

<https://doi.org/10.20396/rbest.v3i00.15973>

DOSSIÊ: INDÚSTRIA 4.0

Indústria 4.0 e desemprego tecnológico na manufatura brasileira: Propostas de políticas

*Marco Antonio Rocha**

Resumo

A transição digital nas primeiras décadas do século XXI atinge a indústria brasileira em meio a um processo de fragilização de longo prazo, no qual a progressiva perda de competitividade do sistema industrial se soma à perda de participação dos setores intensivos em tecnologia na produção manufatureira nacional. Nesse contexto de especialização em setores e tarefas de baixa complexidade, a indústria brasileira deverá sofrer severamente com os efeitos da nova onda de automação ao longo da década atual. O artigo busca visualizar possíveis cenários, discutir os prováveis impactos do desemprego tecnológico na indústria brasileira e estimular o debate sobre políticas para o enfrentamento do problema.

Palavras-chave: Organização industrial; Inovação tecnológica; Indústria brasileira; Desemprego.

JEL: J64, O14, O33, L52, L60.

* Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5377-5534>

E-mail: mamrocha@unicamp.br



Industry 4.0 and technological unemployment in Brazilian manufacturing: Policy proposals

Abstract

The digital transition in the first decades of the 21st century has hit Brazilian industry in the midst of a long-term weakening process, in which the progressive loss of competitiveness of the industrial system is added to the loss of participation of technology-intensive sectors in the national manufacturing production. In this context of specialization in sectors and tasks of low complexity, the Brazilian industry will suffer severely from the effects of the new wave of automation throughout the current decade. The article seeks to visualize possible scenarios, discuss the probable impacts of technological unemployment on Brazilian industry, and stimulate debate on policies for dealing with the problem.

Keywords: Industrial Organization; Technological Innovation; Brazilian Industry; Unemployment.

Industria 4.0 y desempleo tecnológico en la industria manufacturera brasileña: Propuestas de políticas

Resumen

La transición digital en las primeras décadas del siglo XXI golpea a la industria brasileña en medio de un proceso de debilitamiento de largo plazo, en el que la progresiva pérdida de competitividad del sistema industrial se suma a la pérdida de participación de los sectores intensivos en tecnología en la producción manufacturera nacional. En este contexto de especialización en sectores y tareas de baja complejidad, la industria brasileña sufrirá gravemente los efectos de la nueva ola de automatización a lo largo de la presente década. El artículo pretende visualizar los posibles escenarios, discutir los probables impactos del desempleo tecnológico en la industria brasileña y estimular el debate sobre las políticas para enfrentar el problema.

Palabras clave: Organización industrial; Innovación tecnológica; Industria brasileña; Desempleo.

Industrie 4.0 et chômage technologique dans l'industrie manufacturière brésilienne: Propositions de politiques

Résumé

La transition numérique des premières décennies du XXI^e siècle frappe l'industrie brésilienne au milieu d'un processus d'affaiblissement à long terme, dans lequel la perte progressive de compétitivité du système industriel s'ajoute à la perte de participation des secteurs à forte intensité technologique dans la production manufacturière nationale. Dans ce contexte de spécialisation dans des secteurs et des tâches de faible complexité, l'industrie brésilienne souffrira sévèrement des effets de la nouvelle vague d'automatisation tout au long de la décennie actuelle. L'article cherche à visualiser les scénarios possibles, à discuter des impacts probables du chômage technologique sur l'industrie brésilienne et à stimuler le débat sur les politiques à adopter pour faire face à ce problème.

Mots clés: Organisation industrielle; Innovation technologique; Industrie brésilienne; Chômage.

Introdução

A transição digital que ganhou impulso na segunda década do século XXI atingiu a indústria brasileira em meio a um persistente processo de fragilização – que vinha ocorrendo desde o final do século XX –, no qual a progressiva perda de competitividade do sistema industrial tem sido reforçada pela perda de participação dos setores intensivos em tecnologia na produção manufatureira nacional (Diegues, 2021).

Entre as várias consequências previstas da difusão da Indústria 4.0 tem sido destacado, na literatura internacional, o problema do desemprego tecnológico (Gimenez & Santos, 2019). Contudo, a intensidade e o ritmo de manifestação de tal problema são diferentes em cada país.

Note-se que, no Brasil, o emprego industrial vinha aumentando até 2013, mas a reversão econômica iniciada em 2014 provocou uma queda expressiva, afetando a maioria dos ramos industriais (Borghi & Bacic, 2021). A recuperação do nível de emprego na indústria de transformação depende, principalmente, da expansão da produção e do crescimento da produtividade do trabalho.

Num contexto desfavorável de especialização em setores e tarefas de baixa complexidade, a indústria brasileira já tem sofrido com os efeitos da nova onda de automação, e a perspectiva é que tais efeitos se manifestem de modo ainda mais severo ao longo da década atual, ampliando os desafios que devem ser superados pela política industrial no Brasil (Suzigan, Garcia, & Feitosa, 2021).

O objetivo deste artigo é vislumbrar possíveis cenários diante da nova transição digital, discutir os prováveis impactos do desemprego tecnológico na indústria brasileira e estimular o debate sobre as políticas mais adequadas para o enfrentamento do problema.

1. A indústria brasileira na nova transição digital

Após o ápice do processo de industrialização brasileiro no início dos anos 1980, a produção manufatureira nacional não só perdeu participação no valor adicionado como também adentrou em uma trajetória de especialização com características próprias. Ao longo das décadas seguintes, a indústria brasileira tornou-se mais especializada setorialmente em setores de tecnologia madura, intensivos em escala e em recursos naturais, mas também, dentro da lógica de uma produção com especializações verticais bem definidas, passou a ser um sistema manufatureiro comprador de tecnologias e insumos importados.

A crise dos anos 1980, ao provocar a desestruturação das políticas de fomento ao setor produtivo e de suporte à industrialização na fase de disseminação das tecnologias do complexo microeletrônico e das tecnologias da informação e comunicação levaram à internalização parcial – com pouca densidade e com baixa capacitação tecnológica – dos setores referentes à Terceira Revolução Industrial. Um dos efeitos dessa desestruturação foi a incapacidade de articular a trajetória de especialização das grandes empresas nacionais com um setor de bens de capital de maior complexidade tecnológica. O processo de desindustrialização que se seguiu aos anos 1990 atingiu de forma mais aguda os setores de maior intensidade tecnológica, resultando na quase ausência de atores importantes em setores de vanguarda do paradigma tecnológico digital.

O porte setor de bens de capital doméstico, com relativo atraso tecnológico, tornou-se um elemento frágil para se comportar como um elemento indutor da utilização de novas tecnologias e para dar maior sustentação a um ciclo de investimentos a partir da demanda interna em um momento de atualização tecnológica das plantas produtivas. Os anos 1980 e 1990 definiu um padrão de especialização das grandes empresas nacionais marcado pela saída dos setores de maior intensidade tecnológica e de maior dependência dos investimentos públicos, concentrando justamente os esforços em estratégias voltadas para os setores de maior maturidade tecnológica e mais intensivos em recursos naturais (Castro, 2001).

A cumulatividade tecnológica entre as tecnologias da informação e comunicação e as tecnologias habilitadoras da Quarta Revolução Industrial resulta em menor capacitação da indústria brasileira para o desenvolvimento das novas tecnologias da Indústria 4.0. Dado o perfil de especialização das empresas brasileiras nas últimas décadas, a indústria brasileira possui baixo know-how tecnológico em tecnologias correlatas (ou com proximidade tecnológica) das tecnologias da Quarta Revolução Industrial, assim como, pouca proximidade entre instituições de pesquisa e empresas que estejam desenvolvendo tais tecnologias.

O atraso relativo entre a atual estrutura institucional e sua necessária adequação às características do próximo paradigma tecnológico impõe maior urgência na definição de políticas nesse sentido. O tempo para a reestruturação dos instrumentos de apoio à política industrial, a consolidação dos principais *players* nos mercados das novas tecnologias e a concentração desses mercados pode inviabilizar tentativas de promoção de empresas brasileiras. Nesse sentido, existe uma relação entre o *timing* de estruturação das políticas de fomento e a evolução das trajetórias tecnológicas do paradigma da Quarta Revolução Industrial, que se perdido, dificilmente a indústria brasileira conseguirá desenvolver competitividade nas novas tecnologias.

Tomando o processo que vai da pesquisa e desenvolvimento da aplicação de novas tecnologias até a consolidação de um mercado e de uma cadeia de fornecedores de bens finais

e insumos, a entrada de novas empresas, em geral, se torna mais difícil quanto mais evolui a consolidação desses mercados pela capacidade das grandes empresas imporem barreiras à entrada típicas – e.g. vantagens de escala, direitos de propriedade, entre outras. O *timing* de entrada nos novos mercados é, portanto, um fator fundamental na eficiência das políticas. O atraso institucional do sistema de fomento e de inovação brasileiro cria certa urgência na reestruturação institucional e com ações políticas de maior expressividade.

Do ponto de vista da assimilação tecnológica, a especialização setorial da indústria brasileira se direcionou a um perfil mais voltado ao consumo de pacotes tecnológicos, da inovação através da aquisição de bens de capital e modernização de processos produtivos e/ou, na melhor das hipóteses, voltada apenas a incorporação de tecnologias geradas em outros setores industriais em seus bens finais. As características da atual estrutura da indústria brasileira indicam uma baixa capacidade de reação quanto aos efeitos do desemprego tecnológico, principalmente aquele que será resultado da evolução da nova onda de automação industrial. Essa fragilidade decorre, sobretudo, da baixa participação de empresas nacionais em setores estratégicos para o desenvolvimento das novas tecnologias da Quarta Revolução Industrial.

O novo paradigma tecnológico encontra o sistema industrial brasileiro em uma situação de fragilidade e com pouca possibilidade de absorver transbordamentos das novas tecnologias na forma de inovação em seus produtos. O sistema industrial brasileiro, entretanto, é dotado ainda de algumas grandes empresas, com um grau de internacionalização significativo e que possuem plantas produtivas niveladas às exigências competitivas do benchmarking internacional. As grandes empresas brasileiras possuem escala operacional e capacidade financeira para assimilar as novas tecnologias produtivas, em sua maioria poupadoras de mão de obra, através da compra de equipamentos, máquinas ferramentas e sistemas de automação. A atualização tecnológica das linhas de produção pode reproduzir um fenômeno semelhante ao ocorrido na década de 1990, quando a modernização das linhas de produção se fez em um contexto de baixo crescimento da produção e redução do emprego de mão de obra na produção manufatureira.

Dada as características da atual estrutura industrial brasileira, a transição digital deverá ter como efeito a ampliação da heterogeneidade da produtividade entre os diferentes portes de empresas. As grandes empresas com maior capacidade de financiar investimentos em automação e com capacidade de atualizar suas plantas produtivas através da aquisição de novas tecnologias embarcadas em bens de capital e serviços prestados deverão ampliar a produtividade frente às empresas de menor porte. Esse efeito pode levar a uma ampliação ainda maior da diferença de produtividade já existente e elevada entre as grandes empresas e as médias empresas no Brasil (Nogueira, 2019).

Essas características atuais do sistema industrial brasileiro levam a crer que a assimilação das novas tecnologias terá um impacto significativo na redução do emprego industrial, enquanto haverá pouca possibilidade de que a mudança do paradigma tecnológico se tornar uma oportunidade para o aumento da participação da indústria brasileira no comércio internacional de bens de capital ou de bens de consumos duráveis (com maior intensidade tecnológica), o que poderia atenuar o desemprego tecnológico. Ainda que as empresas nacionais, em outros setores, possam ampliar sua participação no comércio internacional, provavelmente isto será acompanhado de uma maior utilização de tecnologia não produzidas localmente e um maior consumo de insumos importados.

Neste sentido, podemos descrever a situação presente da indústria brasileira como um sistema cada vez mais importador de tecnologia e cada vez menos produtor, o que indica as dificuldades que serão enfrentadas para mitigar o desemprego tecnológico. A necessidade de mobilizar investimentos em modernização das plantas produtivas pode gerar ainda a redução das áreas de negócios e de certas linhas de produção, aumentando o grau de especialização de grandes empresas brasileiras e contribuindo para o aprofundamento do processo de desindustrialização.

Se levarmos em consideração que a chegada do novo paradigma tecnológico vai significar, sobretudo, um aprofundamento dos processos de automação e digitalização, muitas das atividades de produção de tipo Fordista, ou seja, baseadas em tarefas rotineiras organizadas de forma sequencial em linhas de produção e que ainda são intensivas em mão de obra, estarão entre as mais afetadas. O perfil predominante do emprego gerado na indústria brasileira está enquadrado entre os que serão mais afetados pelos processos de automação. Logo, além do risco do aprofundamento do processo de desindustrialização, os setores existentes deverão ter sua capacidade de geração de empregos reduzida pelo avanço do processo de automação (Manyika, Chui et al., 2017).

Por conta do padrão de especialização da indústria brasileira e das características do próximo paradigma tecnológico, políticas que visem mitigar o desemprego tecnológico devem levar em consideração a necessidade de promover mudanças estruturais, como a necessidade de fortalecer novas atividades de maior complexidade tecnológica em que a indústria nacional tem pouca participação. Essas mudanças devem se guiar tanto no sentido de buscar fomentar setores que deverão ter sua demanda ampliada por conta da atualização tecnológica para o próximo paradigma tecnológico, como bens de capital e os bens de consumo duráveis mais intensivos em tecnologia, como também buscar criar capacitações nos serviços tecnológicos associados à atividade manufatureira.

No período posterior aos anos 1990, os setores que atuam, em geral, como difusores de novas tecnologias, como máquinas e equipamentos, eletroeletrônicos, produtos

químicos e fármacos, material de transporte, entre outros, foram setores especialmente afetados pela escassez de políticas de suporte e pela baixa competitividade do sistema industrial brasileiro como um todo frente ao aumento da produção asiática. A especialização setorial da indústria nacional resulta em uma dificuldade estrutural em assimilar o próximo paradigma tecnológico e mitigar os efeitos do desemprego tecnológico provocado pela nova onda digital.

A incorporação incompleta das tecnologias da Terceira Revolução Industrial teve como consequência a baixa capacidade de ampliar a participação das empresas brasileiras em serviços atrelados à produção de bens industriais e, portanto, também em uma baixa capacitação para explorar o nicho de serviços tecnológicos no próximo paradigma tecnológico. O perfil de especialização da indústria nacional é um dos principais empecilhos à diversificação das atividades industriais para atividades de maior demanda relacionada ao próximo paradigma tecnológico e para que se possa conter os efeitos do aumento da automação. Para conter o desemprego tecnológico será necessário avançar no aumento da intensidade tecnológica dos produtos e processos produtivos, aumentar a participação nacional nos serviços tecnológicos atrelados aos bens industriais e direcionar esforços para a criação de capacitações na produção e diferenciação de produtos do complexo eletrônico e de tecnologia da informação e comunicação (TIC).

Diversos estudos e relatórios internacionais sobre os efeitos da Quarta Revolução Industrial na estrutura de ocupação apontam para o deslocamento da empregabilidade do chão de fábrica para os serviços relacionados à atividade industrial e elencam, nesse sentido, uma série de competências e habilidades que serão chaves para a inclusão da mão de obra no novo paradigma tecnológico (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2016; Manyika, Chui et al., 2017; World Economic Forum [WEF], 2020). Essa tendência de ampliação das atividades do setor terciário acoplados à atividade industrial – já presente desde a ascensão do paradigma da microeletrônica – deve se intensificar, trazendo para o centro do debate a necessidade de se constituir também políticas de fomento ao setor de serviços tecnológicos, que concentrarão as oportunidades de realocação da mão de obra.

O relatório apresentado pelo Fórum Econômico Mundial em 2020 (*Future of jobs*) apresenta dados que corroboram a expectativa de uma maior intensificação da disseminação das tecnologias digitais devido à pandemia do coronavírus. A intensificação do comércio eletrônico, a necessidade de realizar tarefas com menor emprego de seres humanos e os ajustes de custos provocados pela retração do comércio mundial atuaram no sentido de promover o aumento da utilização de tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, abreviando o tempo de adaptação das economias nacionais para a realocação da mão de obra e aumentando o potencial do desemprego tecnológico (WEF, 2020).

O relatório chama atenção para a necessidade de se intensificar igualmente as políticas para mitigar os efeitos da antecipação da adoção das novas tecnologias por conta da pandemia, já que a realocação da mão de obra deverá ocorrer em um ritmo muito mais lento que o desemprego pela substituição por máquinas. A crise de 2008 demonstrou que a recuperação do comércio internacional em um cenário posterior a uma violenta retração pode ser marcada pela elevação do grau de concentração industrial e uma disputa mais acirrada pela ocupação dos mercados no momento da retomada, com significativas vantagens competitivas para aqueles que partem na dianteira (Milberg & Winkler, 2010). A intensificação da volatilidade do comércio internacional baseado em cadeias globais de valor também pode atuar como um elemento na antecipação do emprego das tecnologias da Indústria 4.0.

Nesse sentido, a reestruturação do comércio internacional no pós-pandemia deve confirmar a tendência de aceleração no ritmo de adoção das novas tecnologias como estratégia em um momento de intensificação da disputa pelos mercados. Como muitas das tecnologias de automação e digitalização já foram induzidas por conta das condições sanitárias, esse movimento deve ganhar força com a intensificação da concorrência.

O mencionado relatório do Fórum Econômico Mundial, publicado em 2020, confirma essa tendência quando aponta que, durante a última década, já houve um aumento dos incentivos para a maior integração de linhas produtivas através da automatização inteligente, por conta dos ganhos de produtividade e do incremento da competitividade dos países desenvolvidos frente aos países em desenvolvimento. A disseminação dos processos de automação inteligentes serviria, no contexto pós-pandemia, para reduzir a utilização de mão de obra, reduzindo assim o diferencial de custos de produção entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento, com a redução dos custos laborais. Esse pode ser um viés de políticas de estímulo produtivo dos países desenvolvidos no pós-pandemia.

As empresas pesquisadas no relatório do Fórum Econômico Mundial, em sua maioria, declararam planos de acelerar a digitalização de processos de trabalho, ampliar a utilização do trabalho remoto e a automação de tarefas. Cerca de um terço das empresas declararam que pretendem acelerar transformações organizacionais, relocar mão de obra para diferentes tarefas e reduzir o emprego de mão de obra, o que demonstra uma expectativa generalizada de reestruturação das práticas de negócios no pós-pandemia. Embora quase metade das empresas declararem que pretendem requalificar seus trabalhadores para uma realocação em diferentes tarefas, a possibilidade de realocação no interior das empresas depende do grau de diversificação das atividades e da especialização das empresas nacionais dentro das cadeias de valor.

Dessa forma, o perfil de especialização das grandes empresas nacionais leva a crer que as mudanças organizacionais terão pouco impacto no reaproveitamento de mão de obra

dispensada pelo desemprego tecnológico na produção nacional. Deve-se lembrar que a possibilidade de realocação da mão de obra na indústria brasileira fica severamente comprometido em decorrência do alto grau de utilização de insumos importados, sobretudo os insumos de maior complexidade tecnológica que possuem maior utilização de serviços tecnológicos e que sofrerão menos com o desemprego tecnológico. Na próxima seção, serão discutidas as relações entre as características da estrutura produtiva da indústria brasileira e as mudanças que a nova onda digital deverá provocar no emprego industrial.

2. Estrutura produtiva brasileira, as transformações no emprego e propostas de políticas

As mudanças em curso apontam para uma maior demanda por serviços tecnológicos, sobretudo aqueles relacionados ao tratamento de dados e análise de informações, digitalização de informação e aplicação de inteligência artificial a processos e serviços. A demanda por essas atividades significará uma procura por trabalhadores menos especializados em atividades rotinizadas e em especializações rígidas, mais capacitados para a utilização e tradução das informações geradas e para gestão de atividades em rede.

Os estudos sobre as habilidades e competências destacam também que as chamadas *soft skills* serão de grande relevância, dado que as tarefas mais mecânicas e rotineiras serão as mais afetadas pela substituição por robôs e processos digitais. Essas habilidades dependem de uma educação consistente desde o ensino básico, não sendo possível a construção dessas habilidades no curto prazo nem em processos de requalificação. Outra parte das habilidades mais demandadas sob o novo paradigma é relativa ao domínio da linguagem de programação e algoritmos, essas habilidades estarão na base de atividades relativas ao controle e processamento de informação que deverão se generalizar de forma expressiva.

O baixo grau de digitalização das atividades econômicas na América Latina e o baixo grau de automação das atividades manufatureiras no Brasil quando comparado ao número de robôs multipropósitos por trabalhadores nos países avançados é um indicativo do atraso tecnológico e do espaço existente para a ampliação dos processos de digitalização e automação na manufatura brasileira (Gimenez & Santos, 2019). Ainda que os estudos sobre o impacto geral do desemprego tecnológico sejam um tanto inconclusivos, as expectativas sobre os efeitos regionais das ondas de digitalização e automação sobre a América Latina são de que a região está especialmente suscetível ao desemprego tecnológico seja pela substituição de mão de obra, seja pelo aprofundamento do processo de desindustrialização.

O sentido dessas mudanças na demanda por capacitação da mão de obra revela como o Brasil está mal posicionado em termos da sua estrutura de formação do trabalhador, do ensino fundamental e médio ao ensino técnico profissionalizante e superior. A adequação do sistema de formação de mão de obra, começando pelo ensino fundamental e passando pelo SENAI e outras instituições de formação de mão de obra industrial, para as necessidades do próximo paradigma tecnológico requer um prazo mais longo e políticas públicas de maior alcance, esse pode ser um fator limitante significativo para uma readequação da indústria brasileira a um mundo de maior diversificação em direção aos serviços tecnológicos.

O Brasil ainda está especialmente mal posicionado na parcela da população ativa com alguma habilidade digital desenvolvida, o relatório citado do Fórum Econômico Mundial apresenta como dado que cerca de 36% da população ativa contra uma média de cerca de 60% nos países desenvolvidos e muito abaixo de países em desenvolvimento como Índia (49%), Indonésia (60%), China (71%) e mesmo países latino-americanos, como Argentina (50%) e México (42%). O resultado da pesquisa aplicada às empresas brasileiras confirma a tendência já comentada anteriormente, de que as tarefas que deverão passar por maior substituição estão as atividades de montagem em fábricas, atividades de contabilidade e reparo e manutenção de maquinário (WEF, 2020).

A situação atual da estrutura produtiva brasileira e as tendências provocadas pelo novo paradigma tecnológico na estrutura ocupacional sugerem uma baixa capacidade de oferta de novos postos de trabalho que compensem o desemprego tecnológico nos setores industriais tradicionais. A necessidade de se repensar a especialização da estrutura produtiva brasileira para setores de maior complexidade, focando nos elos das cadeias produtivas mais relacionados à produção de intangíveis e de serviços tecnológicos contidos em bens industriais parece ser uma questão central para que os efeitos do desemprego tecnológico possam ser realmente reduzidos.

Mesmo nos setores industriais de baixa e média baixa tecnologia, há um potencial de incorporar serviços tecnológicos que merece especial atenção (Instituto Euvaldo Lodi [IEL], 2017). Mesmo dentro do perfil de especialização da indústria brasileira, há possibilidades de sofisticação tecnológica para serem exploradas nos setores de média tecnologia. Além da especialização setorial da indústria brasileira, o foco nas atividades de montagem e a baixa participação no desenvolvimento e produção de tecnologia e inovações nos setores em que as empresas nacionais são predominantes tornam os trabalhadores dessas empresas suscetíveis ao desemprego tecnológico.

Esse cenário indica que é necessário focar em políticas de mudança do perfil de especialização da indústria brasileira no sentido de sua maior sofisticação tecnológica e de maior capacitação em serviços industriais, como uma estratégia possível para a redução do

impacto do desemprego tecnológico na estrutura ocupacional. Em paralelo, dentro do perfil de especialização da indústria nacional, é fundamental aumentar o esforço no gasto com pesquisa e desenvolvimento e em inovação das empresas domésticas.

O relatório do Fórum Econômico Social vem se somar a outros estudos (Manyika, Sinclair et al., 2012; OECD, 2016; Manyika, Chui et al., 2017; Tcherneva, 2020) que dão destaque para o papel potencial do setor público para reduzir os efeitos do desemprego tecnológico, através da ampliação da oferta de serviços públicos e sua modernização. Como as novas tecnologias terão amplo impacto na forma de controle e prestação dos serviços públicos, o aumento dos investimentos na modernização e digitalização dos serviços públicos também pode ser uma estratégia viável para a realocação e requalificação da mão de obra para atividades que envolvem as novas tecnologias e para atividades que sofrerão pouco impacto dos processos de automação.

As tendências apontadas indicam que a longa crise do sistema industrial brasileiro dificultou a capacidade da assimilação do novo paradigma para além do consumo padronizado das novas tecnologias aplicadas em processos produtivos ou em insumos relativos aos bens finais. A reversão desse quadro para que se possa reduzir os efeitos do desemprego tecnológico necessita da criação de uma estratégia de longo prazo para que seja possível a requalificação da mão de obra, mas também políticas de fomento às atividades de maior complexidade tecnológica.

As iniciativas destinadas a ampliar a participação dos segmentos com maior sofisticação tecnológica devem se somar às políticas orientadas para aproveitar o potencial existente de geração de empregos de maior qualificação nos setores tradicionais por meio do aumento dos investimentos em inovação e na diferenciação de produtos (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos [CGEE], 2020). Como as tecnologias habilitadoras do novo paradigma tecnológico terão impactos em praticamente todas as atividades produtivas, a aplicação customizada das novas tecnologias nos processos produtivos específicos criarão uma demanda por serviços tecnológicos inclusive na modernização de processos produtivos de menor complexidade.

É importante, nesse sentido, garantir políticas que permitam a maior inserção de empresas nacionais no mercado de desenvolvimento de tecnologias de processos produtivos como forma de avançar em atividades de maior sofisticação tecnológica partindo da base industrial brasileira. Ainda que o potencial de realocação da mão de obra seja muito desigual entre os setores industriais, dentro da especialização setorial brasileira ainda há um potencial significativo a ser explorado em termos de uma maior sofisticação de processos produtivos e no desenvolvimento de inovações e diferenciação de produtos.

Em estudo sobre o emprego de mestres e doutores considerando a intensidade tecnológica e o ramo de atividade econômica, o CGEE (2020) demonstra que, entre 2010 e 2017, houve um aumento significativo no emprego de mestre e doutores em todos as faixas de intensidade tecnológica entre os setores da indústria de transformação, inclusive nos setores de baixa e média-baixa intensidade tecnológica. Como esperado, o documento também demonstra que o emprego de mestres e doutores cresceu em taxas superiores nos setores de maior intensidade tecnológica, o que revela os limites da incorporação de mão de obra de alta qualificação dentro de um perfil de especialização produtiva centrada em setores de baixa intensidade tecnológica.

Como houve um crescimento do emprego de mestres e doutores nos setores de menor intensidade tecnológica no Brasil, a capacidade de absorção de mão de obra qualificada nessas atividades dificilmente poderá crescer a ritmo acelerado sem uma expansão da produção e aumento da participação desses setores no comércio mundial. Como são atividades que não constam como aquelas com maiores investimentos em inovação, em termos comparativos com outros setores industriais, a possibilidade do emprego de mão de obra científica fica limitado, sendo difícil esperar que continue crescendo em ritmo acelerado, sem que haja maior esforço no desenvolvimento de tecnologia e atividades ligadas a inovações de processo.

A baixa participação de empresas brasileiras em setores de alta intensidade tecnológica diminui a capacidade de absorção de mão de obra em atividades baseadas em conhecimento, que sentirão menos o desemprego tecnológico. Porém, a baixa participação das empresas brasileiras no desenvolvimento de inovações de produto e de processo produtivo nos setores em que atuam também é um fator limitante do aumento da demanda por mão de obra em atividades baseadas em conhecimento. A articulação de políticas de melhoria das condições de oferta com políticas de incentivos à diversificação para uma especialização vertical de maior complexidade seria o mais adequado para possibilitar a exploração desses nichos.

No caso de alguns setores de maior intensidade tecnológica, o Brasil possui alguma institucionalidade e instrumentos de política pública que potencializam a capacidade de geração de empregos de maior qualificação técnica e científica. É importante ressaltar que quanto maior a complexidade tecnológica de um setor, isto é, sua capacidade de mobilizar capacitações tecnológicas geradas em outras atividades produtivas, em geral, maior sua capacidade de gerar empregos com maior necessidade de qualificação (Hidalgo, 2009; Gala et al., 2018). Ainda que os setores de maior intensidade tecnológica passem por uma onda significativa de automação, como é esperado, a realocação interna de mão de obra nesses setores será mais simples que a dos setores de menor intensidade tecnológica.

A complexidade tecnológica da estrutura produtiva também define a capacidade de diversificação das empresas locais (Hidalgo, 2009; 2021). Logo, a sofisticação tecnológica de um setor produtivo também define sua capacidade de diversificação e de avançar em outras atividades de maior sofisticação tecnológica. Os setores de maior complexidade tecnológica, desse modo, fornecem uma base a ser explorada pelo potencial de diversificação para outras atividades e pela capacidade superior de absorver mão de obra mais especializada e com menor propensão a ser substituída por processos de automação.

No caso do complexo de saúde, por exemplo, existe um grande potencial de incorporação e de desenvolvimento próprio de tecnologia a partir da demanda pelo Sistema Único de Saúde (SUS). A especificidade do setor de saúde no Brasil (dotado não só de um sistema público de grande abrangência, mas também de um sistema de pesquisa relativamente sofisticado) permitiria a utilização do setor público como um demandante por meio da modernização do sistema público de saúde. Para tanto, é necessário reforçar novamente a relevância da articulação de políticas públicas que criassem demanda com políticas de fomento às atividades de maior complexidade ligadas ao complexo industrial de saúde.

O complexo industrial de saúde é um bom exemplo das possibilidades de se explorar nichos específicos a partir dos impactos das novas tecnologias. A tecnologia da Quarta Revolução Industrial terão impactos nas áreas de diagnóstico, análise clínica, intervenção cirúrgica entre outras, mas também deverão apresentar impactos nas áreas de treinamento e formação de profissionais da área de saúde (WEF, 2020). Nos setores em que há a possibilidade de se articular as políticas de fomento com a demanda proveniente do setor público, a exploração das diversas possibilidades abertas pela transformação tecnológica das tarefas dentro de um complexo produtivo pode reduzir expressivamente os efeitos do desemprego tecnológico.

Essa afirmação pode ser estendida à diversas atividades relativas ao fornecimento de serviços públicos e de bens de consumo coletivos. Há um conjunto de políticas sendo articuladas, especialmente no período após a pandemia, que visam criar demanda pelas novas tecnologias que virão da modernização dos serviços públicos e da infraestrutura em geral. Essas políticas recolocam o setor público como um vetor de articulação de políticas tanto pelo lado da demanda como políticas de fomento à competitividade e à inovação. O investimento público, pelas características do novo paradigma industrial, deve se tornar um elemento estratégico na criação de oportunidades para a sofisticação das atividades de empresas nacionais e facilitar a assimilação das novas tecnologias pela indústria nacional (Mazzucato & Penna, 2015).

Nas atividades manufatureiras de baixa intensidade tecnológica ainda há um potencial a ser explorado na realocação de mão de obra através do fortalecimento do conjunto

de pequenas e médias empresas (PMEs) com maior enfoque na diferenciação de produtos ou desenvolvimento de aplicações customizadas das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. Como uma das características das tecnologias do novo paradigma é sua alta customização no desenvolvimento de aplicações específicas em diversas áreas, existe uma janela de oportunidade para o fortalecimento de empresas de base tecnológica através do fortalecimento dos vínculos de cooperação entre empresas e sistema nacional de inovação.

A sofisticação do sistema de PMEs é uma estratégia que deve ser seguida por um número grande de políticas de fomento ao sistema produtivo em países industrializados, partindo da lógica que o desenvolvimento de atividades intensivas em conhecimento e de baixa escala produtiva será uma das principais frentes para a redução do desemprego causado pelo progresso tecnológico nos processos de automação industrial. Um dos desafios, nesse sentido, é a adequação do sistema de fomento ao financiamento de empresas de base tecnológica e o desenvolvimento de uma economia de serviços tecnológicos.

A criação de um regime de incentivos ao aumento da complexidade tecnológica da indústria brasileira é um passo necessário para aumentar a capacidade do sistema industrial brasileiro realocar e requalificar sua mão de obra. O desenho de políticas de incorporação das novas tecnologias com a capacitação de produtores nacionais possui melhor eficiência quando ocorre na fase de disseminação da tecnologia em sua fase de padronização. Esse fato define um cronograma específico de planejamento e implantação de políticas de fomentos, a perda do *timing* de implantação pode significar em alguns casos a perda definitiva da possibilidade de se realizar uma política factível. A desarticulação das políticas industriais, científicas e tecnológicas no momento de mudança do paradigma tecnológico pode criar posteriormente a necessidade de políticas reativas à deterioração da competitividade do sistema industrial com um custo social elevado.

Apesar dos problemas relativos à sua especialização produtiva, o Brasil não se encontra muito distante da experiência internacional na construção de políticas para redução dos efeitos do desemprego tecnológico. O levantamento regulatório realizado pelo CGEE (2021), por exemplo, ainda que não tenha identificado a existência de marcos legislativos significativos para inibir o desemprego tecnológico no Brasil, aponta que também não há no resto do mundo alterações regulatória explícitas para evitar ou coibir o desemprego tecnológico, sendo a proteção do mercado de trabalho feita sobretudo por incentivo aos acordos coletivos e desincentivo às demissões (CGEE, 2021). Entretanto, deve-se levar em consideração que as políticas de incentivo à absorção das novas tecnologias da Indústria 4.0 pelo sistema industrial brasileiro devem ter impactos mais significativos que nos países mais desenvolvidos, dado o hiato tecnológico das plantas produtivas industriais e o efeito poupador de mão de obra que as novas tecnologias terão sobre essa estrutura industrial.

No cenário internacional houve a disseminação de um conjunto de políticas industriais de grande porte que visam a consolidação do novo paradigma tecnológico, mas também ao fortalecimento dos vínculos entre clusters produtivos e instituições de pesquisa, com foco no fortalecimento da competitividade sistêmica das indústrias nacionais. Em comum entre as propostas de política industriais nos países desenvolvidos está a preocupação em fortalecer os vínculos entre empresas e instituições públicas de pesquisa e o foco no progresso tecnológico e competitividade do sistema manufatureiro nacional como um todo (O’Sullivan et al., 2013).

A conjuntura internacional pós-pandemia sugere um cenário de intensificação da competição internacional, com a possível aceleração da disseminação de parte das tecnologias da Quarta Revolução Industrial e um ambiente marcado pelo maior ativismo estatal. Em muitos casos, todas essas dimensões aparecem de forma articulada em programas voltados a promoção de mudanças estruturais nos sistemas econômicos nacionais, que, por sua vez, deverão consolidar os padrões tecnológicos do próximo paradigma. Nesse sentido, há pouca atenção no debate brasileiro para a situação brasileira frente a mudança da conjuntura internacional e para a criação de instrumentos adequados para a promoção da competitividade da indústria nacional para além dos fatores relacionados aos custos.

A possibilidade de reversão da fragmentação de certas cadeias produtivas, dando lugar a sistemas produtivos mais integrados, reduz a potencialidade de um conjunto de políticas industriais, focadas na redução de custos operacionais e na atração de investimentos estrangeiros para impulsionar a participação das empresas nacionais em cadeias globais de valor. Uma das questões envolvidas nessa estratégia de política industrial é a possibilidade de estagnação na expansão das cadeias globais de valor ou sua reversão parcial (Dachs & Zanker, 2015), o que resultaria no aumento da competição no interior das cadeias de valor e na redução da capacidade dos elos intermediários obterem uma participação significativa no valor adicionado.

Essa mudança implica na necessidade de se pensar as possibilidades existentes em cada setor em relação a sua estrutura atual no Brasil. No caso do complexo de saúde, por exemplo, ainda que haja certa escassez de players importantes de origem nacional, a existência de um sistema público de grande cobertura possibilita uma maior integração entre a geração de inovações e a criação de interfaces com os usuários, sendo um importante diferencial para ser aproveitado por políticas de fomento ao setor produtivo.

O sistema brasileiro de fomento – incluindo aí os bancos públicos, agências de financiamento, fundo garantidores, entre outros instrumentos de promoção do setor produtivo – são datados do processo de industrialização brasileiro de base fordista (Suzigan & Furtado, 2010). Os instrumentos disponíveis são em geral voltados ao financiamento de empresas

produtoras de bens e com atuação em mercados já estabilizados. Há, nesse sentido, a necessidade de uma melhor adequação do sistema de fomento ao financiamento de serviços tecnológicos, de empresas de base tecnológica e de processos de inovação realizados em cooperação institucional.

Embora o sistema brasileiro conte com alguns instrumentos voltados ao financiamento de inovação, a maior inserção de empresas brasileiras em nichos específicos de atuação abertos pela disseminação das novas tecnologias requer uma diversificação dos instrumentos existentes e sua melhor adaptação as características do novo paradigma. A estrutura empresarial que será promovida pelo novo paradigma tecnológica tende a ser caracterizada por um número maior de empresas entrantes no desenvolvimento da aplicação customizada das tecnologias habilitadoras, voltadas a novos mercados e com grande incerteza sobre a evolução desses mercados.

As aplicações das novas tecnologias e o desenvolvimento de um mercado de serviços tecnológicos vão exigir instrumentos mais voltados ao padrão de financiamento de maior risco, típicos de processos inovativos. Quando observadas experiências internacionais, fica evidente o papel das agências públicas de financiamento em atuar nas fases de maior risco e com maior volume financeiro; geralmente, as modalidades de crédito de longo prazo são menos funcionais do que a participação direta no capital ou subvenção direta (Sau, 2007). Ainda que tenha havido na última década uma maior diversificação desses instrumentos no Brasil, muitos tiveram seus fundos reduzidos e dependem de uma melhor adaptação em relação às formas de desenvolvimento e utilização das tecnologias da Quarta Revolução Industrial.

A redução do *trade off* entre progresso tecnológico e emprego demanda a criação de um conjunto de instrumentos para requalificação constante da mão de obra, mas também requer avançar na adequação da estrutura produtiva brasileira às atividades com menor tendência ao desemprego tecnológico e que foquem em mercados de maior dinamismo no comércio internacional. Essa estratégia pode ser resumida em um maior foco na sofisticação dos serviços industriais realizados internamente e no aumento da complexidade tecnológica da produção doméstica.

A realização de atividades mais baseadas em conhecimento e na produção de bens com maior diferenciação tecnológica pode criar um perfil de especialização produtiva menos suscetível ao desemprego tecnológico. Nos setores mais intensivos em escala, as novas tecnologias deverão fornecer maior capacidade de controle e automação dos processos, a eliminação do trabalho humano em tarefas rotineiras de controle e administração e, provavelmente, um aumento da competitividade da produção em escalas menores e mais automatizadas.

Desta forma, é um ponto fundamental no debate discutir as possibilidades de incentivar outras rotas de especialização da indústria nacional. Uma política industrial que incentive o desenvolvimento e diversificação para atividades de maior intensidade tecnológica, como bens de consumo duráveis e bens de capital, seria uma estratégia importante para aumentar a oferta de emprego em setores com maior capacidade de diferenciação de produto, de desenvolvimento de aplicações tecnológicas customizadas e com maior intensidade de serviços tecnológicos incorporados na produção de bens.

A intensidade tecnológica da estrutura produtiva é fundamental para determinar um horizonte mais amplo de possibilidades de diversificação produtiva. Portanto, uma política que incentive uma especialização produtiva para setores de maior intensidade tecnológica fornece uma base prévia mais apropriada para responder a políticas de mitigação do desemprego tecnológico. Os setores de maior complexidade, em geral, possuem maiores encadeamentos com o setor de serviços de alta produtividade e que tendem a ser setores com maior capacidade de reter mão de obra durante a próxima transição digital.

Como esses setores possuem uma gama maior de atividades baseadas em conhecimento envolvidas na produção dos seus bens, a ampliação da produção nacional implicaria também um aumento da oferta de empregos com características menos suscetíveis a sua substituição por sistemas automatizados. Logo, a diversificação da indústria nacional nesse sentido aumenta as possibilidades de manejo das políticas voltadas à redução do desemprego tecnológico.

Em termos de desenho de política pública, é possível desenvolver um padrão de especialização vertical mais focado na atuação no desenvolvimento tecnológico de bens de capital e processos produtivos em setores que as empresas nacionais possuam vantagens competitivas. Além do menor custo deste tipo de política frente às políticas que visem a mudança do padrão de especialização setorial, permite que ocorra realocação da mão de obra no interior dos próprios complexos produtivos e tende a reforçar a competitividade das empresas brasileiras já estabelecidas.

Um segundo eixo de políticas necessárias é a atualização de certas características do sistema nacional de inovação, assim como já tem ocorrido nos países centrais. Nos últimos anos, as políticas de desenvolvimento produtivo dos países avançados têm se direcionado para a descentralização da infraestrutura de pesquisa, maior especialização geográfica em relação aos clusters produtivos e um direcionamento maior para as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 (Rocha, 2019). Embora o sistema brasileiro possua algumas características condizentes com esse viés verificado nas políticas internacionais, é necessário ampliar as relações de cooperação entre instituições de pesquisa (P&D) e empresas, e aproximar essas instituições dos complexos produtivos locais como forma de facilitar o aprimoramento de aplicações desenvolvidas de forma específicas para produtos e processos produtivos.

Um último eixo seria a atualização institucional de certos mecanismos de fomento, o sistema brasileiro de fomento e financiamento às atividades produtivas e de inovação precisa ser atualizadas dadas as características do novo paradigma tecnológico. Tanto o sistema nacional de inovação como o sistema de fomento possuem características típicas de instituições de padrão fordista, carecendo de melhor adaptação à ampliação da incorporação de serviços na atividade manufatureira e ao desenvolvimento de inovações através da cooperação institucional e atreladas a empresas de base tecnológica surgidas no próprio processo de inovação.

Iniciativas interessantes como a chamada pública de venture capital realizada pela Finep e outras linhas de fomento abertas por agências estaduais de fomento à pesquisa são exemplos de políticas que podem ser seguidos. Essas iniciativas possuem direcionamento adequado, podendo ser retomadas ou ampliadas em alguns casos. As experiências internacionais também demonstram que agências de financiamento setorialmente especializadas apresentam bons resultados em termos de eficiência das políticas públicas e têm sido recorrentemente adotadas como forma de incentivar a diversificação produtiva para áreas de maior dinamismo.

Vale ressaltar que a conjuntura internacional pós-pandemia será caracterizada pela ampla utilização de políticas industriais e de proteção ao capital local. Nesse cenário, a prática de políticas públicas deve se basear no realismo da disputa pelos mercados internacionais e da utilização de instrumentos de suporte à competitividade das empresas. A não utilização dos instrumentos disponíveis pode significar um desnivelamento das condições de competição com a deterioração da capacidade das empresas brasileiras competirem nesse cenário. Nesse caso, vale seguir as práticas internacionais e utilizar os instrumentos disponíveis de promoção ao setor produtivo local, direcionando os incentivos para atividades que permitam a realocação da mão de obra deslocada pelo desemprego tecnológico.

18

Considerações finais

A definição de um plano geral de atuação no sentido da redução do desemprego tecnológico deve incluir um conjunto de ações complementares relativas à adaptação do sistema manufatureiro nacional às características da Quarta Revolução Industrial. Qualquer estratégia deve incluir o foco na mudança do perfil de especialização setorial da indústria brasileira – em direção à maior complexidade tecnológica – assim como, também um regime de incentivos para mover a especialização vertical das empresas brasileiras para áreas mais voltadas à inovação de processo e produto.

No processo atual de transição digital, as atividades de controle e gerenciamento dos dados serão também altamente estratégicas para a criar vantagens competitivas para a entrada em setores que passarão por um processo mais intenso de automação. O cruzamento dos dados e a necessidade de se abastecer os algoritmos dos sistemas podem criar barreiras à entrada relativas ao acesso e escala operacional de processamento de dados, a regulação sobre o acesso aos dados da população local passa, desse modo, a ser uma preocupação diretamente ligada à política industrial.

Para além dessas questões, é necessário um desenho de política industrial, científica e tecnológica que esteja mais coordenada com o alto escalão do governo, isto é, que esteja mais próxima dos centros decisórios, com maior capacidade de pautar a hierarquização das políticas públicas e que possua maior proeminência dentro da lógica de alocação de recursos. Como a adequação ao novo paradigma tecnológico necessita mudanças que se estendem do sistema educacional ao sistema financeiro, não há possibilidade de sucesso sem a coordenação centralizada das ações e sem que essas políticas estejam no topo das prioridades.

A já combalida indústria brasileira enfrentará ainda maior pressão competitiva caso não adapte as suas plantas produtivas aos novos processos de automação, ainda que as empresas de grande porte possuam capacidade de se atualizarem. Caso não haja coordenação política, além da redução do emprego industrial, o resultado provável será a ampliação da heterogeneidade na indústria brasileira e o aprofundamento do processo de desindustrialização. O período que se inicia com a pandemia deverá ser de rápida disseminação das novas tecnologias através de planos vultuosos de fomento ao setor produtivo e à inovação, resta ao Brasil construir sua trajetória para essa nova economia.

19

Referências

Borghini, R. A. Z., & Bacic, M. J. (2021). Evolução do emprego formal e do número de estabelecimentos por porte e setor no Brasil: uma avaliação da indústria no período 2002-2017. In A. C. Diegues, & F. Sarti (Orgs.), *Brasil: Indústria e desenvolvimento em um cenário de transformação do paradigma tecnoprodutivo* (pp. 89-114). CRV; Unicamp. IE.

Castro, A. B. (2001). A reestruturação industrial brasileira nos anos 1990: Uma interpretação. *Revista de Economia Política*, 21(3), 3-26. <https://doi.org/10.1590/0101-31572001-1251>

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) (2020). *Brasil: Mestres e Doutores 2019*. Serviços de Informação sobre RH para CT&I. <https://mestresdoutores2019.cgее.org.br>

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) (2021). *Desenvolvimento tecnológico e mercado de trabalho – Digitalização e relação homem-máquina: mudanças e tendências na legislação e regulação em nível global*. https://www.cgее.org.br/documents/10195/734063/cgее_sdt23_DTMT.pdf/761fb0b0-e889-4a90-9361-7121e0bc98c1?version=1.3

Dachs, B., & Zanker, C. (2015). Backshoring of production activities in European manufacturing. [MPRA Paper, No. 63868], Munich Personal RePEc Archive. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/63868/1/MPRA_paper_63867.pdf

Diegues, A. C. (2021). As transformações na dinâmica de acumulação produtiva brasileira e a emergência de uma nova versão do industrialismo periférico. In A. C. Diegues, & F. Sarti (Orgs.), *Brasil: Indústria e desenvolvimento em um cenário de transformação do paradigma tecnoprodutivo* (pp. 243-264). CRV; Unicamp. IE.

Gala, P., Camargo, J. S. M. de, Magacho, G., & Rocha, I. (2018). Sophisticated jobs matter for economic complexity: An empirical analysis based on input-output matrices and employment data. *Structural Change and Economic Dynamics*, 45, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2017.11.005>

Jimenez, D., & Santos, A. (2019). Indústria 4.0, manufatura avançada e seus impactos sobre o trabalho. [Texto para Discussão, n. 371], Instituto de Economia, Unicamp. <https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/artigos/TD/TD371.pdf>

Hidalgo, C. (2009). The dynamics of economic complexity and the product space over a 42 year period. [CID Working Paper, No. 189], Center for International Development, Harvard University. <https://www.hks.harvard.edu/centers/cid/publications/faculty-working-papers/dynamics-economic-complexity-and-product-space-over-42-year-period>

Hidalgo, C. (2021). Economic complexity theory and applications. *Nature Reviews Physics*, 3, 92–113. <https://doi.org/10.1038/s42254-020-00275-1>

Instituto Euvaldo Lodi (IEL) (2017). Mapa de *clusters* tecnológicos e tecnologias relevantes para a competitividade de sistemas produtivos: Riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas. <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2017/10/nota-tecnica-etapa-i-do-projeto-industria-2027/>

Manyika, J., Sinclair, J., Dobbs, R., Strube, G., Rasse, L., Mischke, J., Remes, J., Roxburgh, C., George, K., O'Halloran, D., & Ramaswamy, S. (2012, November). *Manufacturing the future: the next era of global growth and innovation*. McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/the-future-of-manufacturing>

Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P., & Dewhurst, M. (2017, January). *A future that works: automation, employment and productivity*. McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works/de-DE>

Mazzucato, M., & Penna, C. (2015). Estado vs. mercados: uma falsa dicotomia. *Revista Política Social e Desenvolvimento*, (21), 8–15. https://issuu.com/politicasocial/docs/revista_21

Milberg, W., & Winkler, D. (2010). Trade, crisis, and recovery: Restructuring global value chains. In O. Cattaneo, G. Gereffi, & C. Staritz (Eds.), *Global value chains in a postcrisis world: a development perspective* (pp. 23-72). International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2509>

Milberg, W., & Winkler, D. (2013). *Outsourcing Economics: global value chains in capitalist development*. Cambridge University.

Nogueira, M. O. (2019). Um pirilampo no porão: um pouco de luz nos dilemas da produtividade das pequenas empresas e da informalidade no país. Instituto de pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8087>

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2016). *Enabling the next production revolution: the future of manufacturing and services* [Interim Report]. <https://www.oecd.org/mcm/documents/Enabling-the-next-production-revolution-the-future-of-manufacturing-and-services-interim-report.pdf>

O'Sullivan, E., Andreoni, A., López-Gómez, C., & Gregory, M. (2013). What is new in the new industrial policy? A manufacturing systems perspective. *Oxford Review of Economic Policy*, 29(2), 432–462. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grt027>

Rocha, M. A. (2019). Uma proposta para política de desenvolvimento produtivo e tecnológico: uma via para o Brasil no próximo paradigma tecnológico. *Cadernos de Campo*, (27), 17–38. <https://periodicos.fclar.unesp.br/cadernos/article/view/13731>

Sau, L. (2007). New pecking order financing for innovative firms: an overview. [Working Paper Series, No. 02/2007], Dipartimento di Economia, Università di Torino. https://mpa.ub.uni-muenchen.de/3659/1/MPRA_paper_3659.pdf

Suzigan, W., & Furtado, J. (2010). Instituições e políticas industriais e tecnológicas: reflexões a partir da experiência brasileira. *Estudos Econômicos*, 40(1), 7–41. <https://doi.org/10.1590/S0101-41612010000100001>

Suzigan, W., Garcia, R. C., & Feitosa, P. H. A. (2021). Instituições e os desafios da política industrial no Brasil. In A. C. Diegues, & F. Sarti (Orgs.), *Brasil: Indústria e desenvolvimento em um cenário de transformação do paradigma tecnoprodutivo* (pp. 313-334). CRV; Unicamp. IE.

Tcherneva, P. R. (2020). *The case for a job guarantee*. Polity.

World Economic Forum (WEF) (2020). *The future of jobs Report 2020*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf

Recebido em 26 de outubro de 2021.

Aprovado em 20 de dezembro de 2021.