

O BRASIL NA REESTRUTURAÇÃO PRODUTIVA DA MANUFATURA AVANÇADA: POLÍTICAS, AÇÕES E DESAFIOS¹

Brazil in the productive restructuring of advanced manufacturing: policies, actions and challenges

Fábio Luiz Tezini Crocco
Departamento de Humanidades (IEFH) do Instituto
Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São Paulo, Brasil

Informações do artigo

Recebido em 28/12/2022

Aceito em 03/03/2023

doi: <https://doi.org/10.25247/2447-861X.2022.n257.p576-600>



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Você é livre para:

Compartilhar — copiar e redistribuir o material em qualquer meio ou formato.

Adaptar — remixar, transformar e construir sobre o material para qualquer finalidade, mesmo comercialmente.

Como ser citado (modelo ABNT)

CROCCO, Fábio Luiz Tezini. O Brasil na reestruturação produtiva da manufatura avançada: políticas, ações e desafios. **Cadernos do CEAS: Revista Crítica de Humanidades**. Salvador/Recife, v. 47, n. 257, p. 576-600, set./dez. 2022. DOI: <https://doi.org/10.25247/2447-861X.2022.n257.p576-600>

Resumo

A partir da segunda década do século XXI, vivenciamos o acirramento da concorrência global e o florescimento de novas estratégias produtivas e organizacionais de desenvolvimento pautadas no incentivo à ciência, à tecnologia e à inovação. Para compreender as particularidades dessa nova fase política e econômica do capitalismo global e do engajamento do Brasil nesse processo, este artigo analisa o que denominamos de *Reestruturação Produtiva da Manufatura Avançada* (RPMA). As reflexões estão amparadas em investigação bibliográfica exploratória e em pesquisa de campo, a partir de entrevistas semiestruturadas com atores diretamente relacionados à produção e à pesquisa da *Manufatura Avançada*. Os resultados da investigação demonstram que apesar das proposições políticas e das ações nacionais públicas e privadas sintonizadas com a nova reestruturação produtiva e organizacional, o Brasil carece de uma estratégia de desenvolvimento multisetorial robusta e meios políticos e econômicos para efetivá-la, além de defrontar-se com antigos e persistentes desafios políticos, infraestruturais e socioeconômicos.

Palavras-Chave: Capitalismo. Competitividade. Tecnologias. Trabalho. Desenvolvimento.

Abstract

Since the second decade of the 21st century, we have experienced the intensification of global competition and the flourishing of new productive and organizational development strategies based on the promotion of science, technology and innovation. In order to understand the particularities of this new political and economic phase of global capitalism and Brazil's engagement in this process, this article analyzes what we call the *Productive Restructuring of Advanced Manufacturing* (RPMA). The reflections are based on exploratory bibliographic research and field research, based on semi-structured interviews with actors directly related to production and research in *Advanced Manufacturing*. The research results show that despite the political propositions and the public and private national actions in tune with the new productive and organizational restructuring, Brazil lacks a robust multi-sector development strategy and political and economical means to implement it, besides facing old and persistent political, infrastructural and socioeconomic challenges.

Keywords: Capitalism. Competitiveness. Technologies. Work. Development.

¹ Este trabalho contou com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (Processo 2019/01303-3).

INTRODUÇÃO

A partir da segunda década deste século, como resultado da retração da taxa de lucro do capital, agravada pela crise econômica de 2008, notamos o acirramento da concorrência econômica global e, conseqüentemente, da intensificação de processos prévios relacionados à aquisição de competitividade a partir de fatores tecnocientíficos e da flexibilização produtiva, organizacional e laboral.

Denominamos essa nova fase de desenvolvimento político e econômico das forças produtivas e de reconfiguração das relações de produção de *Reestruturação Produtiva da Manufatura Avançada* (RPMA²).

Ela não é simplesmente uma disrupção tecnocientífica aplicada à produção e à organização empresarial, mas um processo de continuidade e descontinuidade na lógica concorrencial e expansionista do capitalismo.

Esse processo estrutural é popularmente identificado nas discussões da *Manufatura Avançada*, *Indústria 4.0* e *Quarta Revolução Industrial* e sustenta-se no desenvolvimento de tecnologias com foco na digitalização, integração, automação e controle dos processos produtivos e gerenciais. Mas não tratamos aqui, diretamente, das suas ditas *tecnologias convergentes e habilitadoras*, mas de plataformas, estratégias e políticas nacionais e internacionais de desenvolvimento que visam redefinir os padrões produtivos, aumentar a eficiência e a produtividade das empresas e, conseqüentemente, ampliar suas capacidades de competir nos mercados local e global.

Estamos no início desse processo, mas já observamos, principalmente nas grandes empresas multinacionais, a implementação da RPMA e seus efeitos na produção, na gestão e no trabalho. Dentre outros fatores relativos à RPMA, notamos transformações produtivas e organizacionais *intra* e *extrafábrica*, a partir da constituição de *processos enxutos e digitalizados* (*Lean Production Digital*) sustentados na vigilância, no controle e no gerenciamento algorítmico da informação promovidos pelo *Kanban digital-informacional*.

Globalmente combinada, a RPMA potencializa a competição política e econômica entre empresas, trabalhadores e nações e reforça formas desiguais de desenvolvimento

² O acrônimo RPMA será utilizado ao longo do texto como referência à *Reestruturação Produtiva da Manufatura Avançada*.

entre os países. Por isso, a importância de compreendermos qual o posicionamento e a atuação do Brasil diante dos novos paradigmas tecnoprodutivos e organizacionais dessa nova fase de desenvolvimento e de acumulação do capital.

Nesse sentido, procuramos refletir como os debates e os movimentos globais influenciaram nacionalmente discussões políticas, pesquisas e ações estratégicas para o desenvolvimento das tecnologias da *Manufatura Avançada* e da *Indústria 4.0*³.

As análises e reflexões apresentadas neste artigo estão sustentadas em pesquisa exploratória bibliográfica, na análise e na síntese de relatórios, proposições políticas e ações de instituições públicas e privadas dos setores governamental, acadêmico e empresarial, e em entrevistas semiestruturadas com pesquisadores das tecnologias da *Manufatura Avançada*, da Sociologia e da Economia, com representantes dos setores produtivo e de serviços e representantes dos trabalhadores.

Por fim, são tecidas reflexões sobre os desafios para a introdução do Brasil na RPMA e, conseqüentemente, para qualificar o posicionamento do país na Divisão Internacional do Trabalho (DIT).

Assim, objetivando aprofundar o debate sobre o posicionamento do Brasil diante RPMA, este artigo analisa (1) fundamentos e princípios da RPMA, (2) discussões, propostas políticas e iniciativas de desenvolvimento da *Manufatura Avançada* no Brasil e (3) desafios nacionais para a transformação do paradigma tecnoprodutivo, com a finalidade de qualificar a produção do país na economia global, criar empregos de qualidade e implementar um projeto de desenvolvimento ajustado às singularidades brasileiras e ao enfrentamento das iniquidades sociais.

A REESTRUTURAÇÃO PRODUTIVA DA MANUFATURA AVANÇADA (RPMA)

A RPMA é a fase atual de desenvolvimento político e econômico das forças produtivas e de reconfiguração das relações de produção (CROCCO, 2021). Sua finalidade é intensificar o processo, já corrente na terceira revolução industrial de alcançar superlucros a partir da

³ Trataremos a *Indústria 4.0* como sinônimo de *Manufatura Avançada* por representarem estratégias de desenvolvimento tecnológico com princípios e finalidades similares, embora possuam detalhes técnicos e raízes políticas distintas. Mais detalhes sobre as diferenças conceituais ver Arbix *et al.* (2017) e IEDI (2017 e 2018a).

geração de “rendas tecnológicas”, que visa criar diferenciais de produtividade entre empresas e setores industriais e melhores condições de concorrer no mercado a partir do incentivo à pesquisa, ao desenvolvimento e às inovações tecnológicas (P&DI) (MANDEL, 1982, p. 157).

Apesar de sua importância é relevante considerar que a inovação tecnológica não é o único fator promotor da competitividade, porém, diante do acirramento concorrencial e do estágio tecnocientífico atual, o incremento tecnológico revela-se, mais uma vez, uma das principais alternativas para enfrentar a retração da taxa de lucro do capital.

A RPMA é fruto de um movimento de intensificação de processos prévios, iniciados, fundamentalmente, no período da acumulação flexível e de seus avanços tecnocientíficos e organizacionais aplicados à produção (HARVEY, 1995). Ela não configura uma simples ruptura tecnológica, mas um processo de continuidade e descontinuidade na lógica política e econômica do capitalismo, ou seja, de manutenção do sociometabolismo do capital a partir do aprimoramento e da introdução de novos métodos e instrumentos.

Sendo assim, a RPMA é resultado da ampla reestruturação do capitalismo ocorrida, principalmente, a partir da década de 70 do século XX, que envolve mudanças profundas na maneira como as empresas e os setores econômicos operam, na relação-integração dos mercados, na soberania e na atuação do Estado de acordo com o consentimento neoliberal para a realização dos objetivos político-econômicos expansionistas do capital. A principal consequência desse processo é o acirramento da competição entre empresas, trabalhadores e nações, que, embora globalmente combinado, potencializa formas desiguais de desenvolvimento entre os países.

A crise econômica de 2008, com suas profundas consequências, intensificou ainda mais a concorrência global na segunda década do século XXI. Assim, diante do novo padrão concorrencial, observamos, como afirmou Belluzzo, “a iminência de um imenso movimento de automação baseado na utilização de redes de ‘máquinas inteligentes’ [...] com enorme potencial de revolucionar outra vez as bases técnicas do capitalismo” (BELLUZZO, 2013, p. 133).

Essa revolução das bases técnicas fundamenta-se em inovações tecnológicas concernentes à digitalização, à integração, à automação e ao controle dos processos de produção e circulação de mercadorias e de vigilância de dados dos trabalhadores e das experiências dos consumidores (ARBIX et al., 2017; NEWLANDS, 2021; ZUBOFF, 2015),

Porém, quando nos referimos à *Manufatura Avançada* ou à *Indústria 4.0* não tratamos diretamente de tecnologias, mas de plataformas, estratégias e políticas nacionais e internacionais de desenvolvimento que visam definir novos padrões produtivos, aumentar a eficiência e a produtividade das empresas e, conseqüentemente, ampliar suas capacidades de competir nos mercados local e global.

Com isso, a partir do início da segunda década do século XXI, as principais potências industriais do mundo⁴ mobilizam-se para a elaboração e execução de estratégias públicas e privadas de inovação para o incremento produtivo, que visam sustentar o desenvolvimento de conhecimentos, protocolos e instrumentos subjacentes às novas bases técnicas, difundir-las na estrutura industrial e de serviços de seus países e exportar soluções tecnológicas. Como ressalta a análise do Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI), “foi lançada, assim, uma corrida internacional em direção à indústria do futuro, com potencial de redefinir as posições de liderança no setor” (IEDI, 2018a, n.p.).

Apesar de estarmos vivenciando o início desse processo, já observamos, principalmente nas grandes empresas multinacionais, a implementação da RPMA (demandante de vultuosos investimentos) e de seus efeitos produtivos e laborais. No processo produtivo *intrafábrica* evidencia-se a aplicação de novas tecnologias digitais e de automação para controlar a produção, reduzir tempos e custos operacionais e tornar os processos mais eficientes e adequados às demandas do mercado. *Extrafábrica* nota-se a manutenção da lógica transnacional e da desconcentração industrial, apoiadas na ampla terceirização da produção e dos serviços, com destaque para a *containerização* e a *logística integrada e informatizada*.

A lógica da produção *flexível* e *enxuta* (*Lean Production*) é intensificada e suas ferramentas gerenciais mantidas e aprimoradas para a constituição de um *processo enxuto, digital e automatizado* (*Lean Production Digital*). O *Just in Time*, pautado no princípio de encomenda-produção-entrega e na constituição de redes de empresas subcontratadas e fornecedoras, conserva-se como modelo de gestão ideal, mas com significativas novidades permitidas com a ampla terceirização, (que avança até os trabalhadores autônomos), e os

⁴ Com destaque para China, Estados Unidos, Alemanha Coreia do Sul, Japão, França e Reino Unido e Índia.

avanços tecnológicos no controle dos processos, nas comunicações (telemática) e nas alianças e estratégias interempresariais.

Como elemento estruturante do *Just in Time*, o *Kanban*, mais do que nunca, é fundamental. Mas um novo *Kanban* se desenvolve para gerenciar aquilo que é essencial na RPMA: o grande volume de informações em formato de dados digitais.

Diferente da reestruturação toyotista e de seu sistema de reposição de peças e controle de estoque, o que temos agora é um *Kanban digital-informacional*. Essa versão aprimorada de gestão da informação, intermediada por algoritmos e *Inteligência Artificial*, processa um volume quantitativo e qualitativo extraordinário de dados, coletados das mais variadas fontes da produção e da circulação, que organizados e analisados pelos sistemas de *Big-Data* e *Analytics*, permite o aperfeiçoamento das análises preditivas para a otimização das tomadas de decisões empresariais.

Esse diálogo permanente e imediato entre as etapas da produção e da circulação encurta os tempos e espaços produtivos e promove o adensamento das cadeias globais de valor. Seu êxito depende do desenvolvimento de tecnologias informacionais de telecomunicações, de ferramentas automatizadas de coleta e análise de dados (com destaque para o papel da *Inteligência Artificial*) e, fundamentalmente, do aprimoramento do controle e da segurança do fluxo de dados.

Assim, além de intensificar a automação digital e reduzir custos a partir da transferência de responsabilidades produtivas e gerenciais às empresas terceirizadas, aos trabalhadores e aos consumidores, a finalidade da nova lógica *digital-informacional* da RPMA é gerenciar, controlar e vigiar, de modo mais integrado os processos produtivos, as empresas subcontratadas e fornecedoras, os trabalhadores e as demandas do mercado.

O BRASIL NA RPMA

Como vimos, a RPMA estimula globalmente a corrida por fatores tecnológicos e organizacionais para a melhoria da capacidade produtiva e da competitividade no mercado. Em médio e longo prazo seus resultados estão relacionados à alteração da dinâmica econômica global, ao funcionamento das relações internacionais, (articuladas por laços de dominação e dependência), e, conseqüentemente, à reconfiguração da Divisão Internacional do Trabalho (DIT) (POCHMANN, 2007).

A ampliação dos debates globais sobre a *Indústria 4.0*, a *Manufatura Avançada* e a *Quarta Revolução Industrial*, e da implementação de políticas estratégicas em países como Alemanha, EUA e China na segunda década do século XXI, influenciou discussões nacionais para mapear as condições da indústria brasileira e para propor políticas e ações no campo das denominadas *tecnologias convergentes e habilitadoras*⁵, com a finalidade de promover sua difusão, incrementação e formação de recursos humanos.

A partir de 2015, instituições públicas e privadas aprofundaram os debates sobre o tema com a finalidade de mapear as condições produtivas nacionais e desenvolver a visão estratégica brasileira para o futuro da indústria⁶.

Esse foi o caso, por exemplo, da *Força-Tarefa de Manufatura Avançada* liderada de forma compartilhada pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), que reuniu centenas de especialistas de empresas, institutos de pesquisa, Universidades e governo em *workshops* com os objetivos de mapear atores relevantes, formar uma rede integrada e articulada para a disseminação do tema e, fundamentalmente, promover debates para identificar elementos estruturantes e dar suporte à criação de uma política nacional de desenvolvimento da *Manufatura Avançada*.

Em cinco meses foram realizados oito *workshops* em sete estados brasileiros que fundamentaram a elaboração de um relatório⁷ que apresentou de forma compilada os debates realizados. Dentre as contribuições materializadas nesse documento, temos a

⁵ Com base em relatório *The Next Production Revolution*, da OCDE (2017), e o *Plano de Ação de CT&I para Tecnologias Convergentes e Habilitadoras*, em seu Volume IV, apresenta a seguinte definição: "Nas Tecnologias Convergentes e Habilitadoras, comumente conhecidas como *Key Enabling Technologies (KET)*, o termo 'convergente' refere-se à habilidade das tecnologias combinarem esforços para sustentar um maior desenvolvimento tecnológico, e o termo 'habilitadora', à capacidade da tecnologia em direcionar avanços tecnológicos disruptivos e, conseqüentemente, uma mudança cultural" (BRASIL, 2020, p. 7).

⁶ Anteriormente, já estavam em curso ações focadas nas *tecnologias convergentes e habilitadoras*, como, por exemplo, a Câmara IoT, BNDES Funtec, EMBRAPII, SIBRATEC, SIBRATEC Shop, ABII, Programa SENAI DESPERTAR4.0, entre outras, mas ocorriam com foco em temáticas específicas e de forma não integrada. A partir de 2015 temos um movimento político de articulação e aproximação das ações particulares num debate mais amplo sobre a necessidade de construção de uma estratégia nacional de desenvolvimento com foco no novo paradigma produtivo.

⁷ *Perspectivas de especialistas brasileiros sobre a Manufatura Avançada no Brasil: um relato de workshops em sete capitais brasileiras em contraste com as experiências internacionais* (BRASIL, 2016a).

contextualização histórica, definições conceituais com base em estudos internacionais, apresentação de experiências de outros países (Alemanha, EUA e China), debate de temas, desafios, propostas e priorização de ações. De forma genérica, o documento priorizou discussões e ações nas áreas da convergência e integração tecnológica, do desenvolvimento de cadeias produtivas, de recursos humanos, da regulação e da infraestrutura, além de mapear ações já em curso no país relacionadas à temática (BRASIL, 2016a).

Na mesma direção, a partir de 2016 a Confederação Nacional da Indústria (CNI) promoveu pesquisas sobre o contexto produtivo nacional e os desafios para a *Indústria 4.0* no Brasil. Numa sondagem especial sobre o tema, a CNI apurou a difusão das tecnologias digitais na indústria brasileira e destacou a sua baixa digitalização, com destaque para 57% das pequenas empresas que desconheciam o tema. O mapeamento evidenciou um entrave para o avanço da *Indústria 4.0* no Brasil, já que a sua implementação depende de maior conhecimento por parte das empresas dos ganhos advindos com a digitalização (CNI, 2016a)

Além dos esforços de compreensão do nível de digitalização do setor produtivo nacional, ainda em 2016, a CNI aprofundou o debate sobre os desafios e destacou o nível de heterogeneidade da indústria brasileira, que exigirá políticas adequadas aos diferentes conjuntos de setores e de empresas, pois estes manifestarão velocidades e condições diferenciadas de adaptação às novas tecnologias produtivas e formas de gestão. Num movimento similar à *Força-Tarefa de Manufatura Avançada*, a CNI avaliou iniciativas de outros países, apresentou e debateu áreas prioritárias para o desenvolvimento da *Indústria 4.0* no Brasil (CNI, 2016b).⁸

Dentre outros, destacam-se dois documentos publicados pela CNI que objetivaram mapear o estado da arte da indústria brasileira e propor ações estratégicas no campo da *Indústria 4.0*. O primeiro, publicado em 2017, avalia as oportunidades brasileiras, as diversas dimensões relacionadas ao desenvolvimento da indústria do futuro, mas prioriza o debate da difusão das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, do mercado e da oferta de soluções

⁸ No documento *Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil* a CNI destacou as seguintes áreas prioritárias: i) aplicações nas cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores; ii) mecanismos para induzir a adoção das novas tecnologias; iii) desenvolvimento tecnológico; iv) ampliação e melhoria da infraestrutura de banda larga; v) aspectos regulatórios; vi) formação de recursos humanos; e vii) articulação institucional (CNI, 2016b).

digitais (CNI, 2017). O segundo é o projeto *Indústria 2027*⁹, desenvolvido em 2017 e com foco nas médias e grandes empresas industriais. Esse levantamento analisou 759 estabelecimentos industriais e os alocou em quatro gerações de tecnologias digitais (Geração 1: produção rígida; Geração 2: produção enxuta; Geração 3: produção integrada; Geração 4: produção integrada, conectada e inteligente). Os resultados apresentaram um panorama de grandes desafios para o Brasil, pois 77,8% das empresas analisadas encontravam-se nas Gerações 1 e 2 e apenas 1,6% delas haviam alcançado a Geração 4. Além disso, constatou-se que apenas 15% das empresas estavam atuando para alcançar a Geração 4 e 39,4% não atuaram e nem estavam atuando para esse fim (IEL, 2018).

Diante das iniciativas internacionais e dos levantamentos internos, entidades do setor público e empresarial apresentaram propostas de ação e de políticas governamentais relacionadas às *tecnologias convergentes e habilitadoras da Manufatura Avançada* e da *Indústria 4.0*.

A ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial), em parceria com o CEBRAP (Centro Brasileiro de Análise e Planejamento), propôs em 2017 um programa nacional para a Indústria do Futuro priorizando quatro temas: Governança, Integração Internacional, Laboratórios e Rede de Testbeds (ABDI, 2017).

No mesmo ano, a CNI frisou a necessidade do desenvolvimento de ações para estimular a oferta de soluções digitais voltadas às tecnologias da *Indústria 4.0* (CNI, 2017). Dentre as propostas estão: (i) Programa Nacional para Elaboração e Implementação de Plano Empresarial Estratégico de Digitalização; (ii) Financiamento para Implementação do Plano Empresarial Estratégico de Digitalização; (iii) Programas de Compras Públicas, Estímulos às Empresas Integradoras; (iv) Programas de Incentivos à Constituição de Startups; (v) Linhas de Financiamento para Inovações de Produtos Inteligentes.

Também em 2017, o IEDI (Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial) publicou um documento com sugestões para a elaboração de políticas públicas relacionadas à *Indústria 4.0*, com destaque para o incentivo à produção enxuta, difusão de tecnologias

⁹ Projeto desenvolvido a partir da parceria do Instituto Euvaldo Lodi (IEL), do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

digitais, financiamentos à inovação, criação de laboratórios de *testbeds*, capacitação de recursos humanos, apoio governamental para atrair empreendedores tecnológicos para o Brasil, entre outras (IEDI, 2017).

Em dezembro de 2017 foi publicado o *Plano de CT&I para Manufatura Avançada no Brasil (ProFuturo – Produção do Futuro)*, elaborado pelo MCTIC, com base na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI 2016-2022) (BRASIL, 2016b). O documento apresenta, dentre outros elementos, um modelo conceitual e estratégico, com referências específicas sobre as condições brasileiras, desafios e metas com base nas singularidades nacionais, envolvimento e integração de agentes da tríplice hélice (Governo, Academias e Empresas) e estrutura de gestão, com o protagonismo do MCTIC, a partir de Comitê de Governança, Secretaria Técnica e Fórum Consultivo (BRASIL, 2017).

Num movimento distinto, a partir da iniciativa do MDIC e da ABDI, foi criada em março de 2018 a *Agenda Brasileira para a Indústria 4.0*²⁰. Como prioridade foram elaboradas dez medidas para preparar o Brasil para os desafios tecnológicos do futuro e constituída uma estrutura de governança para a *Agenda*. Esta seria composta por Conselho Governamental (formada por oito ministérios e controlada pelo MDIC), Entidade Gestora (ABDI), Comitê de Monitoramento (Entidades Convidadas) e Grupos de trabalho e comunidade de especialistas (BRASIL, 2018).

A partir de 2019, o MCTIC iniciou a publicação dos quatro volumes do *Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para Tecnologias Convergentes e Habilitadoras* (1. Nanotecnologia, 2. Materiais Avançados, 3. Fotônica e 4. Tecnologias para Manufatura Avançada). Publicado em 2020, o quarto volume, focado nas Tecnologias para Manufatura Avançada, corrobora com o debate dos desafios, objetivos e ações do *Plano de CT&I para Manufatura Avançada no Brasil* (BRASIL, 2017) e apresenta como estratégia básica a promoção da integração entre a Academia e a Indústria. O documento traz novidades, como, por exemplo, o desenvolvimento tecnológico aliado a eixos do desenvolvimento sustentável. O documento aborda, também, novos desafios, como riscos globais geopolíticos, segurança de dados, robustez do maquinário produtivo e sociedade avançada. Além disso, com a

²⁰ O Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) criaram a *Agenda Brasileira para a Indústria 4.0. O Brasil Preparado para os Desafios do Futuro*.

finalidade de promover a implementação das tecnologias da *Manufatura Avançada* o Plano estimula as seguintes ações: (i) incentivar o processo de implantação de tecnologias, (ii) criar ambientes de demonstrações tecnológicas (“Observatório de Manufatura Avançada”), (iii) formar mão de obra qualificada, (iv) desenvolver a cibersegurança (“resiliência cibernética”) e (v) promover a cooperação internacional (BRASIL, 2020).

Diante da análise desse panorama histórico nota-se que as propostas institucionais concordam com a necessidade de um plano estratégico nacional, multisetorial e de longo prazo. Seguindo exemplos internacionais e analisando a conjuntura nacional, as propostas também convergem em outros quesitos e sinalizam possíveis consensos. Os pontos dessa convergência estão sintetizados no Quadro 1.

Quadro 1: Síntese das principais propostas e de suas respectivas finalidades apresentadas por entidades públicas e privadas para a construção de uma estratégia política fomentadora da *Manufatura Avançada/Indústria 4.0* no Brasil.

Propostas	Finalidade
Visão conceitual, estratégias e panorama tecnológico	Definir fundamentos conceituais, eleger tecnologias prioritárias sob ótica sistêmica e elaborar estratégias de atuação de acordo com os desafios e as oportunidades brasileiras.
Governança para decisões estratégicas	Criar comitê de liderança composto por representantes de diversos setores sociais e dirigido pelo governo.
Articulação, envolvimento e participação multisetorial	Articular, envolver e obter a participação de agentes de diversos setores político-econômicos para a implementação de ações e políticas voltadas à <i>Manufatura Avançada</i> , com destaque para a representação da tríplice hélice (setores governamental, acadêmico e empresarial).
Cooperação internacional	Intensificar acordos internacionais para a difusão e o desenvolvimento das <i>tecnologias habilitadoras</i> no Brasil.
Laboratórios de inovação e rede de testbeds	Criar e articular infraestrutura para simulação e demonstração de sistemas de produção.
Incentivos à adoção de técnicas da produção enxuta	Promover a aplicação da gestão flexível com a finalidade de aumentar a produtividade e preparar as empresas para o salto tecnológico da <i>Manufatura Avançada</i> .

Propostas	Finalidade
Incentivo à digitalização das empresas	Difundir o uso empresarial das tecnologias digitais que estão na base da <i>Manufatura Avançada</i> .
Linhas de financiamentos públicos, de preferência, não reembolsáveis	Financiar a pesquisa científica e tecnológica, a formação de recursos humanos, a digitalização empresarial, a elaboração de estratégias tecnológicas e a aquisição/implantação de soluções da <i>Manufatura Avançada</i> pelas empresas.
Formação e capacitação de recursos humanos	Formar capital intelectual para o desenvolvimento de tecnologias da <i>Manufatura Avançada</i> e mão de obra qualificada para atuar no meio acadêmico e empresarial.
Regulação	Reelaborar e criar regulações específicas para processos produtivos, comercialização e uso de produtos, com destaque para segurança e proteção de dados, propriedade intelectual, telecomunicações, contratos, relações trabalhistas, tributação, padrões de conectividade e padronização internacional.
Segurança cibernética	Desenvolver medidas de segurança e proteção de dados e informações contra-ataques cibernéticos (criptografia, firewall etc.).
Estímulos e incentivos às empresas integradoras	Apoiar iniciativas das empresas integradoras para que transmitam estratégias e tecnologias convergentes e habilitadoras, assim como incentivar a formação de recursos humanos para empreender e atuar nas integradoras.
Programas de compras públicas	Estimular a adoção e a criação de soluções digitais, de processos produtivos e de bens mais inteligentes a partir de encomendas tecnológicas via compras públicas.
Atração de recursos humanos altamente capacitados e empreendedores de base tecnológica para o Brasil	Apoiar a vinda de jovens talentos e empreendedores de base tecnológica (“importação de cérebros”) com apoio de programas públicos.
Aquisição de ativos tecnológicos no exterior	Constituir um tecido de empresas com expertises da <i>Manufatura Avançada</i> para apoiar e beneficiar empresas nascidas em outros ambientes.
Incentivo à criação de Startups	Apoiar a criação de <i>Startups</i> como estratégia de desenvolvimento e disseminação de tecnologias convergentes e habilitadoras da <i>Manufatura Avançada</i> .

FONTE: Elaborado pelo autor, baseado em (ABDI, 2017; BRASIL, 2017; 2018; 2020; CNI, 2017; IEDI, 2017).

Além das propostas apresentadas pelas instituições públicas e empresariais, diversas iniciativas técnicas e formativas no campo da *Manufatura Avançada* já foram desenvolvidas e outras estão em andamento nos setores público e privado.

O Sistema Nacional de Aprendizado Industrial (SENAI) protagonizou a formação de competências em *Manufatura Avançada* a partir de iniciativas como o *Despertar 4.0* e o Senai-Cimatec, que buscam inserir e qualificar empresas e trabalhadores no universo da digitalização, automação e integração industrial a partir da mediação de ensino teórico e prático, pautado nos moldes dos testbeds (simulações, testes e demonstrações tecnológicas).

Na mesma direção, SENAI, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) e Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de São Paulo (SEBRAE-SP) criaram conjuntamente em 2022 um programa de consultoria e treinamento para micro, pequenas e médias indústrias de todos os segmentos e em diferentes níveis de maturidade tecnológica do estado de São Paulo, intitulado *Jornada de Transformação Digital*, com a finalidade de identificar oportunidades de melhoria e digitalização para potencializar o desenvolvimento (produtividade e competitividade) das indústrias rumo à chamada Indústria Inteligente.

A Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii) apoia sinergias entre Instituições de Pesquisa Científica e Tecnológica (ICT) e empresas industriais. Institutos focados no desenvolvimento das tecnologias da *Manufatura Avançada* foram credenciados pela Embrapii em áreas de competência para executarem projetos de PD&I em cooperação com empresas. Este é o caso, por exemplo, do Senai-Cimatec, credenciado na área de Soluções Industriais, desenvolvendo projetos nos setores de automação industrial, robótica e otimização de processos industriais. Assim como do Centro de Competência em Manufatura (CCM) do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) que desenvolve projetos na área de Sistemas de Transmissão de Potência, e atua de forma multidisciplinar e integrada nas áreas de Design, Manufatura e Monitoramento e Controle de Sistemas de Transmissão.

Em 2018, o Centro de Competência em Manufatura (CCM) do ITA firmou parceria com o Instituto Fraunhofer para Sistemas de Produção e Tecnologia de Design (IPK) da Alemanha e criou o *Fraunhofer Project Center for Advanced Manufacturing (FPC@ITA)*. A partir dos recursos, conhecimentos e da colaboração das instituições, a iniciativa visa implementar projetos de pesquisa e desenvolvimento voltados para a indústria com foco na cadeia de

processos produtivos e em inovações nas áreas de gestão corporativa, desenvolvimento de produtos, sistemas de produção e tecnologias de fabricação e automação.

Outra iniciativa relevante foi desenvolvida pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) em 2017, com a finalidade de criar novos Centros de Pesquisa em Engenharia focados na *Manufatura Avançada* a partir de acordos de cooperação científica e tecnológica entre instituições de ensino e pesquisa, públicas ou privadas no estado de São Paulo, e empresas ou consórcio de empresas estabelecidas no Brasil. Dentre os Centros de Pesquisa criados a partir desse edital está o *Center for Artificial Intelligence (C4IA)*, financiado pela FAPESP e pela IBM e sediado no prédio do Centro de Pesquisa e Inovação - InovaUSP. Inaugurado em 2020, o C4IA visa desenvolver pesquisa básica e aplicada em Inteligência Artificial (IA), promover estudos sobre seus impactos socioeconômicos e estimular a disseminação e a transferência tecnológica.

Essas são apenas algumas iniciativas relacionadas ao desenvolvimento e à formação de capacidades da *Manufatura Avançada* no Brasil, que demandam esforços e articulações institucionais nos moldes das propostas sintetizadas no Quadro 1.

Outras ações em andamento no setor governamental, acadêmico e empresarial exemplificam a ampliação social desse debate e a proliferação de iniciativas para a difusão e o desenvolvimento das chamadas *tecnologias convergentes e habilitadoras*.

Dentre elas estão iniciativas distribuídas pelo país focadas na formação de recursos humanos, a partir da introdução dos temas das novas tecnologias nas disciplinas de cursos técnicos, graduações e pós-graduações e da criação de novas disciplinas e novos cursos. Nos últimos anos houve, também, a proliferação de congressos, simpósios, *workshops* e outros eventos sobre o tema promovidos em Universidades, instituições públicas e privadas. Além disso, vemos o aumento dos dossiês e das publicações técnico-científicas em periódicos nacionais especializados, da divulgação científica para o público leigo e da divulgação midiática das iniciativas e dos temas relacionados à *Manufatura Avançada* e à *Indústria 4.0*.

O BRASIL E SEUS DESAFIOS

Ao analisar de forma conjuntural os desafios enfrentados pelo Brasil diante do engendramento da RPMA, nota-se que apesar das diversas ações realizadas e das proposições políticas para a difusão e o desenvolvimento das novas tecnologias, pouco se

avançou em relação à construção de uma estratégia nacional unificada e articulada aos distintos setores socioeconômicos. Não obstante aos esforços realizados e ao mérito dos mapeamentos e das recomendações institucionais, não houve a elaboração e a definição efetiva de um plano nacional, de uma política de Estado coordenada e dirigida por representação política de alto nível.

Os movimentos governamentais realizados com a finalidade de construir uma política nacional são contraditórios e pecam pela falta de diálogo e coordenação entre os próprios Ministérios. Por um lado, com base na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI 2016-2022), o MCTIC criou estratégias a partir do conceito *Manufatura Avançada* e, por outro, o MDIC optou pela utilização do termo *Indústria 4.0* e instituiu o Grupo de Trabalho para a *Indústria 4.0* (GTI 4.0), que, a partir de seus debates entre 2017 e 2019, resultou na *Agenda Brasileira para a Indústria 4.0*. Além dos distintos paradigmas conceituais, cada Ministério definiu distintas metas, ações, articulações (setoriais e institucionais) e delegou a si próprio a responsabilidade da implementação e da condução das respectivas estratégias.

De acordo com o IEDI (2018b, p. 22), além da “falta de coordenação entre as instituições públicas entre si e entre elas e o setor privado”, notamos que no caso brasileiro, quando o assunto é

política industrial e tecnológica, um grande problema é a institucionalidade frágil, o que se reflete em documentos e mesmo em decisões que não são efetivamente implementados; políticas sem definição de prioridades; proposição de políticas sem estabelecimento de instrumentos de ação; falta de articulação entre instituições do setor público; falta de cooperação efetiva entre governo e empresariado industrial etc. (IEDI, 2018b, p. 22).

Essa situação está relacionada à fenômenos recentes, como a crise político-econômica que acomete o país desde meados da segunda década dos anos 2000 e à lógica de interesses econômicos vigentes, com forte pressão do setor financeiro e do agronegócio, com ausência de políticas públicas de desenvolvimento e com a carência de investimentos públicos e privados em pesquisa científica, tecnológica e inovação. Essa conjuntura revela que apesar dos esforços e das propostas de estímulo à *Manufatura Avançada* e à *Indústria 4.0*, pouco está sendo efetivado pelo governo. Assim, embora significativas, as propostas apresentadas e as ações praticadas são desarticuladas (algumas delas divergentes entre si) e

limitadas para desenvolver e disseminar estruturalmente as denominadas *tecnologias convergentes e habilitadoras* e proporcionar, de forma generalizada na economia nacional, os ganhos de produtividade, a competitividade e os benefícios sociolaborais almejados.

Porém, alguns fenômenos mais longínquos ajudam a compreender os desafios nacionais relacionados ao desenvolvimento industrial e tecnológico. Nesse sentido, é relevante destacar que nas duas últimas décadas do século XX, diante dos efeitos da crise da dívida externa, da abertura econômica neoliberal e do abandono das políticas industriais desenvolvimentistas, o Brasil assumiu uma estratégia de integração passiva e subordinada à economia mundial, o que representou um retrocesso do seu papel na Divisão Internacional do Trabalho (POCHMANN, 2007).

Apesar das transições políticas ao longo das últimas três décadas e do compromisso com um “social-liberalismo” nos governos petistas, as políticas monetárias e cambiais seguiram as regras da ortodoxia (BOITO JR, 2003). A partir de 2016, com a deflagração da crise político-econômica, a estratégia neoliberal se fortaleceu e acentuou o movimento, já em curso, da desindustrialização, reprimarização das exportações, desnacionalização e dominação financeira sobre a esfera produtiva (FONSECA; CUNHA; BICHARA, 2013).

Nessa direção, Cano (2012) evidencia as consequências para a indústria dessa mudança de política econômica no Brasil e em países da América Latina:

Com os nefastos efeitos, porém, da década perdida de 1980 e os decorrentes da instauração das políticas neoliberais a partir de 1990, a queda da participação da indústria de transformação no PIB para a América Latina em seu conjunto foi grave. Em 1980, houve participações, isto é, cerca de 24% (Argentina e México) e de 33% (Brasil). Os dados entre 2008 e 2010 regridem para aproximadamente 19% no México e na Argentina e a mais aguda, a do Brasil, para 14,6% em 2011 (CANO, 2012, p. 833).

De acordo com Cano (2012), esses dados demonstram a deterioração da industrialização brasileira decorrentes da ausência de políticas de desenvolvimento industrial e da conjugação de juros elevados, falta de investimento, câmbio sobrevalorizado e exagerada abertura comercial. Como consequência temos uma desindustrialização precoce

e nociva que se agrava até a atualidade e que fragiliza o país comprometendo a economia e a geração de postos empregos de qualidade.¹¹

Desde o início dos anos 90 o país vem perdendo sua dinâmica de crescimento industrial e sua consequente geração empregos, resultando em diminuição da renda nacional e irrisória criação de postos de trabalho, em sua maioria de baixa qualificação. Nesse sentido, Pochmann aponta que “os empregos qualificados foram reduzidos, em parte, pela ampliação das importações, pela ausência de novos investimentos e pela reformulação do setor público, além de pelas baixas taxas de expansão do produto” (POCHMANN, 2007, p. 40)

Outro desafio significativo para o engajamento qualificado do Brasil na RPMA está relacionado à heterogeneidade das pequenas, médias e grandes empresas e de seus distintos setores em relação à capacidade de investimento e ao uso de tecnologias. Conforme destacado pela CNI (2016a), a baixa digitalização dos sistemas produtivos, operacionais e organizacionais, principalmente das pequenas e médias empresas, impedem a adoção das novas tecnologias.

Além dos problemas infraestruturais históricos observados no Brasil, a dependência de tecnologias produtivas estrangeiras e, conseqüentemente, a baixa capacidade local para selecionar, assimilar, adaptar e aperfeiçoar tecnologias importadas evidenciam a baixa capacidade de inovação da indústria brasileira. De acordo com Chiarini, o fenômeno microeconômico da baixa aptidão tecnológica, que tem raízes no processo tardio e dependente da industrialização brasileira e nas posteriores estratégias econômicas, é causadora da inércia estrutural da base produtiva nacional (CHIARINI, 2016).

Os desafios internos enfrentados pelo Brasil são agravados pela lógica econômica mundial cada vez mais globalizada e concorrencial, pois os efeitos da RPMA são distintos em países do centro, semiperiferia e periferia. Nesse sentido, Belluzzo evidencia as características dessa desigualdade ao destacar que, por um lado, “a dinâmica dos fluxos financeiros e o aumento dos estoques de riqueza produziram impactos na gestão macroeconômica, geração de empregos e distribuição de renda nos países desenvolvidos”.

¹¹ A participação da indústria de transformação no PIB brasileiro diminuiu ainda mais e atingiu a marca de 11% em 2019. Mais detalhes ver dados publicados pelo IBGE no primeiro trimestre de 2020. Disponível em <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_media/ibge/arquivos/45fodee9a2356f93cc07f05f52a0dc75.pdf>. Acesso em 27 abr. 2021.

Por outro, “a desindustrialização precoce de economias latino-americanas e a industrialização consistente de economias asiáticas alteraram a divisão internacional do trabalho e diferenciaram a periferia capitalista” (BELLUZZO, 2019, p. 2).

Na mesma direção, ao discutir as relações político-econômicas globais relacionadas à divisão internacional do trabalho, Pochmann ressalta que os grandes conglomerados transnacionais centralizam seus investimentos em pesquisa e tecnologia nos países de origem e lá concentram os melhores empregos, os centros de criação e o controle das estratégias produtivas. Como a maioria desses grandes conglomerados tem sua origem nos países desenvolvidos, evidencia-se a discrepância dos investimentos em inovação tecnológica desses países em comparação com os países não desenvolvidos. Além disso, a fragmentação e a “organização da produção em rede mundial motiva o deslocamento de parte do processo produtivo dos países ricos para os pobres, geralmente vinculados às atividades de execução e produção, que demandam ocupações mais simples e rotineiras” (POCHMANN, 2007, p. 8).

Nota-se, portanto, a relação desigual, porém combinada, entre centro, semiperiferia e periferia no desenvolvimento tecnológico, na tomada de decisões, no controle dos processos produtivos, e na distribuição dos postos de trabalho mais qualificados. Essa relação nos remete à compreensão da Divisão Internacional do Trabalho enquanto realização política dos países mais desenvolvidos, principalmente os Estados Unidos, os países da Europa (Alemanha e França) e da Ásia (China e Japão). Em contraposição, os países não desenvolvidos e integrados de forma passiva e subordinada à globalização mantêm-se, de acordo com Santos (1978), como *espaços derivados*.

A cada necessidade imposta pelo sistema em vigor, a resposta foi encontrada, nos países subdesenvolvidos, pela criação de uma nova região ou a transformação das regiões preexistentes. É o que estamos chamando espaço derivado, cujos princípios de organização devem muito mais a uma vontade longínqua do que aos impulsos ou organizações simplesmente locais (SANTOS, 1978, p. 104-105).

Com a RPMA, a tendência não é a alteração dessa lógica, mas a sua intensificação. Temos, por conseguinte, a reafirmação do discurso neoliberal para os países semiperiféricos e periféricos e o acirramento da concorrência entre as economias não desenvolvidas, como é

o caso do Brasil, para atrair os investimentos externos e, conseqüentemente, para a manutenção dos alinhamentos dependentes em relação aos países desenvolvidos, como explica Pochmann (2007, p. 8-9):

Assim, as economias não desenvolvidas transformam-se em uma grande feira mundial de concorrência pelos menores custos de trabalho possíveis a ser visitada por compradores da força de trabalho que representam as grandes corporações transnacionais. Quanto mais dóceis os governos, e submissos à lógica de exploração intensiva de trabalho, mais dependentes são suas políticas macroeconômicas nacionais. De um lado, são colocados em marcha os programas macroeconômicos de integração subordinada e passiva, por meio da adoção de políticas neoliberais de liberalização comercial sem critério, de desregulamentação financeira, de enxugamento do Estado (desvios de funções e dilapidação do patrimônio), de desnacionalização econômica e de especialização produtiva. Com isso, pretende-se estimular a atração de investimentos estrangeiros, o que muitas vezes desincentiva o melhor aproveitamento das oportunidades nacionais.

A forma com que o Brasil se posiciona diante da RPMA definirá qual modelo de desenvolvimento será promovido nacionalmente. Os dois extremos a seguir ajudam a evidenciar a questão: (i) um desenvolvimento pautado numa estratégia nacional de incremento produtivo, tecnológico e organizacional de longo prazo, articulado com os distintos setores econômicos e com foco na aquisição de competitividade, na geração de empregos de qualidade e no enfrentamento das mazelas sociais, ou (ii) um (sub)desenvolvimento periférico, alinhado a interesses internos minoritários e a interesses externos, reprodutor de desigualdades e incapaz de satisfazer as necessidades básicas da população e de combater as iniquidades estruturais da sociedade brasileira.

A escolha da segunda opção tende a agravar os níveis de desigualdade, a acentuar a polarização do mundo do trabalho (amplificando ainda mais os empregos precários) e a subtrair a classe média, por exemplo.

Isso tudo agravado pelo fato de a eliminação e a substituição de empregos promovidas pelas chamadas *tecnologias convergentes e habilitadoras* ocorrerem na faixa média de qualificação, onde o Brasil e os países da América Latina possuem a maior oferta relativa de recursos humanos (CIMOLI; GLIGO; ROVIRA, 2017 apud GIMENEZ; SANTOS, 2019, p. 13). Por conseguinte, de acordo com Gimenez e Santos (2019, p. 25):

o Brasil pode ser um dos países periféricos mais propensos a sofrer impactos das novas tecnologias, aqui tratadas em termos de emprego. Como visto, empregos dos setores médios, com tarefas rotineiras e em atividades meio, são aqueles que tendem a ser mais atingidos pela automação avançada. A estrutura de emprego brasileira conta com forte presença desses empregos, diferentemente de outros países periféricos com estruturas produtivas mais atrasadas e menos diferenciadas. Outra frente atingida pela automação avançada é o transporte e a logística. Em um país continental como o Brasil, são setores densos na estrutura econômica e intensivos em emprego. Poderão ser atingidos sobremaneira pela automação avançada.

Assim, dadas as condições produtivas e laborais do Brasil e a ausência de um plano nacional estratégico e sistêmico de desenvolvimento, a RPMA tende a acentuar o movimento de reconfiguração relacionado à composição, segmentação e heterogeneidade da classe trabalhadora e debilitar o posicionamento do país na Divisão Internacional do Trabalho. Este movimento é condicionado, principalmente, pelos seguintes fenômenos sociopolíticos e laborais: desemprego estrutural, deterioração salarial, “fuga de cérebros”, declínio da proteção sociolaboral, intensificação da rotatividade no emprego, fomento ao trabalho intermitente, autônomo, por conta própria, informal e, portanto, majoração da precariedade laboral.

Nessas condições, tendemos a vivenciar de forma preocupante o agravamento da *desantropomorfização do trabalho* (ANTUNES, 2013; 2018; 2020) e da *hiperindustrialização* (BELLUZZO; GALÍPOLO, 2017) que avançam em todos os setores da economia. Conseqüentemente, o país enfrentará dificuldades para adequar-se às mudanças na natureza do trabalho (nas esferas produtivas e organizacionais), para adequar-se aos novos padrões de emprego, para realocar os trabalhadores em outros setores e atividades, para enfrentar a redução da quantidade e qualidade de empregos, que, de forma geral, potencializam a retração da massa social salarial, a redução da demanda nacional e a elevação das contradições e desigualdades sociais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como vimos, vivenciamos na atualidade a gênese da RPMA, que promove a transformação das forças produtivas e a reconfiguração das relações de produção a partir de novas tecnologias e formas de gestão sustentadas em processos digitais, integrados,

automatizados e controlados. Sua finalidade, direcionada pelos interesses político-econômicos do capital, é criar diferenciais de produtividade e melhorar as condições de concorrência das empresas no mercado local e global.

Apesar de estarmos na fase germinal desse processo, já observamos a introdução das novas tecnologias e seus efeitos produtivos e laborais. *Intra* e *extrafábrica* evidencia-se a introdução de inovações produtivas e organizacionais que promovem a manutenção e a intensificação da lógica concorrencial capitalista. Apontamos que a RPMA é operacionalizada por um *processo enxuto e digitalizado (Lean Production Digital)* articulado a um sistema *Kanban digital-informacional* que tende a alterar profundamente a gestão dos dados da produção e da circulação e as tomadas de decisões das empresas.

Os debates globais sobre a *Indústria 4.0*, a *Manufatura Avançada* e as estratégias políticas de desenvolvimento industrial praticadas por países desenvolvidos motivaram discussões, pesquisas e proposições políticas sobre o assunto no Brasil. Apesar dos esforços realizados por instituições públicas e privadas e das ações praticadas nos distintos setores sociais (governamental, acadêmico e empresarial), pouco se avançou em relação à construção de uma estratégia nacional efetiva.

Fatores historicamente recentes e longínquos foram trazidos à discussão para elencar e analisar os desafios nacionais diante da RPMA. Dentre eles estão fatores propriamente nacionais, relacionados às opções políticas e às deficiências infraestruturais históricas, e fatores relacionados ao posicionamento do Brasil diante da lógica capitalista globalizada. Esses fatores internos e externos estão interrelacionados e se complementam para compor a situação econômica e produtiva atual do país e os desafios nacionais perante a nova fase sociometabólica do capital.

Conforme discutimos, são diversos os desafios nacionais relacionados às condições produtivas e sociolaborais, mas a RPMA está em marcha e seu movimento global e socialmente sistêmico é de continuidade e descontinuidade, pois o novo paradigma tecnológico é criado e mobilizado segundo a lógica concorrencial de mercado, acirrada na globalização atual. Sua tendência é reconfigurar as cadeias produtivas nacionais e transnacionais, a dinâmica econômica global e, conseqüentemente, a Divisão Internacional do Trabalho.

Por isso, a ausência de estratégia política de desenvolvimento nacional efetiva e de longo prazo, alinhada às singularidades socioeconômicas brasileiras e às transformações

paradigmáticas da RPMA, coloca o Brasil numa situação de desvantagem global e de agravamento local de problemas laborais e sociais.

REFERÊNCIAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Inovação, manufatura avançada e o futuro da indústria. Uma contribuição ao debate sobre as Políticas de Desenvolvimento Produtivo**. Brasília/DF, 2017.

ANTUNES, Ricardo. **Os sentidos do trabalho**: ensaio sobre a afirmação e a negação do trabalho. Coimbra: CES/Almedina, 2013.

ANTUNES, Ricardo. **O privilégio da servidão**: o novo proletariado de serviços na era digital. São Paulo: Boitempo, 2018.

ANTUNES, Ricardo. (org.). **Uberização, trabalho digital e indústria 4.0**. São Paulo: Boitempo, 2020.

ARBIX, Glauco et al. O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos. **Novos estudos CEBRAP**, v. 36, n. 3, p. 29-49, 2017. Disponível em: <[10.25091/S0101-3300201700030003](https://doi.org/10.25091/S0101-3300201700030003)>. Acesso em: 7 jul. 2022.

BELLUZZO, Luiz Gonzaga. **O Capital e suas metamorfoses**. São Paulo: Editora Unesp, 2013.

BELLUZZO, Luiz Gonzaga. Globalização desigual e combinada. **Revista Brasileira de Economia Social e do Trabalho**, v. 1, e01900, p. 1-35, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.20396/rbest.v1i0.12321>>. Acesso em: 12 jul. 2022.

BELLUZZO, Luiz Gonzaga; GALÍPOLO, Gabriel. Globalização desigual e combinada. **Texto para Discussão Unicamp**. 2017, n. 310. Disponível em: <<https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/artigos/3539/TD310.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2022.

BOITO JR, Armando. A hegemonia neoliberal no governo Lula. **Crítica Marxista**. Rio de Janeiro, v. 17, p. 9-35, 2003.

BRASIL. Governo Federal, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços; Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Perspectivas de especialistas brasileiros sobre a manufatura avançada no Brasil**: um relato de workshops realizado em sete capitais brasileiras em contraste com as experiências internacionais. Brasília: MDIC/MCTIC, 2016a.

BRASIL. Governo Federal, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação: 2016-2022: ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento econômico e social.** Brasília: MCTIC, 2016b.

BRASIL. Governo Federal, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Plano de CT&I para Manufatura Avançada no Brasil – ProFuturo Produção do Futuro.** Brasília: MCTIC, 2017.

BRASIL. Governo Federal, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Agenda Brasileira para a Indústria 4.0.** Brasília: MDIC, 2018. Disponível em: <<http://www.industria40.gov.br>>. Acesso em: 13 mai. 2021.

BRASIL. Governo Federal, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Plano de ação de CT&I para tecnologias convergentes e habilitadoras. Volume IV - Manufatura Avançada.** Brasília: MCTIC, 2020.

CANO, Wilson. A desindustrialização no Brasil. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 21, Número Especial, p. 831-851, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/ecos/article/view/8642273>>. Acesso em: 7 jul. 2022.

CHIARINI, Tulio. A inércia estrutural da base produtiva brasileira: o IDE e a transferência internacional de tecnologia. **Revista de Economia Política**, v. 36, n. 2 (143), p. 286-308, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0101-31572016v36n02a03>>. Acesso em: 12 jul. 2022.

CNI - Confederação Nacional da Indústria. **Sondagem especial 66: Indústria 4.0.** 2016a. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-66-industria-4-0/>>. Acesso em: 7 jul. 2022.

CNI - Confederação Nacional da Indústria. **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil.** Brasília: CNI, 2016b. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-para-industria-4-0-no-brasil/>>. Acesso em: 7 jul. 2022.

CNI - Confederação Nacional da Indústria. **Oportunidades para a Indústria 4.0: aspectos da demanda e oferta no Brasil.** Brasília, 2017. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/2/oportunidades-para-industria-4-0-aspectos-da-demanda-e-oferta-no-brasil/>>. Acesso em: 7 jul. 2022.

CROCCO, Fábio Luiz Tezini. Metamorfoses da globalização e a Reestruturação Produtiva da Manufatura Avançada. **Cadernos CEAS - Revista Crítica de Humanidades**, v.46, n.253: 359-387, 2021. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.25247/2447-861X.2021.n253.p359-387>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

FONSECA, Pedro Cezar Dutra; CUNHA, André Moreira; BICHARA, Julimar da Silva. O Brasil na Era Lula: retorno ao desenvolvimentismo?. **Nova Economia**, v. 23, n. 2, p. 403-428, 2013. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0103-63512013000200006>>. Acesso em: 7 jul. 2022.

GIMENEZ, Denis Maracci; SANTOS, Anselmo Luís. Indústria 4.0, manufatura avançada e seus impactos sobre o trabalho. **Texto para Discussão**. Unicamp. IE, Campinas, n. 371, 2019. Disponível em: <<https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/artigos/TD/TD371.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

HARVEY, David. **A condição pós-moderna**. São Paulo: Loyola, 1995.

IEDI - Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial. **Indústria 4.0: Desafios e Oportunidades para o Brasil**. Carta IEDI, Edição 797, 2017. Disponível em: <https://www.iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_797.html>. Acesso em: 7 jul. 2022.

IEDI - Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial. **Indústria 4.0 em perspectiva comparada**. Análise IEDI, Inovação, 2018a. Disponível em: <https://iedi.org.br/artigos/top/analise/analise_iedi_20180705_inovacao.html>. Acesso em: 7 jul. 2022.

IEDI - Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial. **Políticas para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil**. 2018b. Disponível em: <https://iedi.org.br/media/site/artigos/20180710_politicas_para_o_desenvolvimento_da_industria_4_o_no_brasil.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2022.

IEL - Instituto Euvaldo Lodi. **Síntese dos resultados. Volume 2 - desafios e recomendações. Indústria 2027: riscos e oportunidades para o Brasil diante das inovações disruptivas**. Brasília: IEL/NC, 2018. Disponível em: <https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/8c/13/8c13f007-35c7-4fa2-89e9-3550bca42a16/sintese_dos_resultados.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2022.

MANDEL, Ernest. **O capitalismo tardio**. Trad. Carlos Eduardo Silveira Mato, Regis de Castro Andrade e Dinah de Abreu Azevedo. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

NEWLANDS, Gemma. Algorithmic Surveillance in the Gig Economy: The Organization of Work through Lefebvrian Conceived Space. **Organization Studies** 42, no. 5 (May 2021): 719–37. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/0170840620937900>>. Acesso em: 7 jul. 2022.

POCHMANN, Márcio. **O emprego na globalização**. 3. ed. São Paulo: Boitempo, 2007.

SANTOS, Milton. **O trabalho do geógrafo no Terceiro Mundo**. São Paulo: Hucitec, 1978.

ZUBOFF, Shoshana. Big Other: Surveillance Capitalism and the Prospects of an Information Civilization. *Journal of Information Technology*, v. 30, n. 1, p. 75-89, 2015. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/10.1057/jit.2015.5>>. Acesso em: 7 jul. 2022.

Dados do autor

Fábio Luiz Tezini Crocco

Professor do Departamento de Humanidades (IEFH) do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e membro do Laboratório de Cidadania e Tecnologias Sociais (LabCTS). É doutor em Ciências Sociais pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), na linha de pesquisa Determinações do Mundo do Trabalho, com estágio doutoral no Centro de Estudos Sociais (CES), vinculado à Universidade de Coimbra em Portugal (2014). Possui graduação em Ciências Sociais - Bacharelado (2005) e Licenciatura (2006) - e mestrado em Filosofia pela UNESP (2008). Atua com foco na Sociologia do Trabalho, nos estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e na Teoria Crítica. E-mail: fabioftc@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1796-3060>.