



O IMPACTO DA ORIGEM DO CAPITAL NO PROCESSO DE DIGITALIZAÇÃO DAS EMPRESAS BRASILEIRAS

Palavras-Chaves: Digitalização, Origem do Capital, Cadeias Globais de Valor

Autores(as):

Pedro Abilio Volpato de Matos, IE - UNICAMP

Prof. Dr. Roberto Alexandre Zanchetta Borghi (orientador), IE - UNICAMP

INTRODUÇÃO:

Desde meados de 2010, tem sido observada uma forte aceleração na tendência ao progresso técnico e organizacional da indústria, tal qual ocorreu em outras revoluções industriais ao longo da história. Essa série de transformações na estrutura industrial recebeu o nome de Indústria 4.0, após a utilização do termo *Industrie 4.0* em um projeto estratégico de estímulo à promoção da informatização da produção e da integração de dados do governo alemão divulgado na “Feira de Hannover”, em abril de 2013, e se baseia em nove pilares de tecnologias digitais: *big data* e *analytics*, robôs autônomos, simulação, integração de sistemas horizontal e vertical, *internet das coisas* industrial, cibersegurança, armazenagem em nuvem, manufatura aditiva e realidade aumentada (Rüßmann et al., 2015). Por sua vez, essas tecnologias se dividem em quatro tipos fundamentais de tecnologias disruptivas: as tecnologias de conectividade, dados e poder computacional; as tecnologias de análise e inteligência; as tecnologias de interação homem -máquina; e, por último, as tecnologias de engenharia avançada (McKinsey & Company, 2022). Ou seja, a quarta revolução industrial pode ser caracterizada como um conjunto de máquinas, sistemas de armazenagem e instalações produtivas que, ligadas à internet, seriam capazes de coletar, analisar e trocar informações, além de cooperar de forma autônoma (Albertin et al., 2017; Brun, Gereffi e Zhan, 2019).

Nesse sentido, a adoção das tecnologias digitais por parte das empresas industriais tende a gerar importantes transformações estruturais. Além de gerar importantes ganhos de produtividade, capacitação e flexibilidade na esfera industrial, o processo de digitalização tende a provocar modificações significativas nas cadeias globais de valor (CGVs) e nos fluxos de capitais internacionais. Desse modo, torna-se essencial compreender o impacto dessas disrupções na realidade das atividades industriais das empresas atuantes no Brasil, evidenciando o impacto da origem do capital no processo de adoção de tecnologias digitais. Logo, torna-se especialmente necessário compreender quais os impactos da digitalização numa economia cuja estrutura industrial é bastante heterogênea e que possui uma elevada participação de empresas estrangeiras desde o início de seu processo de industrialização, tal qual é a realidade da economia brasileira.

METODOLOGIA:

O objetivo dessa pesquisa de iniciação científica é investigar o grau de adoção de tecnologias digitais por parte de empresas industriais brasileiras. Para isso, dividiu-se essas empresas entre as de capital nacional e estrangeiro para definir se há ou não uma diversidade no grau de digitalização desses grupos de empresas. A pesquisa foi composta de duas etapas principais. Na primeira delas, realizou-se uma revisão de literatura com enfoque sobre a importância da origem do capital acerca do processo de digitalização, com base em artigos científicos e livros acadêmicos, bem como na análise de relatórios internacionais.

Em seguida, foi realizado um estudo empírico a partir dos microdados obtidos em pesquisa de campo realizada pelo Grupo de Indústria e Competitividade (GIC). Ela foi conduzida por pesquisadores do IE-UFRJ,



IE-Unicamp e PPGE-UFF e tem como experiência pioneira o projeto “Indústria 2027” da Confederação Nacional da Indústria (CNI) e do Instituto Euvaldo Lodi (IEL). Buscou-se compreender quais os riscos e oportunidades de adoção de tecnologias emergentes por 760 empresas industriais brasileiras (IEL/CNI *et al.*, 2018) tanto no presente, quando a pesquisa foi realizada, quanto no futuro, dada a previsão das próprias empresas para o prazo de dez anos em relação à geração digital em que pretendiam estar. Posteriormente, em 2020, foi aplicado questionário semelhante (I2030) ao de 2017 para 982 empresas industriais brasileiras, de diversos portes e setores, de modo a caracterizar o estado atual de aplicação das tecnologias digitais com base nas percepções do respondente sobre seus usos atual e futuro. O grau de digitalização foi verificado em três funções empresariais, isto é, relacionamento com fornecedores, gestão de produção e relacionamento com clientes e as empresas foram classificadas em seus respectivos sistemas produtivos com base na CNAE 2.0. Por fim, foi realizado um recorte com base nesses dados por origem de capital, verificando se ela está ou não relacionada à adoção de tecnologias digitais mais avançadas. Nesse cenário, as empresas brasileiras foram classificadas segundo quatro gerações digitais (G1, G2, G3, G4), sendo: G1: automação pontual e não integrada; G2: tecnologias digitais parcialmente integradas em algumas linhas ou áreas da empresa; G3: plataformas de automação integradas na planta produtiva; G4: plataformas inteligentes e integradas, inclusive na cadeia de produção da empresa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Um estudo da UNIDO (2021), com uma amostra de 658 firmas operando em setores industriais em Gana, Tailândia e Vietnã, estratificada por tamanho da firma, setor e geração tecnológica, encontrou que a participação das firmas nas CGVs apresenta uma associação positiva bastante significativa com a adoção de tecnologias digitais. Nesse cenário, as CGVs funcionariam como um canal para a adoção de tecnologias mais avançadas, porque haveria efeitos de aprendizado e desenvolvimento de capacidades avançadas por meio da integração com redes produtivas transnacionais. No entanto, a propriedade estrangeira não possuiria uma relação importante com relação à adoção dessas tecnologias (Delera *et al.*, 2021).

Outro estudo empírico, baseado numa amostra de 22.100 subsidiárias estrangeiras grandes e médias do setor industrial localizadas na Polônia e divididas segundo o nível tecnológico, buscou caracterizar o papel das subsidiárias de empresas estrangeiras como veículos da adoção de tecnologias digitais. A atuação das subsidiárias no processo de digitalização ocorreria de três formas: i) a decisão das matrizes entre transferir tecnologias avançadas para suas filiais estrangeiras ou se apropriar delas; ii) a capacidade inovativa da subsidiária estrangeira; e iii) a imersão da subsidiária no ambiente econômico local, por meio das relações sociais com consumidores, fornecedores, competidores, universidades, centros de pesquisa e corpos administrativos. A conclusão do estudo foi a de que a imersão da subsidiária estrangeira no mercado local é o fator mais determinante na adoção das tecnologias da Indústria 4.0. Além disso, a transferência de conhecimento das matrizes apresentou uma relação positiva, mas somente nos casos em que as filiais se estabeleceram no mercado doméstico via *greenfield*. Por último, não se obteve impactos significativos por parte da capacidade inovativa da subsidiária estrangeira (Jankowska, Götz e Tarka, 2021).



Distribuição das empresas por tipo e geração digital (I2020-2030)			
	Nacional	Multinacional	
IAA	G1	54.7% (n = 475)	51.9% (n =70)
	G2	27.2% (n= 236)	24.4% (n =33)
	G3	17.2% (n= 149)	22.2% (n =30)
	G4	0.9% (n =8)	1.5% (n =2)
	Total	100% (n=868)	100% (n=135)
IAF	G1	38.2% (n=332)	32.6% (n=44)
	G2	27.0% (n=234)	23.7% (n=32)
	G3	28.0% (n=243)	34.8% (n=47)
	G4	6.8% (n=59)	8.9% (n=12)
	Total	100% (n=868)	100% (n=135)

Fonte: Elaboração própria com base nos microdados da pesquisa I2030, explicitada na seção metodológica.

IAA = índice de adoção atual (geração digital declarada pela empresa no momento da pesquisa); IAF = índice de adoção futura (geração digital declarada pela empresa para até 10 anos do momento da pesquisa, ponderada pelos esforços que estejam sendo feitos pela empresa nessa direção).

No que se refere aos dados obtidos pela pesquisa empírica do projeto I2030, é possível retirar alguns resultados com base na tabela acima. Assim, ao comparar a geração digital das empresas com relação à adoção digital atual (IAA) e a adoção digital futura (IAF), percebe-se uma clara noção de avanço no processo de digitalização esperado até o ano de 2030. Nesse sentido, essa percepção se mostra verdadeira tanto para empresas nacionais quanto multinacionais, com uma tendência semelhante. Com relação a diversidades no processo de adoção das tecnologias digitais entre empresas nacionais e estrangeiras, diferentemente do que foi apresentado pelo estudo da UNIDO (2021), nota-se que há uma leve predominância das empresas estrangeiras no processo de adoção das tecnologias 4.0.

Ao se comparar os dados agregados das empresas em G1 e G2 e daquelas em G3 e G4, fica evidente que as empresas de capital externo apresentam uma maior digitalização. Desse modo, enquanto 81,9% das empresas nacionais estão em G1 ou G2, esse número é mais reduzido no caso das empresas estrangeiras: 76,3%. No que se refere aos dados para as empresas que estão em G3 ou G4, observa-se que elas são 18,1% das empresas nacionais, mas são 23,7% no caso das empresas multinacionais; isto é, estão em maior quantidade proporcionalmente no caso das últimas. Por fim, é perceptível quando se olha para os dados previstos para 2030 que essa desigualdade entre empresas nacionais e multinacionais no processo de adoção das tecnologias digitais tende a se agravar. Nesse sentido, no caso das empresas nacionais, a parcela delas que se encontra nas gerações mais avançadas de digitalização (G3 e G4) tende a avançar de 18,1% para 34,8% da amostra. Por sua vez, no caso das empresas de capital externo, essa parcela da amostra deve ir de 23,7% para 43,7%, ampliando a diferença com relação às empresas de capital doméstico.

Portanto, esses dados parecem indicar que existe uma influência da origem do capital no processo de digitalização das empresas brasileiras. Essa influência adviria, sobretudo, da maior integração das empresas multinacionais nas CGVs, que facilitaria o influxo dessas tecnologias avançadas desde as matrizes. No entanto, dada a heterogeneidade estrutural e o subdesenvolvimento característico da economia brasileira, torna-se evidente que tanto para empresas domésticas quanto multinacionais o que se observa é um relativo atraso no processo de digitalização. Desse modo, mesmo no que se refere às expectativas para 2030, uma parcela majoritária das



empresas industriais ainda se encontraria em gerações de tecnologia digital menos avançadas (G1 ou G2) para os dois tipos de empresa¹.

¹Ademais, elementos da pesquisa de iniciação científica realizada também contribuíram para o desenvolvimento de um artigo em colaboração com pesquisadores do Grupo de Indústria e Competitividade (GIC), intitulado “The digitalization of the Brazilian industry: an analysis of company’s digital adoption according to capital origin” e apresentado na conferência da Society for the Advancement of Socio-Economics (SASE) de 2023, no qual resultados mais detalhados sobre a influência da origem do capital sobre a adoção digital na realidade brasileira são apresentados (Borghi *et al.*, 2023).

CONCLUSÕES:

Desse modo, é importante destacar que os estudos demonstram a existência de um forte impacto da integração das empresas nas CGVs no processo de adoção das tecnologias digitais. Nesse sentido, seriam garantidos ganhos de aprendizagem e o desenvolvimento de capacidades avançadas, além de ser destacado o papel das subsidiárias estrangeiras no processo de transmissão dessas tecnologias. No entanto, também se mostra evidente que, para que essas tecnologias digitais sejam incorporadas numa economia periférica, como é o caso da brasileira, deve ocorrer uma imersão entre as empresas ligadas às CGVs e uma cadeia de fornecedores ligadas à economia local. Portanto, a integração da economia doméstica com o setor externo tende a gerar importantes avanços no sentido da digitalização, inclusive por meio da maior presença de empresas de capital externo, que tendem a apresentar um maior grau de adoção de tecnologias digitais, tal qual também já colocado. No entanto, as heterogeneidades características de economias como a brasileira produzem um cenário em que mesmo essas empresas tendem a se encontrar em gerações mais atrasadas de tecnologias 4.0.

Assim, a baixa correlação entre a incorporação de tecnologias digitais e a capacidade inovativa das subsidiárias de transnacionais presentes em países subdesenvolvidos se deve ao seu baixo investimento em P&D. Nesses casos, os produtos apresentam menor valor agregado, sendo o trabalho pouco qualificado e o custo reduzido (Andreoni *et al.*, 2021); por conseguinte, as atividades inovativas objetivam adaptar os produtos às realidades locais (Tessarín, Suzigan e Guilhoto, 2020) e não utilizar esses mercados como fontes de ganhos de conhecimento e inovatividade. Desse modo, como o investimento em atividades de P&D é reduzido e há pouca inovação de produto e de processo nos países subdesenvolvidos, então a própria capacidade inovativa das empresas, tanto nacionais quanto multinacionais, é prejudicada, apresentando um papel menor no sentido de gerar uma maior adoção de tecnologias digitais. Isso ocorre porque essas possuem uma autonomia para desenvolvimento tecnológico bastante limitada.

Por sua vez, conforme destacado pelo estudo anterior, mesmo quando há atualização tecnológica, ocorre a necessidade de se internalizar o conhecimento via imersão com empresas locais de modo a evitar que haja apenas uma ampliação nas heterogeneidades estruturais das economias sem integrar tecnologicamente os diversos setores. Nesse sentido, os produtores dos países subdesenvolvidos são dependentes da transmissão de tecnologias por parte das empresas líderes das CGVs, dada a reduzida autonomia inovativa. Ocorre, portanto, uma elevada dependência das decisões de investimento externas. No entanto, a maior fragmentação das CGVs ocasionada pelas tecnologias 4.0 (Andreoni *et al.*, 2021) pode reduzir a imersão das empresas locais com as subsidiárias estrangeiras, prejudicando a difusão das inovações tecnológicas (Jankowska, Götz e Tarka, 2021). Além disso, também podem se aprofundar os processos de *reshoring* e *insourcing*, desintermediando as economias periféricas das CGVs, importante mecanismo de transmissão de inovações tecnológicas (Brun, Gereffi e Zhan, 2019). As implicações desse processo para o desenvolvimento industrial nos países periféricos e, em especial, para o Brasil são bastante profundas. A desigualdade tecnológica, já existente, pode se aprofundar ainda mais em nível global. Logo, as tecnologias associadas à Indústria 4.0 podem ser um importante instrumento para avançar nas CGVs,



mas apenas quando são induzidas corretamente e as condições requeridas para seu desenvolvimento são garantidas (Jankowska, Götz e Tarka, 2021).

BIBLIOGRAFIA

ALBERTIN, Marcos Ronaldo; ELIENESIO, Maria Luiza B.; AIRES, Aline S.; ARAGÃO JUNIOR, Dmontier P. **Principais inovações tecnológicas da Indústria 4.0 e suas aplicações e implicações na manufatura**. XXIV Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru: 2017.

ANDREONI, Antonio; BARNES, Justin; BLACK, Anthony; STURGEON, Timothy. Digitalization, Industrialization and Skills Development. In ANDREONI, Antonio; MODLIWA, Pamela; ROBERTS, Simon; TREGENNA, Fiona. **Structural Transformation in South Africa: The Challenges of Inclusive Industrial Development in a Middle-Income Country**, p. 261-285. Oxford University Press. New York: 2021.

BORGHI, Roberto A. Z.; URRACA-RUIZ, Ana; TORRACCA, Julia; MATOS, Pedro A. V.; MACHADO, Tatiana V. F. **The digitalization of the Brazilian industry: an analysis of company's digital adoption according to capital origin**. 35th SASE Annual Conference, Rio de Janeiro, July 2023.

BRUN, Lukas C.; GEREFFI, Gary; ZHAN, James. The "lightness" of Industry 4.0 lead firms: implications for global value chains. In BIANCHI, Patrizio; DURÁN, Clemente R.; LABORY, Sandrine. **Transforming Industrial Policy for the Digital Age: Production, Territories and Structural Change**, p. 37-67. Edward Elgar Publishing. Cheltenham: 2019.

DELERA, Michel; PIETROBELLI, Carlo; CALZA, Elisa; LAVOPA, Alejandro. **Does value chain participation facilitate the adoption of Industry 4.0 technologies in developing countries?** UNIDO. Viena: 2021.

IEL/CNI *et al.* **Industry 2027: risks and opportunities for Brazil in the face of disruptive innovations**. Final report: Building the Future of Brazilian Industry, IEL/CNI. Brasília: 2018.

JANKOWSKA, Barbara; GÖTZ, Marta; TARKA, Piotr. **Foreign subsidiaries as vehicles of industry 4.0: The case of foreign subsidiaries in a post-transition economy**. International Business Review 30. Elsevier, 2021.

McKINSEY & COMPANY. What is industry 4.0, the Fourth Industrial Revolution, and 4IR? Artigo publicado em 17 de agosto de 2022 e disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explains/what-are-industry-4-0-the-fourth-industrial-revolution-and-4ir>. Acesso em 25 de junho de 2023.

RÜBMANN, Michael; LORENZ, Markus; GERBERT, Philipp; WALDNER, Manuela; ENGEL, Pascal; HARNISCH, Michael; JUSTUS, Jan. **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**. The Boston Consulting Group. 2015.

TESSARIN, Milene S.; SUZIGAN, Wilson; GUILHOTO, Joaquim J. M. **Cooperação para inovar no Brasil: diferenças segundo a intensidade tecnológica e a origem do capital das empresas**. Estud. Econ., v. 50, n. 4, p. 671-704. 2020.
