essas encomendas tecnológicas garantiriam a fabricação dos primeiros lotes, modernizando os serviços públicos simultaneamente à criação de mercado para as empresas. Isso ocorreria mesmo no caso das encomendas pelas Forças Armadas, visto que boa parte dos projetos tem aplicação dual. Um exemplo desse tipo de instrumento seriam as Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDP), do Ministério da Saúde.

Ainda visando mobilizar recursos para as etapas finais dos projetos tecnológicos, poderiam ser reservadas parcelas dos recursos das cláusulas obrigatórias de investimento em P&D exclusivamente para encomendas tecnológicas. Por exemplo, no setor de petróleo a cláusula da Agência Nacional do Petróleo (ANP) representa mais de R\$ 1 bilhão de aporte/ano, e sua canalização poderia valorizar o potencial do pré-sal e alcançar posição de vanguarda no uso de novas tecnologias.

Em linha semelhante, também poderia ser reativado o Programa Nacional de Plataformas do Conhecimento. Essa iniciativa visava à criação de plataformas de conhecimento em áreas selecionadas e também ao fortalecimento das instituições científicas do país. É necessário articular a produção gerada nas instituições de pesquisa com os interesses das empresas e com as ações governamentais.

Financiamento à capacidade produtiva inovadora

Como mencionado anteriormente, as empresas brasileiras ainda são pouco digitalizadas, mas é desejável que elas gradualmente se adequem à indústria 4.0. Portanto, precisará ser suportada por meio de financiamento uma série de investimentos em nova capacidade produtiva, em modernizações parciais das linhas de produção e no desenvolvimento de novos produtos e processos alinhados aos conceitos da indústria 4.0.

É possível vislumbrar uma oportunidade para o BNDES modelar suas linhas de financiamento para dar conta de tais investimentos e estimular a proliferação de fábricas inteligentes.

O BNDES tem condições de oferecer um produto bem definido para apoiar a implantação da indústria 4.0. Um caminho possível é a readequação dos objetivos de sua linha de inovação para que ela também contemple investimentos relacionados à modernização da estrutura produtiva, com foco em digitalização e tecnologias industriais para a implantação da indústria 4.0. Com a definição dos critérios e parâmetros a partir dos quais um potencial projeto será candidato a essa linha de financiamento, tal projeto também poderia estar apto a receber as condições de financiamento mais favoráveis do BNDES, por exemplo, quanto a *spreads* mais baixos e de prazos de financiamento mais longos.

Espera-se, com isso, que melhores condições financeiras de apoio reembolsável façam parte do estímulo brasileiro à indústria 4.0.

Financiamento para a difusão de máquinas e serviços 4.0

Como se sabe, o credenciamento de máquinas e equipamentos é uma política tradicional do BNDES para o apoio ao setor de bens de capital. Em 2018, foi instituído um novo Índice de Credenciamento (IC), pelo qual é possível não só aferir o conteúdo industrial dos produtos fabricados no país, mas também adicionar qualificadores a eles. Tais *qualificadores* funcionam como um complemento, acrescentando pontos ao IC, de acordo com as estratégias consideradas meritórias pelo BNDES (como investimento em P&D, conteúdo tecnológico e outros).

Assim, para atender às necessidades de modernização do chão de fábrica (que ficou expressa na matriz tecnológica pela grande transversalidade da base de conhecimento manufatura-padrão e avançada), uma proposta é criar um *qualificador* para máquinas 4.0 de acordo com a nova metodologia de credenciamento mencionada. Assim, as máquinas que estiverem alinhadas aos conceitos da indústria 4.0 terão maiores oportunidades de credenciamento.

Ao mesmo tempo, também seria importante que se oferecessem a essas máquinas 4.0 melhores condições de crédito para venda (financiamento à aquisição) e capital de giro (financiamento à produção), nas modalidades tanto de operação indireta quanto de operação direta.

Paralelamente, ainda poderiam ser ofertadas melhores condições à modernização de máquinas e sistemas já em uso para que se adequem a esses novos conceitos. Incentivar essa modernização é importante porque se entende que o uso de tecnologias de ponta e de tecnologias consolidadas costuma ser simultâneo, não sendo incomum o uso de formas híbridas enquanto se dá essa transição.

Por fim, ainda visando à modernização da produção industrial, seria interessante o BNDES dar atenção ao financiamento de uma série de serviços tecnológicos que pudessem alavancar a produtividade das empresas. Esses serviços estão em grande parte ligados à digitalização da produção e à melhora da qualidade do que é produzido. É importante que se incluam desde serviços mais simples e de menor custo, que seriam importantes para uma série de micro, pequenas e médias empresas (MPME) terem rápidos ganhos de produtividade, até serviços mais complexos, visando a preparação da indústria para tecnologias ligadas à indústria 4.0.

Financiamento ao desenvolvimento tecnológico

O BNDES também fornece recursos financeiros não reembolsáveis a projetos de pesquisa aplicada, desenvolvimento tecnológico e inovação. Isso é realizado essencialmente por meio do BNDES Funtec (Fundo Tecnológico), que apoia projetos executados por ICTs em parceria com empresas, seguindo focos de atuação predefinidos pelo Banco. Esse fundo é bastante adequado para impulsionar o desenvolvimento tecnológico em áreas fundamentais para a indústria 4.0.

Como a matriz tecnológica tem maior atenção, ainda que não exclusiva, para projetos de inovação, uma proposta para o BNDES seria que as tecnologias e prioridades nela identificadas fossem utilizadas como um dos instrumentos de priorização do BNDES Funtec (ou de outros mecanismos de recursos não reembolsáveis que venham a ser constituídos). As bases

de conhecimento, e eventualmente as próprias tecnologias específicas, poderiam formar as linhas principais das chamadas públicas de apoio.

Outra ação relacionada aos instrumentos do BNDES é a utilização de fundos de participação de capital em empresas, desenvolvendo tecnologias identificadas como pertencentes às bases de conhecimento prioritárias ou que estejam focando sua atuação nos segmentos destacados. Um exemplo disso poderia ser, inclusive, com iniciativas relacionadas a *startups* e MPMs, que poderiam ser realizadas dentro de novos fundos ou mesmo em fundos já existentes.

Parcerias

Outra forma de atuação governamental seria na articulação dos agentes públicos e privados envolvidos no financiamento do desenvolvimento tecnológico. Divulgar os resultados de priorização da matriz tecnológica com esses outros agentes poderia ser uma forma de caminhar para uma gestão conjunta de prioridades, aumentando sinergias e evitando sobreposições.

Por fim, o BNDES pode buscar o desenvolvimento de parcerias que alavanquem seus recursos, ampliem a capilaridade do financiamento e ainda reduzam a fragmentação do apoio brasileiro à inovação. Esse é o caso da construção de uma parceria, atualmente em curso, com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) e a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii). A parceria foi concebida com base nas diretrizes do Plano de Ação de IoT e tem por objetivo estimular a integração de tecnologias de internet das coisas (IoT) para a indústria (“vertical Indústria”), por meio da implementação de *testbeds*, viabilizando a experimentação do uso de tecnologias de IoT no setor industrial, em conjunto com o Senai e a Embrapii.