61
Dezembro | 2019

RADAR

Tecnologia, Produção e Comércio Exterior

ipea

Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura

61
Dezembro | 2019

RADAR

Tecnologia, Produção e Comércio Exterior

ipea

Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura

Governo Federal

Ministério da Economia
Ministro Paulo Guedes

ipea **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

Fundação pública vinculada ao Ministério da Economia, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente
Carlos von Doellinger

Diretor de Desenvolvimento Institucional
Manoel Rodrigues Junior

Diretora de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia
Flávia de Holanda Schmidt

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas
José Ronaldo de Castro Souza Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais
Nilo Luiz Saccaro Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura
André Tortato Rauen

Diretora de Estudos e Políticas Sociais
Lenita Maria Turchi

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais
Ivan Tiago Machado Oliveira

Assessora-chefe de Imprensa e Comunicação
Mylena Fiori

Ouvidoria: http://www.ipea.gov.br/ouvidoria
URL: http://www.ipea.gov.br

RADAR

Tecnologia, produção e comércio exterior

Editor responsável
Rafael Leão

Radar : tecnologia, produção e comércio exterior / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset). – n. 1 (abr. 2009) - . - Brasília : Ipea, 2009-

Quadrimestral
ISSN: 2177-1855

1. Tecnologia. 2. Produção. 3. Comércio Exterior. 4. Periódicos. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset).

CDD 338.005

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2019

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).
Acesse: http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério da Economia.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO **5**

SOCIETAL CHALLENGES AT HORIZON 2020 **7**
Graziela Ferrero Zucoloto
Larissa de Souza Pereira
Leonardo de Mello Szigethy de Jesus

CENTER FOR TECHNOLOGY AND SOCIETY (ZTG): SCENARIO, LESSONS, AND LEARNINGS **13**
Graziela Ferrero Zucoloto

RESENHA DO LIVRO *ENCOMENDAS TECNOLÓGICAS NO BRASIL: GUIA GERAL DE BOAS PRÁTICAS* *19*
Rafael Leão

PROPENSÃO À AUTOMAÇÃO DAS TAREFAS OCUPACIONAIS NO BRASIL **23**
Luis Claudio Kubota
Aguinaldo Nogueira Maciente

ELASTICIDADE-PREÇO E ELASTICIDADE-RENDA DE PASSAGEIROS POR MODO DE TRANSPORTE PARA PROJEÇÃO DE MATRIZES ORIGEM-DESTINO NACIONAL **29**
Fabiano Mezadre Pompermayer
Gabriel Gouvêa Rabello
Rennaly Patricio Sousa
João Gabriel de Moraes Souza
Isaque Daniel Eberhardt

APRESENTAÇÃO

A edição nº 61 do *Radar* resgata a linha editorial vigente até a edição de nº 59 e a combina com a sugestão de inovação da edição nº 60. Com isso, o boletim *Radar* mescla os dois modelos, permitindo a coexistência de resenhas de livros e pesquisas prioritariamente – mas não exclusivamente – publicados pelo Ipea (esta é a inovação trazida pela edição nº 60) com textos de elaboração própria dos autores que tenham a finalidade de divulgar pesquisas já realizadas, antecipar resultados de pesquisas em andamento, ou ainda tratar de temas pontuais de relevância para o debate público.

Esta edição conta com cinco textos: três explicitamente voltados para o tema inovação e políticas de inovação (artigos 1, 2 e 3); um voltado para o tema da automação e seus impactos sobre o mercado de trabalho (artigo 4); e um voltado para as políticas de transporte (artigo 5).

O primeiro artigo, *Societal challenges at Horizon 2020*, analisa a relação entre pesquisa e inovação (P&I) e as necessidades concretas da sociedade na Comunidade Europeia. Para tanto, os autores Graziela Ferrero Zucoloto, Larissa de Souza Pereira e Leonardo de Mello Szigethy de Jesus analisam os desafios societais (*societal challenges* – SCs) do Horizon 2020 (H2020), o maior programa de apoio à pesquisa e desenvolvimento da União Europeia. Com base em programas e projetos de SCs, os autores tentam identificar quais problemas da sociedade europeia estão realmente sendo priorizados pelo financiamento de P&I e como seus desafios são definidos e apoiados.

No segundo artigo, intitulado *Center for Technology and Society (ZTG): scenario, lessons, and learnings*, a pesquisadora Graziela Ferrero Zucoloto mostra como funciona o Centro de Tecnologia e Sociedade (Zentrum Technik und Gesellschaft – ZTG), centro de pesquisa central da Universidade Técnica de Berlin (Technische Universität Berlin – TUB). Criado em 1995 para permitir pesquisas interdisciplinares, o ZTG realiza projetos com pesquisadores de diversas áreas, além de indivíduos, grupos e instituições da sociedade civil, empresas e governo. Embora sua missão original fosse facilitar a interdisciplinaridade nos departamentos da TUB, a autora demonstra que o ZTG evoluiu com o tempo e instituiu áreas de pesquisa próprias, atuando como líder de projeto e estabelecendo parceria com outras instituições.

O terceiro artigo é uma resenha do livro *Encomendas Tecnológicas no Brasil: guia geral de boas práticas*. O livro, elaborado por André Rauen e Caio Márcio Barbosa, apesar de ser muito técnico e específico para o gestor público, traz conceitos relevantes para o debate da política de inovação e o debate da política fiscal. Ao demonstrarem que a encomenda tecnológica (Etec) é não só um instrumento de apoio à inovação, mas também uma ferramenta de compra pública, os autores trazem à tona o debate sobre a qualidade do gasto público brasileiro.

O texto *Propensão à automação das tarefas ocupacionais no Brasil* expõe o difícil debate sobre a automação e a extinção de postos de trabalho no futuro próximo. Utilizando uma metodologia inovadora, os autores Luis Claudio Kubota e Aguinaldo Nogueira Maciente ordenaram as ocupações do mercado de trabalho brasileiro em termos de potencial de automação, além de quantificarem e classificarem os empregos formais no Brasil em termos de risco de automação. O artigo também reconstruiu a evolução histórica da composição do emprego formal entre 2003 e 2017, segundo quartis de potencial de automação da ocupação, vislumbrando identificar o risco geral de automação no mercado de trabalho formal do país.

O quinto texto, sobre política de infraestrutura de transporte, intitulado *Elasticidade-preço e elasticidade-renda de passageiros por modo de transporte para projeção de matrizes origem-destino nacional*, amplia o entendimento das preferências dos usuários do setor de transporte de passageiros no Brasil, ao projetar a utilização futura de modos alternativos de transporte e fluxo de passageiros no país. Essas projeções, elaboradas por Fabiano Mezadre Pompermayer, Gabriel Gouvêa Rabello, Rennaly Patricio Sousa, João Gabriel de Moraes Souza e Isaque Daniel Eberhardt, formarão as matrizes origem-destino de passageiros para o período que se iniciará em 2020 e irá até 2050.

Rafael Leão
Especialista em políticas públicas e gestão governamental na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset) do Ipea e editor deste *Radar*

SOCIETAL CHALLENGES AT HORIZON 2020[1]

Graziela Ferrero Zucoloto[2]
Larissa de Souza Pereira[3]
Leonardo de Mello Szigethy de Jesus[4]

ABSTRACT

This note aims to contribute to the debate about the relationship between technology, innovation and societal challenges (SCs). It analyzes how research and innovation (R&I) is related to societal needs in the European Community. In order to do so, this note reviews the SCs, pillar 3 of Horizon 2020 (H2020), the largest European R&I support program. Based on SC programs and projects, it analyzes which problems of European society are actually being prioritized by R&I funding, and how their challenges are defined and supported.

Keywords: Europe; funding; technology; Horizon 2020; societal challenges.

1 SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETAL CHALLENGES

Science and technology are responsible for the great achievements of mankind throughout history, especially in sectors such as health, transport, communication and energy. However, although all society is positively impacted by technological evolution, we observe strong differences in technological investments and access to technology per sectors, regions and also per groups of citizens. Besides, in many cases, high investments in science and technology aims the development of superfluous goods, while social needs, which could be minimized with technological aid, do not appear as a priority.

This mismatch between technological development and societal needs has been pointed out by some authors. As Mazzucato (2018, p. 9) reminded us:

> Nelson's work on The Moon and the Ghetto asked the demanding question of why innovation has resulted in such difficult feats as landing a man on the moon, and yet continues to be so terribly disorganized and technologically unsavvy in dealing with the more earthly problems of poverty, illiteracy, and the emergence of ghettos and slums. He argued that while politics was partly the culprit, the real problem was that a purely scientific and technological solution could not solve such problems. There is a greater need to combine understandings of sociology, politics, economics and technology to solve these problems.

Recently, *Nature* challenged policymakers and society in general in one of its editorials:

> scientists in the United States and elsewhere ought to address the needs and employment prospects of taxpayers who have seen little benefit from scientific advances. (…) The needs of millions of people in the United States (and billions of people around the world) are not well enough served by the agendas and interests that drive much of modern science (Researchers…, 2017).

Thus, scientists and scientific organizations should get out of their bubbles and pay attention to social problems and to how science can help to solve them (Negri, 2018).

1. The complete version of this analysis will be available in Portuguese and English at: <www.ipea.gov.br>.

2. Researcher at the Department of Sectorial Policies and Studies, Innovation and Infrastructure (Diset) at Ipea. E-mail: <graziela.zucoloto@ipea.gov.br>.

3. Researcher assistant at Diset/Ipea. E-mail: <larissa.pereira@ipea.gov.br>.

4. Researcher assistant at Diset/Ipea. E-mail: <leonardo.szigethy@ipea.gov.br>.

Based on these reflections, it is important to understand the relationship between technology, innovation and societal challenges (SCs). This note aims to contribute to this debate, analyzing the relationship between research and innovation (R&I) and societal needs in the European Community. In order to do so, it reviews the SCs, pillar 3 of Horizon 2020 (H2020), their largest R&I support program. Based on SC programs and projects, it analyzes which problems of European society are actually being prioritized by R&I funding, and how their challenges are defined and supported.

2 HORIZON 2020

Horizon 2020 is the largest R&I program in the European Union (EU). Its estimated budget was € 77 million for the period from 2014 to 2020 and its funding opportunities are defined in work programs, drawn up with the participation of industry, researchers and civil society. Universities, research institutions, small and large companies, charities and self-employed researchers from EU Member States are eligible for funding. Non-EU countries can also participate (Frenk et al., 2015). Its resources are mostly allocated competitively through public calls, based on scientific excellence, alignment with strategic objectives, geographical diversity and marketing potential.

H2020 is based on three pillars (European Commission, 2014):

1) *Excellent Science* aims to exploit the EU's potential in research and innovation, increasing its competitiveness on a global scale. Activities are forward-looking, developing long-term skills and providing support to emerging talent across the EU and associated countries. The estimated budget for this pillar was € 24.44 million, which represents 31.7% of H2020 resources.
2) *Industrial Leadership*, to accelerate the development of technologies that will sustain the businesses of the future and collaborate with the innovation of medium and small enterprises (MSE). The estimated budget for this pillar was € 17.02 million, which represents 22.1% of H2020 total resources.
3) *Societal Challenges* addresses the main concerns shared by citizens in Europe and elsewhere. The estimated budget for this pillar was € 29.68 million, which represents 38.5% of H2020 resources. This is the pillar with most estimated budges, which suggests the relevance of support R&I to solve the demands of society.

In addition, there are two specific objectives, 'Spreading Excellence and Widening Participation' and 'Science with and for Society', which includes the recruitment of new talents for science, and also resources to the European Institute of Innovation and Technology and Non-nuclear direct actions. Together, the estimated budget for these areas were € 5.89 million, or 7.7% of total H2020.

3 SCs: WHAT ARE THE PRIORITIES?

The SCs, third pillar of H2020, are organized through seven challenges (European Commission, [s.d.]):

3.1) Health, demographic change and wellbeing.

3.2) Food security, sustainable agriculture and forestry, marine and maritime and inland water research, and the bioeconomy.

3.3) Secure, clean and efficient energy.

3.4) Smart, green and integrated transport.

3.5) Climate action, environment, resource efficiency and raw materials.

3.6) Europe in a changing world - inclusive, innovative and reflective societies.

3.7) Secure societies - protecting freedom and security of Europe and its citizens.

Each SC is divided into programs and, in some cases, sub-programs. Each program is also detailed through "calls" and "topics" (working programs launched every two years).

The database version used in this study includes 20,514 projects started between July 2014 and November 2018. Among them, 4,840 were part of SC, and represented an EU max contribution of € 12.8 billion. Even after almost five years of the seven-year program (2014-2018), this amount represents only 43% of the initial allocation predicted to SC (€ 29.7 billion) (table 1).

Each project is linked to one call and one topic, but it may be part of more than one program and, in some cases, more than one pillar. An expressive number of SC projects (2,278, or 47%) are also part of pillar 2 – Industrial Leadership – which means that they, at the same time, aim to meet the demands of society and promote industrial leadership. Although significant in quantity, projects that include both pillars 2 and 3 account for only 9.7% of the total SC project values (€ 1.2 of € 12.8 billion).[5]

Table 1 compares the initial funding proposed for each SC with the amounts approved so far (EU Contribution). In value, the projects approved follow approximately the initial proposal per challenge. Health, demographic change and well-being (3.1) is the challenge with the highest absolute value (EU Contribution), followed by energy (3.3) and transport (3.4). In average values, health projects also received proportionately more resources, while in a number of projects transportation is the most expressive. The challenge of inclusive innovation (3.6) is the least expressive in value (absolute and average) and in number of projects. 205 projects did not specify the challenges. In addition, a limited group of projects (30) presents more than one SC, e.g. 3.5 and 3.3, and was treated separately.

TABLE 1
SCs – proposed and effective allocation

	Initial allocation to 2014-2020	Projects (2014-2018)					
		EU contribution			Number of projects	Average value	
	€ million (2013)	%	€ million (current)	%		%	€ million
SCs (total)	29,679	100.0	12,784	100.0	4,840	100.0	2.76
SC[1]			227	1.8	205	4.2	1.11
3.1 Health, demographic change and wellbeing;	7,472	25.2	2,735	21.4	786	16.2	3.48
3.2 Food security, sustainable agriculture and forestry, marine maritime and inland water research and the bioeconomy;	3,851	13.0	1,670	13.1	632	13.1	2.64
3.3 Secure, clean and efficient energy	5,931	20.0	2,684	21.0	974	20.1	2.76
3.4 Smart, green and integrated transport	6,339	21.4	2,564	20.1	1,137	23.5	2.26
3.5 Climate action, environment resource efficiency and raw materials	3,081	10.4	1,361	10.6	505	10.4	2.70
3.6 Europe in a changing world - Inclusive innovative and reflective societies	1,309	4.4	494	3.9	284	5.9	1.74
3.7 Secure societies – Protecting freedom and security of Europe and its citizens	1,695	5.7	792	6.2	287	5.9	2.76
Mixed (more than one SC)	-	-	256	2.0	30	0.6	8.55

Sources: Factsheet: Horizon 2020 budget; EU Open Data. Available at: <https://bit.ly/2qpsvyA>.
Authors' elaboration.
Note: [1] Challenges not specified.
Obs.: Projects can also be part of pillar 2.

5. Table 2 does not present these projects separately, but they are included inside the SC.

What are the priorities within each challenge? Below, we detail four selected SC programs: health, energy, transport and climate action (table 2).

TABLE 2
Health, energy, transport and climate programs

	Programs	EU contribution		Number of projects		Average value
		€ 1,000	%		%	€ 1,000
H2020-EU.3.1 Total	Health, demographic change and well-being	2,734,929	100.0	786	100.0	3,480
H2020-EU.3.1	Health, demographic change and well-being	942,122	34.4	376	47.8	2,506
H2020-EU.3.1.1	Understanding health, wellbeing and disease	278,454	10.2	37	4.7	7,526
H2020-EU.3.1.3	Treating and managing disease	536,015	19.6	156	19.8	3,436
H2020-EU.3.1.7	Innovative Medicines Initiative 2 (IMI2) (including antimicrobial resistance, diabetes, psychiatric diseases, immune-mediated diseases, vaccine and others)	329,123	12.0	31	3.9	10,617
-	Others	649,214	23.7	186	23.7	3,490
H2020-EU.3.3 Total	Secure, clean and efficient energy	2,684,500	100.0	974	100.0	2,756
H2020-EU.3.3	Secure, clean and efficient energy	283,678	10.6	464	47.6	611
H2020-EU.3.3.1	Reducing energy consumption and carbon foorpint by smart and sustainable use	445,741	16.6	76	7.8	5,865
including, H2020-EU.3.3.1.3	Foster European Smart cities and Communities	176,159	6.6	9	0.9	19,573
H2020-EU.3.3.2	Low-cost, low-carbon energy supply (wind energy, solar energy, CO2 capture and re-use, renewable energies)	790,151	29.4	109	11.2	7,249
H2020-EU.3.3.4	A single, smart European electricity grid	389,830	14.5	49	5.0	7,956
-	Others	775,099	28.9	276	28.3	2,808
H2020-EU.3.4 Total	Smart, Green and Integrated Transport	2,564,283	100.0	1,137	100.0	2,255
H2020-EU.3.4	Smart, Green and Integrated Transport	1,688,223	65.8	721	63.4	2,342
H2020-EU.3.4.5	CLEANSKY2 (aircraft, less CO2)	376,715	14.7	266	23.4	1,416
H2020-EU.3.4.6	FCH2 (transport objectives) (fuel cell and hydrogen 2)	149,303	5.8	19	1.7	7,858
H2020-EU.3.4.7	SESAR JU / SESAR Joint Undertaking (air traffic)	175,055	6.8	76	6.7	2,303
H2020-EU.3.4.8	Shift2Rail JU (trains and railway)	148,040	5.8	44	3.9	3,365
-	Others	26,947	1.1	11	1.0	2,450
H2020-EU.3.5 Total	Climate action, Environment, Resource Efficiency and Raw Materials	1,361,404	100.0	505	100.0	2,696
H2020-EU.3.5	Climate action, Environment, Resource Efficiency and Raw Materials	110,093	8.1	290	57.4	380
H2020-EU.3.5.1	Fighting and adapting to climate change	198,016	14.5	34	6.7	5,824
H2020-EU.3.5.3	Ensuring the sustainable supply of non-energy and non-agricultural raw materials (including finding alternatives for raw materials and societal awareness)	268,720	19.7	48	9.5	5,598
H2020-EU.3.5.4	Enabling the transition towards a green economy and society through eco-innovation	400,466	29.4	77	15.2	5,201
-	Others	384,108	28.2	56	11.1	6,859

Source: EU Open Data. Available at: <https://bit.ly/3471rCA>.
Authors' elaboration.

Most project of *Health programs*, in number (47.8%) and value (34.4%), are not part of a specific program, but of the general challenge (3.1). Among the programs, "Treating and managing disease" (3.1.3) is the most expressive in number (19.8%) and value (19.6%). Innovative Medicines Initiative (IMI), which aims to boost pharmaceutical innovation in Europe and focuses on specific diseases and treatments, has the highest average value (€ 10,617).

Energy Programs emphasizes the importance of alternative sources of energy, aiming to promote a positive environmental impact while encouraging the increase of energy supply. The general program (3.3) represents almost half of the projects (47.6%), but only 10.6% of their values. The "low cost, low-carbon energy supply", which includes wind, solar and renewable energies, absorbs almost one third of the value, followed by the reduction of energy consumption and carbon footprint and then the electricity grid. Bio-energy, hydrogen and fuel cells are also present, but they are not so relevant in terms of number and value of projects.

Transport Programs aims to boost the competitiveness of the European transport industries and achieve a European transport system that is resource-efficient, environment-friendly and safe. Some programs address general challenges, aiming to promote positive environmental impact, increased mobility and safety, while others focus on specific means of transport, such as aircraft and trains. The environmental issue is explicitly present in several objectives. Most projects (63.4%) were also in the general challenge (3.4), and a significant part of the programs is public-private partnership, especially CLEANSKY, which supports the development of aircrafts with less CO2 emissions.

Specific objectives of *Climate Action Programs*, presented provide evidence that, in monetary value, eco-innovation is the main program, focusing on the reduction of production and consumption of raw materials. Also relevant is the program that aims to promote the sustainable supply, use and search for alternative raw materials. Fighting and adapting to climate change, which includes risk prevention and mitigation policies, follows the others. Together, these three programs represent 63.7% of the project values of Climate Challenges.

4 FINAL COMMENTS

Defining SCs is not an easy task. Institutions, policymakers and researchers constantly seek to better define the priorities that public funds should support. In this sense, the next R&I program, Horizon Europe (2012-2027) (European Commission, 2019) propose some changes in comparison to H2020, making the intersection between SCs and industrial competitiveness clearer. Both of them will be part of the same pillar, the "Global Challenges and Industrial Competitiveness" – GCIC (European Commission, 2018). It includes Health; Inclusive and Secure Society; Climate, Energy and Mobility; Food and Natural Resources; and Digital and Industry. Except for the latter, all the others were present in the SC of H2020, although some of them will be joined in the same challenge (i.e., climate, energy and mobility were 3 different challenges at H2020).

An important objective of Horizon Europe is to "create more impact through mission-oriented and citizens' involvement". This discussion regarding the selection and development of missions has been supported by the expertise of Mariana Mazzucato and the RISE group:[6] "a mission should have societal relevance, for example in the ability to improve health, nutrition, or the living environment for a large section of European citizens across a range of Member States. Research and innovation missions should aim to improve society's welfare" (Mazzucato, 2018, p. 8).

> The peculiarity of mission-oriented policies is their focus on societal benefit. We cannot therefore state that one mission is 'better' than another (…). We can instead state that a mission is 'more meaningful' than another. (…) It is a judgment of values that cannot be measured technically but only gauged through engagement (Georghiou et al., 2018, p. 9).

6. RISE is the Research, Innovation and Science Expert high-level group advising the European Commissioner for Research, Science and Innovation.

These discussions remind us of the importance of thinking about technological investments that really aim to produce social benefits and to improve citizens' lives. Bottom-up processes, which involve society in the definition of the issues to be solved, are a fundamental part of the process. Support for innovations with socio-environmental impact, even if it does not generate profits in the short term, is also key. And, essentially, the selection of societal needs – what are they and who benefits from them – is the first step to investing public resources in technologies that can really impact in the lives of citizens.

REFERENCES

EUROPEAN COMMISSION. **Horizon 2020 in brief**: the EU framework program for research and innovation. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014. Retrieved from: <https://bit.ly/2OLbA1B>.

_____. EU research and innovation success stories. In: EUROPEAN COMMISSION. **EU budget for the future**: research and innovation. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018.

_____. **Horizon Europe**: the next research and innovation framework programme. 2019. Retrieved from: <https://bit.ly/35oTkli>.

_____. Societal challenges. [s.d.]. Retrieved from: <https://bit.ly/2pDmVYL>.

FRENK, C. et al. UK research and the European Union: the role of the EU in funding UK research. **The Royal Society**, London, p. 1-31, 2015.

GEORGHIOU, L. et al. **Mission-oriented research and innovation policy**: a RISE perspective. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018.

MAZZUCATO, M. **Mission-oriented research and innovation in the European Union**: a problem-solving approach to fuel innovation-led growth. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018. Retrieved from: <https://bit.ly/2O8Mg6A>.

NEGRI, F. **Novos caminhos para a inovação no Brasil**. Washington: Ipea; Wilson Center, 2018.

RESEARCHERS should reach beyond the science bubble. **Nature**, v. 542, n. 7642, p. 391, 2017. Retrieved from: <https://go.nature.com/2qymkYV>.

CENTER FOR TECHNOLOGY AND SOCIETY (ZTG): SCENARIO, LESSONS, AND LEARNINGS[1]

Graziela Ferrero Zucoloto[2]

ABSTRACT

This paper presents the institutional characteristics of the Center for Technology and Society (Zentrum Technik und Gesellschaft – ZTG), a research center at Technische Universität Berlin (TUB). From its foundation to the present day, the center has stood out for its interdisciplinary and transdisciplinary character of the research agenda.

Keywords: German research institutions; ZTG; research team; research funding.

1 ZTG INSTITUTIONAL STRUCTURE

The Center for Technology and Society (Zentrum Technik und Gesellschaft – ZTG) is a central research facility at the Technische Universität Berlin (TUB)[3] established in 1995 to enable research beyond disciplinary boundaries. It carries out projects with researchers from various fields, along with individuals, groups, and institutions from civil society, business, and government. Although it was created to facilitate interdisciplinarity at TUB' departments, ZTG's role goes beyond today, since it has its own research areas, acts as a project leader, and establishes partnership with other institutions.

The ZTG's goal is to work on interdisciplinary and transdisciplinary research projects in close cooperation with subject areas. This includes the task of introducing, at an early stage, social-scientific aspects and questions into the processes of technology development and implementation.

The following definitions are the conceptual basis:

- *interdisciplinary work* as an approach according to which several equally valued disciplines address a societal problem by means of an overarching question, with the aim to integrate heterogeneous bodies of knowledge into an overall result from multiple perspectives; and
- *transdisciplinary research* as the equitable inclusion of practical perspectives into problem-oriented research. The challenge lies in how the legitimate views of laypersons (stakeholders or "ordinary citizens") can be integrated into the specifically academic production of knowledge.

1. This text is a result of my experience as a visiting researcher at ZTG. The information was obtained from the institution's website and through interviews with nine researchers of the Center.

2. Researcher at the Department of Sectorial Policies and Studies, Innovation and Infrastructure (Diset) at Ipea. E-mail: <graziela.zucoloto@ipea.gov.br>.

3. It is directly linked to the TUB's presidency.

1.1 Research areas

ZTG presents six thematic and three cross-sectional areas, each represented by a head and a deputy, both elected within each area. These divisions function like a matrix structure, with thematic priorities as one element of organization, and methodological priorities as another:

TABLE 1
Research and cross-sectional areas

Thematic areas	Cross-sectional areas
Climate and energy	
Land use and consumption patterns	Sustainability research
Mobility and space	Participation research
Security - Risk - Privacy	Governance and innovation research
Social movements - Technology - Conflicts	
Science studies	

Source: ZTG.

1.2 Team

Around fifty people are regularly involved in the work at the ZTG as project leaders, research assistants, and scholarship holders. The team comprises researchers from a wide diversity of academic backgrounds, including civil engineering, psychology, economics, sociology, design, political science, history, German studies, architecture, urban and rural planning, cultural science, communication science, computer science, and so on.

ZTG has four permanent positions paid by TUB: two scientific managers, whose mandate is not predefined, and two administrative officers. The other researchers are in temporary positions, working exclusively on ongoing projects.

Researchers' remuneration depends on the number of hours they work, and not on the number of projects they participate in. In general, researchers work on only one project, and many of them work part time. Besides the number of hours, their educational level (master, PhD) and their years of experience as researchers are also taken into account to define their remuneration.[4] Although their positions are temporary, their rights, such as vacations, retirement and health insurance, are guaranteed.[5]

1.3 Projects

Research is predominantly carried out within third-party funded projects. In the recent period, ZTG has been involved in 25 to 30 projects, which last from one to five years – two or three years are the most common periods. And competition is high: the success rate of applications ranges from 10 percent to 30 percent, according to several researchers. The selection is not blind, so the success rate does not only depend on project quality: reputation, experience as a researcher, and a good network are also important to have projects approved, since these qualities increase the chance of a successful execution.

4. The remuneration of public servants is found at: <https://bit.ly/35dPPhp>.

5. As a formal worker in Brazil, not as a fellow.

However, this percentage can be better if researchers focus on calls with higher chances of success, if they have good partners, and, in some cases, if they are part of projects led by other institutions. Although many proposals are not approved, some researchers consider their elaboration important, as it enhances knowledge and helps establishing networking.

Project results include the delivery of previously defined products, which always contain a public final report, but also sometimes articles, books, discussion papers, manuals, and regular oral communications at conferences. However, the focus is generally not to write scientific papers to be published in a peer reviewed magazine, or produce "sociological theory" or "scientific excellence". "We are not hired to write a paper, but to solve problems", a researcher emphasized.

The support to technology development may also be one of the results, in which partners create devices based on the design and characteristics suggested by the ZTG team, such as a software for simulation, analysis and interorganizational processing of cascade effects and a software for participative integrated technology development.

1.4 Funding

Most part of the ZTG budget comes from projects, which represent around 2 million euros per year. From TUB, besides the building, the cleaning, the permanent staff, and some equipment, the Center receives a small amount of money – around 25 thousand euros per year –, which can be used, for example, to pay an additional administrative staff. The Ministry of Education provides an extra overhead to buy, for example, furniture, material, and equipment.

Most part of projects is funded by public sources through public calls. The main funders are the Ministry of Education and Research (BMBF), other ministries (Economy, Energy, Mobility), and the European Commission (EC), which generally require the involvement of different institutions, and, in the case of the EC, a partnership between institutions from different countries. Rules differ according to supporters. When many partners, especially international ones, are involved, the bureaucratic management of projects becomes extremely complex, and resource use can be restricted.

The ZTG can receive funding from private companies, but this rarely happens, possibly due to their low interest in social science research. Even when private companies are involved, the scientific aspect and the interests of the different players and partners are the key goals of the project – more directly, there is never marketing for private companies.

1.5 Partners

Partners, the agents affected by a certain problem (such as users, public organizations, companies, and NGOs), are essential in the proposal and development stages of projects. During the application stage, they need to be contacted (sometimes it is mandatory) and have their availability to participate confirmed by means of a letter of intent. Given the importance of partners, the long-term network established by researchers thus becomes an essential asset for project procurement and execution.

1.6 Bureaucracy

A specific department at TUB concentrates project resources and remunerate researchers. To access these resources (i.e. to buy an airline ticket with project money), researchers deal with this department, and there is no significant staff to support them. Given that researchers themselves have to deal with a variety of project-related bureaucratic issues, how important is it in their time? In this case, answers diverge. For some researchers, the

time used to deal with bureaucracy – resources to travel, conferences, etc. – is excessive and higher than that observed at other centers; for others, these tasks do not have such a significant impact.

At ZTG, unlike some other institutes, there is no staff focused on finding new calls and writing projects. This activity is up to researchers and requires considerable time and energy.

1.7 Monitoring

Projects funded by the BMBF include a periodical meeting with the project controller, an institution linked to the BMBF with scientists and specialists responsible for evaluating the work progress and present suggestions if necessary. These meetings (every six months) are considered important because all partners take part and define the following steps together. In other projects, evaluation occurs after one year; after that, the sponsor releases the rest of the money. Internal project evaluations are also carried out at ZTG, but informally.

There is some flexibility for resource reallocation (10-20%), but most part of expenditures is determined before the project is approved, so it is important to define well the resources necessary before starting a project.

2 MAIN CHALLENGES AT ZTG

2.1 Following the money

Since funding institutions linked to the German government or the European Union ultimately define research guidelines, does the need to "follow the money" preclude the inventiveness of researchers? According to several researchers, considering the different types of programs and supported themes, it is possible to include their topics and interests into existing proposals. However, this requires intense search among the programs available and adaptation of their ideas.

2.2 Temporary contracts

In Germany, temporary contracts funded by national or international institutions are the pattern for around 90% of researchers. Since these projects last on average three years, researchers have also to look for new opportunities – finding new calls and writing proposals – while they are working on their current projects, which demands considerable time and energy.[6]

This problem is well discussed at the article "Beruf & Karriere":[7]

> Fears of the future and of existence are nothing unusual among German scientists who belong to research institute work or to the academic middle class. This includes all academic and artistic employees at universities that do not hold a chair. Nine out of ten of their employment contracts are … limited in time, more than half of which have a term of less than one year. (...) The argument that it keeps the system dynamic and creative makes it unfounded. It rather leads to appropriate behavior, because no one could afford exploratory risk.

In this system, most of the money goes to competitive research projects. That is why the "Network for Good Work in Science" has launched the campaign "Frist ist Frust", demanding that 100% of the funding from the

6. Süddeutsche Zeitung, N.142, Samstag/Sonntag, 22./23. Juni 2019. Originally in German, translated to English by the author of this note.

7. See note 6.

next Higher Education Pact, which goes to higher education institutions to finance additional study places, be used to create permanent jobs.[8,9]

Although instability is considered the main problem to all researchers, learning and flexibility (for example, home office) are important advantages.

2.3 Finding calls and writing proposals

A staff to help researchers to find calls and write proposals would help them save time and energy that could be devoted to their own projects. However, at the moment there is no way to provide resources to hire such professionals.

3 KEY LESSONS

3.1 The relevance of partners

"Don't work in an ivory tower", said one of the researchers. "Listen, listen, and listen before defining your project steps".

The inclusion of partners is central in every project. Since the beginning of proposals, researchers aim to understand their problems and demand and discuss possible solutions. In several projects, the formal inclusion of partners is mandatory. In transdisciplinary problem-oriented approaches, both knowledges – the academic and the practical – are equally relevant.

By doing so, ZTG creates a broader knowledge base for technological development processes (demand analyses or participatory design), for technology-related decision-making processes, or for complex negotiating and regulating processes (multi-level governance or participatory governance). The goal of this procedure is to attain better results and/or increase the legitimacy of negotiation or decision-making process.

These practices are not so commonly observed in some Brazilian projects and institutions. Researchers here often define their agenda and develop their projects based mainly on articles and studies, but without directly interacting with users and the society.

3.2 Technological development

ZTG not only presents study results in reports and articles. It also initiates and supports the development of innovative technologies to solve several problems, especially in the area of inter-organisational communication. It does not only build devices, but presents the concepts and needed functions behind them.

Methodological components include the application of usability tests and acceptance research at an early stage of technological development, as well as the assessment of future relations between technological potential and societal needs (scenarios and social experiments). A software-based method for integrated

8. About this discussion, see also Ullrich, P. In itself but not yet for itself – organizing the new academic precariat. In: Baier, W.; Canepa, E.; Golemis, H. (Eds.). *The radical left in Europe*: rediscovering hope. London: The Merlin Press, 2019. Available at: <https://bit.ly/2rZsku9>.

9. In the case of university professors, which are not funded by third-parties, the situation is even more complicated. Science Temporary Employment Act allows professors a maximum of twelve-year term, six plus six years after graduation. For each child, the time span is extended by two years. After that, if they do not find a permanent position, they cannot continue to teach.

technology development makes it possible to incorporate ethical, legal, social, organizational and economic requirements into the design of technology at any point in the innovation process, from the initial idea to implementation and diffusion.

3.3 International network

The interaction with foreign researchers and the elaboration of joint projects is essential to add knowledge and generate new perspectives on problems and solutions.

In short, a research center cannot remain closed in on itself, defining its agendas based only on demands and academic knowledge nationally generated. It needs to listen to other players, include other users in its activities, and interact with agents from other countries, in order to increase the impact of its research and the creativity of the solutions proposed.

RESENHA DO LIVRO *ENCOMENDAS TECNOLÓGICAS NO BRASIL: GUIA GERAL DE BOAS PRÁTICAS*

Rafael Leão[1]

Este texto é uma resenha de Rauen, André Tortato;[2] Barbosa, Caio Márcio.[3] Encomendas Tecnológicas no Brasil*: guia geral de boas práticas. Brasília: Ipea, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/37dCveR>.*

SINOPSE

Este texto é uma resenha do livro *Encomendas Tecnológicas no Brasil: guia geral de boas práticas*. Apesar de ser muito técnico e específico para o gestor público, a obra traz conceitos relevantes para o debate da política de inovação e o debate da política fiscal. Ao demonstrarem que a encomenda tecnológica (Etec) é não só um instrumento de apoio à inovação, mas também uma ferramenta de compra pública, os autores trazem à tona o debate sobre a qualidade do gasto público brasileiro.

Palavras-chave: compras públicas; encomenda tecnológica; políticas de inovação; risco tecnológico.

1 INTRODUÇÃO

O livro *Encomendas Tecnológicas no Brasil: guia geral de boas práticas*, de autoria de André Rauen e Caio Márcio Barbosa, objeto desta resenha, apareceu de forma muito oportuna ao ser publicado ainda no início da atual administração. Ele traz o tema da política de inovação tecnológica, sendo, portanto, um livro desse campo de pesquisa, mas inserido em um debate mais amplo, e certamente bastante necessário nos dias atuais, sobre a qualidade do gasto público brasileiro.

Superavit, restrições, cortes e contingenciamentos são termos ligados ao tamanho do gasto público. Onde gastamos, por que gastamos e o que pretendemos com esse gasto é um debate sobre a qualidade do gasto público em um sentido mais amplo. O *como* também é central: há anos discute-se no Brasil a modernização do aparato operacional e legal do sistema de compras do Estado. Este livro pretende entregar aos gestores de compras públicas um manual conceitual e operacional de uma das inovações da legislação de compras que surgiu nos últimos anos: a encomenda tecnológica (Etec).

2 O QUE É E PARA QUE SERVE UMA ETEC?

A Etec é um tipo muito particular de compra pública cujo elemento definidor é o risco tecnológico. Nela, o Estado precisa adquirir não apenas um produto ou serviço para satisfazer uma demanda específica, mas uma solução para um problema. E, quando uma solução é encomendada, parte-se do pressuposto de que aquele problema que ela pretende resolver não pode ser atendido por bens e serviços já previamente disponíveis no mercado. Se fosse assim, bastaria um processo licitatório trivial.

---

1. Especialista em políticas públicas e gestão governamental na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset) do Ipea e editor deste *Radar*. *E-mail*: <rafael.leao@ipea.gov.br>.

2. Diretor da Diset/Ipea. *E-mail*: <andre.rauen@ipea.gov.br>.

3. Advogado geral da União.

É nesse aspecto que a Etec mostra sua outra faceta: ela é também uma política de inovação. Mais especificamente, ela é uma política de inovação orientada pela demanda do Estado, o que ficou conhecido como política orientada por missão, ou *mission-oriented policy*. Diferentemente de instrumentos mais usuais de fomento à inovação em posse do Estado, como concessão de bolsas e financiamento de pesquisas, nos quais a temática da pesquisa é livre, na Etec o Estado define um problema-alvo sem solução a ser resolvido em favor da coletividade e encomenda uma solução tecnologicamente inovadora.

Aqui o conceito de risco tecnológico mostra o caráter único da Etec enquanto compra pública: a solução final pode ou não ser entregue, pois o risco de falha no seu desenvolvimento é inexorável e nada desprezível, em virtude de conhecimento técnico-científico insuficiente em relação ao problema enfrentado. Nesse caso, foram diversas modificações efetuadas na legislação referente a compras públicas vigente no Brasil há décadas. Uma das mais importantes, de ordem conceitual, admite que o Estado, em uma Etec, está pagando pelo esforço, e não pelo resultado. Diante disso, uma série de modificações de ordem prática foi realizada para, de um lado, acomodar e, de outro, mitigar a possibilidade de o Estado efetivamente gastar dinheiro público em um processo que pode findar sem nenhuma entrega efetiva.

3 QUESTÕES CONCEITUAIS PARA ALÉM DAS OPERACIONAIS

O livro *Encomendas Tecnológicas no Brasil: guia geral de boas práticas* é dividido em seis capítulos, sendo quatro deles dedicados a esmiuçar aspectos técnicos e operacionais da legislação que rege a Etec. O segundo capítulo trata da instrução processual, o terceiro trata da estruturação, o quarto aborda o complexo tema da precificação e o quinto trata do ainda mais desafiador tema do controle. Os outros dois capítulos são introdutórios e conceituais, mas é possível extrair conceitos valiosos, implícitos, dos demais quatro.

Sem querer apenas relatar ou resumir os aspectos legais e operacionais que são devidamente tratados no livro, esta resenha busca extrair perspectivas conceituais da aridez própria da instrumentalização de um regramento de compra pública – ainda mais complexa no caso da Etec pelo conceito de risco tecnológico inerente.

Quando trata de instrução processual, no segundo capítulo, o livro mostra como as etapas prévias à realização do certame e da contratação são críticas para o sucesso da encomenda. Estudos preliminares precisam demonstrar a necessidade da contratação, evidenciar o caráter único e inexorável de risco tecnológico vinculado ao problema e à solução almejada, o mercado relevante e sua dimensão estimada, e os benefícios para a coletividade.

Após essa etapa, o poder público deveria, não por força de lei, mas por sugestão dos autores, abrir uma consulta pública para atrair empresas e demais interessados no assunto para mitigar assimetrias de informação, compreender melhor o problema e mapear possíveis soluções que porventura já existam no mercado, mas que fossem de desconhecimento do setor público. A consulta seria importante para que os legalmente obrigatórios termo de referência e projeto básico fossem elaborados com alta precisão técnica.

A etapa seguinte envolveria a negociação direta com potenciais fornecedores em aspectos relacionados à forma de remuneração, às estimativas de preço e custo, à propriedade intelectual e industrial das descobertas e das soluções apresentadas, à opção de compra etc.

Em um formato mais próprio de um guia ou manual, o livro explica todos os pontos com referências precisas à legislação e seus detalhes. Mas aqui vale extrair um dado conceitual não explícito: a Etec é praticamente uma parceria público-privada (PPP). Não no sentido objetivo e legal que as PPPs foram adotadas no Brasil, especialmente vinculadas a obras de infraestrutura e concessões de serviços públicos. Aqui, as Etecs se assemelham, no sentido amplo do termo, a uma parceria entre o setor público e o privado, que, juntos, se debruçam solidariamente sobre um determinado problema em busca de solução e negociam os termos mais adequados para a execução

da empreitada, definindo preços, formas de remuneração, propriedade intelectual etc. E isso ocorre justamente porque a incerteza imposta pelo risco tecnológico não permite formatos engessados do tipo comprador-fornecedor.

Nos capítulos seguintes, que tratam da estruturação da Etec, da questão da precificação e do controle, fica evidente que o nível de *expertise* técnica que a área do Estado demandante deve possuir é muito alto. O conceito de *technology readiness level* (TRL), ou nível de maturidade tecnológica, que é lançado ainda no início do livro, ganha relevância prática para o gestor público nesse momento. O TRL é uma ferramenta de gestão tecnológica desenvolvida pela Agência Espacial Norte-Americana (Nasa) nos anos 1970 e aplicada no Brasil pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), por exemplo. Segundo os autores,

> essa ferramenta classifica a tecnologia ou as tecnologias necessárias ao desenvolvimento de determinada solução em função de seu nível de maturidade, o qual guarda relação direta com seu nível de risco tecnológico. Isto é, quanto mais madura é uma dada tecnologia, menor é o risco (tecnológico) nela contido (Rauen e Barbosa, 2019, p. 23).

O TRL possui nove níveis de prontidão tecnológica, sendo o nível 1 o de maior risco, pois ele ainda guarda parcos conhecimentos científicos a respeito de um determinado problema e sequer possui caminhos possíveis de solução. A escala avança até o nível 9, no qual o problema já é completamente dominado e já existem soluções tecnológicas (inclusive de mercado) com satisfatório grau de aplicação.

Então, ao trabalhar os conceitos de contratação, as formas de remuneração e o controle da execução da encomenda e do cumprimento do contrato, a equipe de Estado envolvida deve ser profunda conhecedora do assunto, o que não é necessário em situações triviais de aquisição de bens e serviços para aplacar demandas rotineiras. A precificação, um dos itens mais complexos, depende do real entendimento do nível de maturidade tecnológica das soluções possíveis para o problema em pauta. As opções de precificação e forma de pagamento vão desde o preço fixo até as formas mais arriscadas – do ponto de vista tanto do ente privado quanto do Estado –, como o reembolso de custos com prêmios de remuneração por cumprimento de metas ambiciosas ou a redução de prazos.

Em outras palavras, as Etecs são, quase por definição, políticas públicas de caráter vertical, em virtude da profunda especificidade do conhecimento envolvido na solução de problemas típicos desse tipo de compra pública, por exemplo, o desenvolvimento de novas fontes energéticas, novos tratamentos médicos e novas soluções de engenharia. E isso novamente insere o livro em uma discussão mais ampla sobre que tipo de política pública econômica é mais desejada: políticas de cunho vertical ou políticas de cunho horizontal.

Essa diferenciação, que deveria ser restrita ao seu objetivo didático e pedagógico de organizar o conhecimento sobre os diversos instrumentos de política pública existentes, tornou-se um critério de aceitação ou não desses instrumentos. Aqui vale dizer: as Etecs são vastamente utilizadas há décadas pelas nações mais desenvolvidas, especialmente os Estados Unidos, que se valem de políticas orientadas por missão a pretexto de defesa, segurança, energia e saúde para solucionarem problemas de repercussão ampla e coletiva e, ao mesmo tempo, alavancarem o desenvolvimento científico e tecnológico do país.

4 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

Em resumo: o livro tem como meta apontar, em termos práticos, com indicação de legislação e sugestão de boas práticas, como o gestor público deve proceder em relação às Etecs. Contudo, ele também traz implicitamente questões conceituais importantes para discussões mais amplas sobre o funcionamento do Estado brasileiro.

Primeiramente, deve-se citar a modernização dos instrumentos de compras e aquisições do Estado, bem como o debate sobre a qualidade do gasto público no Brasil. Para além do quanto gastamos, o livro mostra um instrumento que pode ser utilizado com segurança institucional para refinar os objetivos que se pode alcançar com as compras públicas.

Em segundo lugar, ele traz o debate sobre a pertinência de se utilizar o conceito de política vertical e política horizontal para se escolherem instrumentos de política pública. No caso da política de inovação, o conceito de política pública orientada por missão e a complexidade associada à elaboração de uma Etec deixam claro seu caráter setorial e vertical. A implicação disso para a discussão sobre a ação do Estado brasileiro é nítida: pouco importa se vertical ou horizontal; importa apenas se a política tem potencial real de gerar efeitos positivos para o conjunto da economia do país.

PROPENSÃO À AUTOMAÇÃO DAS TAREFAS OCUPACIONAIS NO BRASIL

Luis Claudio Kubota[1]

Aguinaldo Nogueira Maciente[2]

SINOPSE

Este artigo expõe o difícil debate sobre a automação e a extinção de postos de trabalho no futuro próximo. Utilizando uma metodologia inovadora, a pesquisa ordenou as ocupações do mercado de trabalho brasileiro no que concerne ao potencial de automação, além de quantificar e classificar os empregos formais no Brasil em termos de risco de automação. O artigo também reconstruiu a evolução histórica da composição do emprego formal entre 2003 e 2017, segundo quartis de potencial de automação da ocupação, vislumbrando identificar o risco geral de automação no mercado de trabalho formal do país.

Palavras-chave: automação; emprego; tarefas ocupacionais; *machine learning*; tecnologias.

1 INTRODUÇÃO

Novas tecnologias digitais – como a inteligência artificial, a computação em nuvem e a internet das coisas – têm o potencial de alterar profundamente a produção, a distribuição e a comercialização de produtos e serviços. Isso criará novas oportunidades de negócios, emprego e renda, mas trará, também, o risco de eliminação ou transformação de muitos postos de trabalho.

O Brasil experimenta, desde 2014, uma retração do nível de emprego, e sua retomada depende não apenas da superação de problemas da conjuntura econômica, como também do impacto estrutural dessas tecnologias sobre o mercado de trabalho.

Utilizando uma metodologia inovadora, a pesquisa em andamento procurou ordenar as ocupações no que concerne ao potencial de automação, além de quantificar e classificar os empregos formais no Brasil em termos de risco de automação. Este trabalho também reconstruiu a evolução histórica da composição do emprego formal entre 2003 e 2017, segundo quartis de potencial de automação da ocupação, vislumbrando identificar o risco geral de automação no mercado de trabalho formal do país.

Um dos estudos pioneiros sobre os impactos da automação no emprego foi desenvolvido por Frey e Osborne (2013). Por meio de consulta a especialistas de *machine learning*, foram classificadas subjetivamente setenta ocupações: receberam valor 1 ocupações cuja totalidade das tarefas era considerada automatizável, e 0, caso contrário. Os autores estimaram que 47% dos empregos dos Estados Unidos seriam suscetíveis à automação.

Outro estudo – da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) – estimou valores mais modestos: na média de 21 países da OCDE, 9% dos empregos seriam automatizáveis (Arntz, Gregory e Zierahn, 2016). Um estudo mais recente da própria OCDE estimou que 14% dos empregos de países

1. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset) do Ipea. *E-mail*: <luis.kubota@ipea.gov.br>.

2. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Sociais (Disoc) do Ipea. *E-mail*: <aguinaldo.maciente@ipea.gov.br>.

participantes do Estudo de Competências de Adultos (PIAAC) apresentam uma probabilidade de automação superior a 70% (Nedelkoska e Quintini, 2018).

A firma de consultoria McKinsey utilizou um algoritmo de *machine learning* para classificar mais de 2 mil atividades em dezoito capacidades. Os resultados indicam que o potencial de automação de atividades nos Estados Unidos é de 46% (McKinsey Global Institute, 2017).

Albuquerque *et al.* (2019) desenvolveram uma estimativa de perda potencial de empregos no Brasil, a partir da metodologia de Frey e Osborne (2013). Os autores consultaram a opinião de 69 especialistas em *machine learning.* Os resultados indicam que 54,5% dos 45,9 milhões de trabalhadores formais enfrentam risco alto ou muito alto de automação.

2 METODOLOGIA

As principais fontes de informação utilizadas neste estudo foram a Occupational Information Network (O*NET), desenvolvida sob o patrocínio do Departamento de Trabalho dos Estados Unidos, e a Relação Anual de Informações Sociais (Rais), do Ministério da Economia (ME).[3]

O estudo utilizou uma abordagem inovadora para classificar as ocupações com maior risco de automação, ao considerar a importância (dada pela frequência) e a relevância das tarefas desempenhadas em cada ocupação.

Uma abordagem baseada nas tarefas considera a informação mais desagregada disponível para cada ocupação, possibilitando a análise detalhada de tarefas descritas na base de dados da O*NET, e a construção de um dicionário de palavras-chave. Às palavras-chave foi atribuído o valor -1, no caso de ações consideradas não automatizáveis, ou 1, no caso contrário.

Cada uma das mais de 19 mil tarefas foi classificada de acordo com esse dicionário. Para cada tarefa foi calculado um somatório, com base nas palavras-chave não associadas à automação, ou aquelas associadas à automação. Sempre que o somatório fosse menor ou igual a zero, a tarefa seria classificada como não automatizável, assumindo valor 0 em uma variável *dummy*. Caso contrário, a tarefa seria classificada como automatizável, assumindo valor 1. Essa variável *dummy* foi multiplicada pela importância (escala de 1 a 5) e pela relevância (escala de 0 a 100) da tarefa, conforme a base de dados O*NET. O resultado foi um escore variando de 0 a 500 para cada tarefa.

Finalmente, para cada ocupação, a soma dos escores multiplicados pela *dummy* de automação foi dividida pela soma dos escores sem multiplicação pela *dummy*. Isso gera um valor entre 0 e 1, indicando o percentual das tarefas automatizáveis de cada ocupação, já ponderado pela importância e pela relevância de cada tarefa.

A construção do dicionário de palavras-chave teve como referência a classificação de Spitz-Oener (2006) para automação de tarefas. Estas são classificadas como: *i*) analíticas não rotineiras; *ii*) interativas não rotineiras; *iii*) cognitivas rotineiras; *iv*) manuais rotineiras; e *v*) manuais não rotineiras.

A título de exemplo: no presente estudo, considerou-se que atividades gerenciais, como supervisão e coordenação, são tipicamente interativas não rotineiras e, por isso, ainda não sujeitas à automação, enquanto operar e controlar máquinas foram consideradas como tarefas rotineiras, bem como aquelas que envolvem cálculo e manutenção de informações. Essas tarefas foram classificadas como tipicamente sujeitas à automação.

3. A Rais compreende apenas o emprego formal do país, isto é, empregados com carteira assinada ou estatutários, dos quais apenas o emprego civil foi considerado neste trabalho.

Os autores consideraram tecnologias já consolidadas e passíveis de implantação do ponto de vista regulatório num prazo de cinco anos. No longo prazo, a maioria das tarefas é sujeita à automação. Vale ressaltar que são avaliadas apenas as ocupações atuais, desconsiderando-se ocupações que serão criadas pela evolução tecnológica. De modo análogo, não se considerou o possível redesenho de tarefas ou as tendências de mercado (crescimento das ocupações relacionadas à energia solar, por exemplo), tendo em vista que nesse caso não seria possível isolar os efeitos da automação. O exercício considerou a versão 23.2 da base de dados da O*NET.

3 RESULTADOS

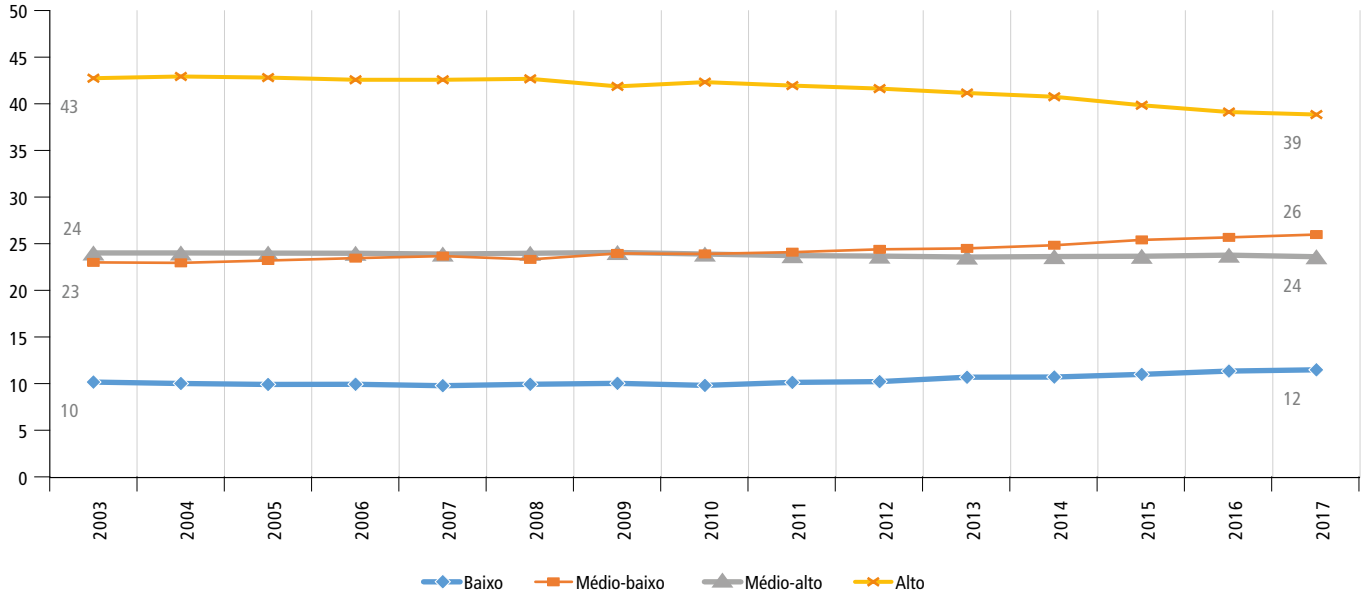
Os resultados mostram que o emprego no Brasil é ainda dominado por ocupações com percentual alto ou médio-alto de tarefas automatizáveis nos próximos anos (56,6% do emprego civil formal em 2017). No entanto, o gráfico 1 mostra uma lenta queda da participação de ocupações classificadas como de alto percentual de tarefas automatizáveis, com o correspondente crescimento da participação das ocupações classificadas como de baixo e médio-baixo conteúdo automatizável.

A categorização das ocupações levou em consideração a propensão de automação estimada de cada tarefa e também sua frequência e relevância para o exercício da ocupação. Apesar das diferenças metodológicas, a estimativa de 56,6% do emprego civil formal em 2017 nos dois quartis de maior potencial de automatização é similar ao valor de 54,5% encontrado por Albuquerque *et al.* (2019). Estes autores utilizaram uma média simples do potencial de automação das tarefas ocupacionais descritas na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) de 2002, enquanto o presente estudo utiliza uma média ponderada das tarefas ocupacionais descritas nas ocupações norte-americanas correspondentes a cada CBO.

GRÁFICO 1

Composição do emprego formal, segundo quartis de potencial de automação da ocupação (2003-2017)

(Em %)



Fontes: Rais/ME e O*NET.
Elaboração dos autores.

Outros elementos indicam uma lenta transição para empregos com menor percentual de tarefas automatizáveis no período 2003-2017 (tabela 1). Entre as ocupações que apresentaram baixo crescimento do emprego no

período, há um predomínio de ocupações cujo percentual de tarefas sujeitas à automação foi estimado como alto ou médio-alto (tais como caixas de banco, telefonistas, digitadores e estivadores).

Inversamente, entre as ocupações que experimentaram alto crescimento, há uma participação relativamente elevada de ocupações com percentual baixo ou médio-baixo de tarefas automatizáveis (gerentes administrativos e administradores, agentes comunitários de saúde, professores da educação infantil e superior, analistas de desenvolvimento de sistemas, contadores e supervisores de vendas comerciais).

Apesar disso, cerca de 35% do emprego formal brasileiro em 2017 ainda era representado por ocupações com percentual alto ou médio-alto de tarefas automatizáveis e que apresentaram, simultaneamente, crescimento alto ou médio-alto do emprego no período. Assim, um aumento da difusão tecnológica nos próximos anos pode impactar negativamente não apenas ocupações que já vêm perdendo algum espaço no mercado de trabalho brasileiro por conta da incorporação passada de tecnologia, mas também ocupações que foram importantes para a geração de emprego nos últimos quinze anos.

TABELA 1
Emprego por quartis de crescimento e de potencial de automação de tarefas
(Em % do emprego formal em 2017)

	Potencial de automação de tarefas				
Crescimento (2003-2017)	Baixo	Médio-baixo	Médio-alto	Alto	**Total**
Baixo	0,7	1,3	1,4	1,9	**5,3**
Médio-baixo	4,1	3,1	4,6	13,4	**25,2**
Médio-alto	7,0	11,5	13,6	11,2	**43,4**
Alto	7,3	8,4	3,3	7,2	**26,1**
Total	**19,1**	**24,3**	**22,9**	**33,7**	**100,0**

Fontes: Rais/ME e O*NET.
Elaboração dos autores.

Do ponto de vista regional, ocupações com tarefas mais automatizáveis estão menos concentradas em regiões metropolitanas (apenas 36% das tarefas são, em média, automatizáveis no emprego formal nesses municípios). Cidades menores ou mais isoladas economicamente concentram tarefas mais automatizáveis, sobretudo aquelas que envolvem operação de veículos (44% de tarefas automatizáveis).

Do ponto de vista setorial, as atividades com empregos mais vulneráveis à automação se concentram na indústria têxtil e de vestuário, na indústria alimentícia, na agropecuária, na indústria da madeira, na fabricação de móveis e na metalurgia. No setor de serviços, destacam-se atividades de contabilidade, consultoria e auditoria contábil; serviços de limpeza; obras de acabamento; atividades paisagísticas; e armazenamento, carga e descarga.

Com relação às ocupações, aquelas com maior percentual de tarefas classificadas como automatizáveis são relacionadas com a operação de veículos e máquinas do setor de mineração (operador de *shuttle car*, destroçador de pedra, operador de equipamentos de preparação de areia), metalurgia (moldador e macheiro, à mão e à máquina), instalações (instalador de materiais isolantes e acústicos, revestidor de interiores), transportes (operador de empilhadeira e caminhão), construção (armador de estrutura de concreto, montador e preparador de estruturas metálicas), indústria madeireira (prensista de aglomerados e compensados) e a atividade de embaladores, à mão.

Entre as ocupações que foram classificadas como não automatizáveis, considerando-se aquelas com maior participação no emprego em 2017, estão os dirigentes do serviço público federal; professores de ensino superior nas áreas de ensino; analistas de recursos humanos; coordenadores pedagógicos; professores de ensino superior nas áreas de didática, línguas e literatura; gerentes de produção e operações; comerciantes varejistas; advogados; recreadores; supervisores de ensino; e membros superiores do Poder Executivo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de uma metodologia ainda não utilizada no Brasil, este trabalho confirma achados já encontrados por outros pesquisadores para o Brasil e para o mundo, que indicam que um grande percentual das ocupações do país pode sofrer, em um futuro próximo, os efeitos da difusão de novas tecnologias. Ocupações cujas tarefas são vulneráveis à automação correspondem ainda a grande parte do emprego formal do país (cerca de 56,5% do total) e, ademais, foram responsáveis por uma grande parte do crescimento do emprego nos últimos quinze anos.

Assim, o país precisa se preparar não apenas para a continuidade da substituição de algumas ocupações já em declínio, mas também para o início do declínio de ocupações que foram importantes para o crescimento do emprego nos últimos quinze anos.

Aspectos tecnológicos, contudo, não são os únicos determinantes da substituição de trabalho por tecnologias de automação. O custo relativo capital/trabalho, barreiras regulatórias, substituições entre ocupações, aumento ou redução da especialização setorial, entre outros fatores, também influenciam a velocidade da adoção de novas tecnologias, retardando, em alguns casos, a difusão de tecnologias já maduras.

Os autores pretendem atualizar essas estimativas ao longo do tempo, incorporando tanto as atualizações da base de dados O*NET quanto os dados sobre a dinâmica do emprego no Brasil. Ainda assim, pode-se afirmar que a combinação da conjuntura desfavorável com os desafios estruturais impostos pelas novas tecnologias digitais torna a geração de emprego uma das questões centrais do atual debate econômico.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. H. M. *et al.* **Na era das máquinas, o emprego é de quem?** Estimação da probabilidade de automação de ocupações no Brasil. Brasília: Ipea, mar. 2019. (Texto para Discussão, n. 2457). Disponível em: <https://bit.ly/2Omd16c>.

ARNTZ, M.; GREGORY, T.; ZIERAHN, U. **The risk of automation for jobs in OECD countries**: a comparative analysis. OECD Publishing, 2016. (OECD Social, Employment and Migration Working Papers, n. 189). Disponível em: <https://bit.ly/2snOAOx>.

FREY, C. B.; OSBORNE, M. A. **The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?** Oxford: Oxford Martin School, 17 Sept. 2013. (Working paper). Disponível em: <https://bit.ly/34t7qlk>.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **A future that works**: automation, employment, and productivity. McKinsey&Company, 2017.

NEDELKOSKA, L.; QUINTINI, G. **Automation, skills use and training**. OECD Publishing, Mar. 2018.

SPITZ-OENER, A. Technical change, job tasks, and rising educational demands: looking outside the wage structure. **Journal of Labor Economics**, v. 24, n. 2, p. 235-270, 2006.

ELASTICIDADE-PREÇO E ELASTICIDADE-RENDA DE PASSAGEIROS POR MODO DE TRANSPORTE PARA PROJEÇÃO DE MATRIZES ORIGEM-DESTINO NACIONAL

Fabiano Mezadre Pompermayer[1]
Gabriel Gouvêa Rabello[2]
Rennaly Patricio Sousa[3]
João Gabriel de Moraes Souza[4]
Isaque Daniel Eberhardt[5]

SINOPSE

Este texto sobre política de infraestrutura de transporte amplia o entendimento das preferências dos usuários do setor de transporte de passageiros no Brasil, ao estimar as elasticidades por modo de transporte, de forma a subsidiar a projeção da utilização futura de modos alternativos de transporte e fluxo de passageiros no Brasil. Essas projeções formarão as matrizes origem-destino de passageiros para o período que se iniciará em 2020 e irá até 2050.

Palavras-chave: infraestrutura; planejamento; transportes; passageiros.

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios da elaboração e execução de políticas públicas de transporte está na projeção da demanda futura por serviços de transporte e logística. Entender o comportamento dos usuários e a integração estratégica entre modos alternativos de transporte é essencial para compreender os riscos e benefícios das alternativas de investimento e decisões políticas em infraestrutura de transportes.

Estudo em fase final de elaboração intitulado *Elasticidade-preço e elasticidade-renda de passageiros por modo de transporte para projeção de matrizes origem-destino nacional* amplia o entendimento das preferências dos usuários do setor de transporte de passageiros no Brasil. Em termos práticos, este estudo servirá de base para projeções futuras de utilização de modos alternativos de transporte e fluxo de passageiros no Brasil.

Essas projeções formarão as matrizes origem-destino de passageiros para o período que se iniciará em 2020 e irá até 2050. As projeções dessas matrizes levarão em conta cenários de reformas legais e infralegais nos marcos regulatórios do setor de transporte a serem adotados no futuro próximo – sejam essas reformas de caráter parcial ou amplas.

1. Técnico de planejamento e pesquisa do Ipea (atualmente no Ministério da Economia como subsecretário de Planejamento da Infraestrutura Nacional). *E-mail*: <fabiano.pompermayer@ipea.gov.br>.

2. Pesquisador do Subprograma de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset) do Ipea. *E-mail*: <gabriel.rabello@ipea.gov.br>.

3. Pesquisador do PNPD na Diset/Ipea. *E-mail*: <rennaly.sousa@ipea.gov.br>.

4. Pesquisador do PNPD na Diset/Ipea. *E-mail*: <joao.souza@ipea.gov.br>.

5. Pesquisador do PNPD na Diset/Ipea. *E-mail*: <isaque.eberhardt@ipea.gov.br>.

Não obstante a importância do contexto político e regulatório para o futuro dos transportes do país, a contribuição central deste estudo para a elaboração das matrizes origem-destino está nas estimativas de elasticidades-preço, elasticidades-renda e elasticidades cruzadas da demanda por diferentes modos de transporte no país.

2 METODOLOGIA

Com o objetivo de projetar a demanda futura pelos diferentes tipos de transportes e investigar como os usuários realizam suas escolhas, o estudo apresenta estimativas para elasticidades-preço e renda no transporte de passageiros, considerando os modos aéreo e rodoviário (automóveis e ônibus). Foram usadas, como fonte de dados, bases obtidas da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e da Agência Nacional de Aviação Civil (Anac), informações de tráfego de veículos fornecidas pela Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias (ABCR), além de informações socioeconômicas extraídas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para analisar a demanda dos usuários de transporte e medir sua reação diante de eventuais mudanças no cenário econômico, foram estimadas a elasticidade-preço, a elasticidade-renda e a elasticidade cruzada, tendo sido testados três modelos de dados em painel – mínimos quadrados ordinários (MQO), efeitos aleatórios e efeitos fixos –, utilizando-se os dados citados, agregados por ano e Unidade da Federação (UF). Os principais resultados retratados neste texto são fruto das estimativas do modelo de efeitos aleatórios.

3 RESULTADOS

Os resultados da estimação dos dados em painel foram significativos para todos os modelos testados. Contudo, pela estatística do teste de Hausman, rejeitou-se a hipótese de que os efeitos nos pares origem-destino são adequadamente modelados pelo modelo de efeitos fixos ou MQO, sendo os modelos estimados com efeitos aleatórios os mais ajustados para os modos analisados.

O segmento de transporte rodoviário por automóveis apresentou-se elástico, em relação à renda, pela estimativa do modelo de efeitos aleatórios. Para cada 1% de variação no produto interno bruto (PIB) *per capita*, a demanda por esse modo de transporte cresceria 1,19% (estimativa mensurada pela quantidade de veículos trafegados nas rodovias sob concessão ao setor privado).

Ainda em relação ao transporte por automóveis, foi avaliada a reação da demanda ao preço da gasolina – principal item do custo variável de curto prazo nessa modalidade –, mas os resultados não foram estatisticamente significativos. Esse resultado poderia indicar uma insensibilidade dos usuários de automóveis ao preço da gasolina em sua decisão de utilizar ou não esse modo de transporte.

Para o transporte rodoviário realizado por ônibus, os resultados apontaram para um efeito negativo (elasticidade-preço) no número de pagantes, dada uma variação positiva nas tarifas para o modelo de efeitos aleatórios. As estimativas pelo modelo de efeitos aleatórios mostraram uma resposta inelástica e negativa da demanda diante de aumentos do preço da passagem. Para cada 1% de elevação no preço das passagens inter-regionais, haveria uma queda de 0,26% no número de passageiros. Uma possível explicação para esse padrão de resposta inelástica da demanda pelo aumento nos preços poderia ser explicada pela baixa presença de rotas alternativas ou ainda pela baixa ou ausente concorrência na maioria das rotas inter-regionais. Cabe ressaltar que, na maioria das rotas de pequena e média distância, o problema da baixa concorrência é ainda maior, pois existem poucas opções de modos de transporte (transporte aéreo e ferroviário).

Em contraposição ao transporte rodoviário, a demanda por transporte aéreo se mostrou elástica à variação nos preços. Pelas estimativas do modelo de efeitos aleatórios, uma variação de 1% no preço das passagens aéreas induziria uma queda de 1,15% na demanda (número de passageiros).

TABELA 1
Elasticidades do volume de passageiros por modo em relação às variáveis selecionadas – resultados das estimativas para modelos em efeitos aleatórios

Variável	Automóveis	Ônibus	Transporte aéreo
População	0,2272*	0,8897**	0,9502**
PIB *per capita*	1,1920**	-0,2325**	0,7848**
Tarifa	-	-0,2566**	-1,1512**

Elaboração dos autores.
Obs.: * $p < 0,1$ e ** $p < 0,01$.

No que concerne à elasticidade-renda da demanda, as estimativas do modelo de efeitos aleatórios mostram efeitos divergentes para o transporte aéreo e rodoviário por ônibus. No primeiro caso, uma variação de 1% no PIB *per capita* leva a um aumento de 0,79% na demanda, demonstrando um efeito positivo do aumento da renda *per capita* sobre a demanda pelo modo de transporte aéreo. No segundo caso, o transporte rodoviário por ônibus apresentou uma queda de 0,23% no número de usuários em decorrência do aumento de 1% no PIB *per capita*, indicando um efeito negativo do aumento da renda *per capita* sobre a demanda do modo de transporte rodoviário por ônibus. A fim de se verificar o efeito da concorrência entre esses modos, foram estimadas as elasticidades cruzadas – ou seja, o impacto cruzado que os preços de um segmento possuem sobre a demanda do outro segmento. Os resultados encontrados foram estatisticamente não significativos.

4 CONCLUSÕES

Os resultados das estimações de dados em painel apontaram para uma demanda inelástica aos preços para o modo rodoviário coletivo (ônibus) e uma demanda elástica para os modos aéreo e rodoviário por automóveis. O efeito cruzado analisado entre os modos rodoviário por ônibus e aéreo não foi significativo, sugerindo uma baixa inclinação dos usuários dos dois modos a substituírem um modo de transporte pelo outro em virtude de modificações de preço.

Contudo, uma eventual mudança de perfil do usuário devido a um aumento da renda sugere uma possível mudança na participação dos modos no transporte de passageiros. Quando analisado o efeito renda para o modo aéreo, o efeito apresentado foi positivo, indicando que um aumento na renda leva a um amento no número de passageiros pagantes para esse modo de transporte. Para o modo de transporte rodoviário por automóveis, um aumento no PIB *per capita* também sugere um aumento na quantidade de veículos trafegados nas rodovias analisadas. Por sua vez, o resultado do efeito renda para o modo rodoviário por ônibus foi negativo, indicando que um aumento na renda leva a uma queda na demanda.

Uma das consequências dessa eventual queda de usuários de transporte rodoviário por ônibus seria um aumento do custo médio imposto a cada usuário, uma vez que os custos fixos seriam rateados por um menor número de passageiros. Outra consequência negativa na redução de usuários desse modo seria a queda da oferta de rotas e de horários de prestação do serviço, dificultando a sua manutenção.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Assessoria de Imprensa e Comunicação

EDITORIAL

Coordenação
Reginaldo da Silva Domingos

Assistente de Coordenação
Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Supervisão
Camilla de Miranda Mariath Gomes
Everson da Silva Moura

Revisão
Ana Clara Escórcio Xavier
Clícia Silveira Rodrigues
Idalina Barbara de Castro
Luiz Gustavo Campos de Araújo Souza
Olavo Mesquita de Carvalho
Regina Marta de Aguiar
Alice Souza Lopes (estagiária)
Amanda Ramos Marques (estagiária)
Ana Luíza Araújo Aguiar (estagiária)
Hellen Pereira de Oliveira Fonseca (estagiária)
Ingrid Verena Sampaio Cerqueira Sodré (estagiária)
Isabella Silva Queiroz da Cunha (estagiária)
Lauane Campos Souza (estagiária)

Editoração
Aeromilson Trajano de Mesquita
Bernar José Vieira
Cristiano Ferreira de Araújo
Danilo Leite de Macedo Tavares
Herllyson da Silva Souza
Jeovah Herculano Szervinsk Júnior
Leonardo Hideki Higa

Capa
Leonardo Hideki Higa

Imagens da Capa
Banco Freepik (freepik.com)

Projeto Gráfico
Renato Rodrigues Bueno

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Livraria Ipea
SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo
70076-900 – Brasília – DF
Tel.: (61) 2026-5336
Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Composto em Adobe Garamond Pro 12 (texto)
Frutiger 67 Bold Condensed (títulos, gráficos e tabelas)
Brasília-DF

Missão do Ipea
Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

ISSN 2177-1855

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DA ECONOMIA

PÁTRIA AMADA BRASIL GOVERNO FEDERAL