



70

Agosto | 2022

RADAR

Tecnologia, Produção e Comércio Exterior



ipea



70

Agosto | 2022

RADAR

Tecnologia, Produção e Comércio Exterior

ipea

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

Erik Alencar de Figueiredo

Diretor de Desenvolvimento Institucional

André Sampaio Zuvanov

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia

Flavio Lyrio Carneiro

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

Marco Antônio Freitas de Hollanda Cavalcanti

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Nilo Luiz Saccaro Junior

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura

João Maria de Oliveira

Diretor de Estudos e Políticas Sociais

Herton Ellery Araújo

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais

Paulo de Andrade Jacinto

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação (substituto)

João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

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** 2022

DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/radar70>

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
ECOINOVADORAS NOS ANOS 2000: CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E ESTRATÉGICAS DAS EMPRESAS BRASILEIRAS	7
Pedro Miranda Priscila Koeller Maria Cecília Lustosa	
NOTAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) NA CHINA	13
Luis Claudio Kubota	
O PREÇO DA ENERGIA: O DESCONTROLE DO ABUSO DE CONTROLE	17
Dea Fioravante	
REVISITANDO O OURO	21
Eduardo Vale	

APRESENTAÇÃO¹

A edição número 70 do boletim *Radar* – a segunda de 2022 – apresenta quatro trabalhos sobre três grandes temas: a inovação, a infraestrutura (e sua regulação) e a mineração. Os dois primeiros textos a respeito de inovação tratam sobre o novo conceito deecoinovação e o desenvolvimento da inteligência artificial na China. O terceiro texto discute aspectos regulatórios do mercado de energia elétrica, e o quarto, as tendências atuais do mercado global de ouro.

O texto *Ecoinovadoras nos anos 2000: características estruturais e estratégicas das empresas brasileiras*, de autoria de Pedro Miranda, Priscila Koeller e Maria Cecília Lustosa, discute a questão da ecoinovação no contexto brasileiro a partir de dados da Pesquisa de Inovação (Pintec), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O debate se insere no contexto dos esforços globais para mitigação dos efeitos nocivos da ação humana sobre o meio ambiente e aborda o papel da tecnologia e das ecoinovações.

Ainda sobre inovação, o texto *Notas sobre o desenvolvimento da inteligência artificial (IA) na China* apresenta as várias particularidades do ecossistema de inteligência artificial desse país. O autor Luis Claudio Kubota analisa como a proibição de aplicativos ocidentais, a ação direta do Estado e a ampla disponibilidade de profissionais qualificados garantem a liderança chinesa nos avanços globais dessa tecnologia.

O terceiro texto desta edição debate os efeitos recentes da pandemia de covid-19 sobre os desequilíbrios macroeconômicos e seus impactos nos preços da energia elétrica. Em *O preço da energia: o descontrole do abuso de controle*, a autora Dea Fioravante analisa a evolução do preço da energia elétrica de agosto de 1999 a maio deste ano e apresenta justificativas para explicar o acúmulo de 395% no período, comparando os preços desse mercado com a evolução dos preços gerais da economia brasileira.

Finalmente, o autor Eduardo Valle apresenta uma visão panorâmica atual de alguns dos principais vetores internacionais que configuram a economia mineral do ouro em *Revisitando o ouro*. Questões tradicionais desse debate, como a função de reserva de valor, são vistas em paralelo com o debate de novas formas de reserva de valor na economia digital, como as criptomoedas.

Rafael Leão

**Especialista em políticas públicas e gestão governamental na
Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura
do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Diset/Ipea) e editor deste *Radar***

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/radar70apresentacao>

ECOINOVADORAS NOS ANOS 2000: CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E ESTRATÉGICAS DAS EMPRESAS BRASILEIRAS¹

Pedro Miranda²

Priscila Koeller³

Maria Cecília Lustosa⁴

SINOPSE

Na discussão sobre desenvolvimento sustentável e ações para redução ou mitigação dos efeitos cumulativos e nocivos da ação antropogênica ao meio ambiente, o 6º Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas da Organização das Nações Unidas (IPCC/ONU) destaca o papel da tecnologia e, especificamente, das ecoinovações. Nesse contexto, esta análise procura identificar, a partir da Pesquisa de Inovação (Pintec) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), diferenças de perfil das empresas ecoinovadoras *vis-à-vis* empresas não ecoinovadoras, pontuando características estruturais e estratégias adotadas no período recente. Como principal destaque da análise, ressalta-se a preocupação com o percentual significativamente elevado de empresas não ecoinovadoras.

Palavras-chave: ecoinovação; inovação ambiental; Pintec; Brasil.

1 ECOINOVAÇÃO E PESQUISAS DE INOVAÇÃO

O 6º Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Climáticas da Organização das Nações Unidas (IPCC/ONU) reforçou o alerta sobre o processo de mudanças climáticas e a urgência de medidas para reversão dos efeitos cumulativos da ação antropogênica ao meio ambiente. O relatório também destaca a importância da tecnologia e das ecoinovações para mitigar tais efeitos e para o desenvolvimento sustentável. Na literatura dedicada ao tema, medidas extraídas de pesquisas de inovação realizadas com empresas vêm sendo comumente utilizadas.⁵ Entretanto, sua utilização depende do conceito de ecoinovação utilizado.

Diversos autores, como Kemp e Pearson (2007), Arundel e Kemp (2009) e Horbach, Rammer e Rennings (2012), discutiram conceitos para inovação que incorporam a dimensão ambiental e embasaram a escolha pela definição de ecoinovação do projeto *measuring eco-innovation* (MEI) – adotada neste trabalho.⁶

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/radar70art1>

2. Técnico de planejamento e pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Diset/Ipea). *E-mail*: <pedro.miranda@ipea.gov.br>.

3. Analista de planejamento e orçamento na Diset/Ipea. *E-mail*: <priscila.koeller@ipea.gov.br>.

4. Professora do Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Profnit/UFRJ). *E-mail*: <cecili lustosa@gmail.com>.

5. Sobre as medidas de ecoinovação e o cenário no Brasil, ver Miranda, Koeller e Lustosa (2022). Disponível em: <<https://bit.ly/3IWcf1W>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

6. Kemp *et al.* (2019) atualizaram a definição estabelecida pelo projeto MEI adequando-a às alterações da definição de inovação promovidas pela versão 4 do Manual de Oslo (OECD e Eurostat, 2018). No entanto, optou-se neste trabalho por seguir utilizando a versão anterior, pois diversos autores, como Kemp e Pearson (2007), Arundel e Kemp (2009) e Horbach, Rammer e Rennings (2012), mostram que ela é compatível com diversas pesquisas de inovação, ainda baseadas na versão 3 do Manual de Oslo (OECD, 2005), como é o caso da Pintec.

Ecoinovação é a produção, assimilação ou utilização de um produto, processo produtivo, serviço ou gestão, ou método de negócio que é novo para a organização (que o desenvolve ou o adota) e que resulta, considerando seu ciclo de vida como um todo, na redução do risco ambiental, da poluição e de outros impactos negativos do uso de recursos (...) em comparação com alternativas relevantes (Kemp e Pearson, 2007, p. 7, tradução nossa).

No Brasil, a Pintec é compatível com esta definição tanto por utilizar o Manual de Oslo (OECD, 2005) em suas últimas edições quanto por permitir caracterizar a ecoinovação a partir do seu resultado (Koeller *et al.*, 2020). A pesquisa identifica elementos que caracterizam as empresas ativas em inovação,⁷ assim como as estratégias, os esforços inovativos e os impactos da implementação de inovações, e traz também informações que permitem aferir o perfil dos agentes ecoinovadores. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é caracterizar a ecoinovação no Brasil, mais especificamente os ecoinovadores, a partir das últimas edições da Pintec – 2011, 2014 e 2017.⁸

A Pintec dispõe de informações relativas a dois aspectos: i) às inovações organizacionais, em especial sobre a adoção de novas técnicas de gestão ambiental; e ii) aos impactos da inovação (de produto e de processo), entre os quais alguns relacionados ao meio ambiente, como a redução no consumo de matéria-prima, energia e água. Antes de avançar, cabe mencionar algumas limitações da análise a partir da Pintec, entre as quais o fato de a pesquisa captar parcialmente as empresas ecoinovadoras, uma vez que não compreende a totalidade das atividades econômicas, e a não captura de informações para todos os tipos de ecoinovação, como aquelas referentes aos “métodos de negócios”. Sublinha-se, ainda, o fato de não haver informações completas para as empresas ecoinovadoras que realizaram inovações unicamente a partir da introdução de novas técnicas de gestão ambiental.⁹

Para avançar na discussão sobre características e estratégias das empresas para a ecoinovação, é possível solicitar tabulações especiais da Pintec. Nesse sentido, partindo da definição de tipos de ecoinovadores estabelecida por Kemp e Pearson (2007) e utilizando as informações das empresas que sinalizaram importância alta e média quanto ao impacto das inovações na redução dos impactos ambientais e as informações sobre a implementação de novas técnicas de gestão ambiental, foram solicitados cruzamentos utilizados como uma aproximação (*proxy*) para três tipos de ecoinovadores, conforme descrito adiante.

- 1) Ecoinovadores estratégicos – empresas que desenvolvem ecoinoваções (eco equipamentos e serviços) para venda, definidas na Pintec como: empresas inovadoras para o mercado, que implementaram novas técnicas de gestão ambiental e/ou que realizaram inovações com redução de impactos ambientais.
- 2) Demais ecoinovadores – empresas que intencionalmente implementam ecoinoваções desenvolvidas internamente e/ou adquiridas, ou empresas sem estratégia ambiental específica, mas que adotam inovações de produto, organizacionais, de processo etc. que resultam em benefícios ambientais. Estas são identificadas na Pintec como:
 - a) ativas em inovação, sem serem inovadoras para o mercado, que implementaram novas técnicas de gestão ambiental e/ou que realizaram inovações com redução de impactos ambientais; ou
 - b) aquelas que não são inovadoras em produto e processo, mas que adotaram técnicas de gestão ambiental.
- 3) Não ecoinovadores – empresas que não apresentam atividades, nem intencionais nem não intencionais, para inovações com benefícios ambientais, consideradas na Pintec como:
 - a) ativas em inovação, mas sem impactos ambientais e sem adoção de técnicas de gestão ambiental; ou
 - b) não inovadoras.

7. Empresas que implementam inovações de produtos e/ou processos e/ou tiveram projetos incompletos e/ou abandonados.

8. Algumas alterações feitas na Pintec, ao longo de suas edições, determinaram a escolha do período de análise: atualização da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), em 2008, e mudança de âmbito das atividades econômicas cobertas pela pesquisa, entre 2008 e 2011.

9. O conjunto completo das perguntas da Pintec é respondido apenas pelas empresas que implementaram inovação em produto e/ou processo.

A partir dessas definições, foram analisados dois aspectos por tipos de ecoinovadores nos períodos 2009-2011, 2012-2014 e 2015-2017:

- características estruturais – número médio de pessoas ocupadas e média da receita líquida de vendas; e
- estratégias de inovação – média dos dispêndios em atividades inovativas, participação das principais atividades inovativas no total dos dispêndios, e características da pesquisa e desenvolvimento (P&D) internas às empresas.

2 EMPRESAS ECOINOVADORAS: CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIIS E ESTRATÉGIAS DE INOVAÇÃO

As primeiras características analisadas foram as estruturais, a partir das quais é possível observar principalmente diferenças nos portes das empresas. Os dados apresentados na tabela 1 sintetizam estes resultados mostrando que os ecoinovadores estratégicos, embora em menor número absoluto de empresas, apresentaram portes maiores tanto em termos do número médio de pessoal ocupado quanto em receita líquida média. Por sua vez, o grupo de não ecoinovadores concentrou as empresas de menor porte nas duas medidas apresentadas, embora tenha respondido pelo maior número de empresas – cerca de 3 vezes o número de demais ecoinovadores e de 38 vezes o número de ecoinovadores estratégicos.

De certa forma, essa característica espelha a capacidade de inovação das empresas. Como apontaram Nelson e Winter (1982) e Dosi (1984), empresas de maior porte têm maior probabilidade de inovar, pois dispõem de mais recursos e maior capacidade de investimento. Ademais, como apontaram Bastos e Britto (2017) e Nogueira (2019), o porte é importante para os processos de aprendizado, de cooperação e de inovação em produto e processo. Reforça-se também a hipótese de alguns estudos, como Queiroz e Podcameni (2014) e Santos (2016), que sinalizam a importância da inserção internacional para a ecoinovação, na medida em que empresas de maior porte tendem a ter maior inserção, seja via exportação, seja porque compõem grupos multinacionais.

Quanto às estratégias de ecoinovação das empresas, foram identificadas duas características principais:

- dispêndios em atividades inovativas; e
- pessoal ocupado em P&D internos.

Os dispêndios em atividades inovativas espelham o esforço que as empresas realizam no desenvolvimento do processo inovativo e são divididos nos esforços em P&D, tanto interno quanto externo, e nas demais atividades, como aquisição de máquinas e equipamentos (M&E) e treinamento, por exemplo. A tabela 1 mostra o comportamento de destaque do grupo de ecoinovadores estratégicos, em que cerca de 88% das empresas do grupo realizaram dispêndios, em contraposição a cerca de 37% no caso dos demais ecoinovadores, e de 24% no caso dos não ecoinovadores, nos três períodos considerados.

Quando observado o valor dos dispêndios em atividades inovativas em relação à receita líquida de vendas, chama a atenção o fato de ter havido percentagens próximas para os três grupos, em dois dos períodos analisados. Esta proximidade reforça a importância da análise dos dispêndios em atividades internas de P&D e com a aquisição de M&E, que concentraram mais 64% do total dos dispêndios em todos os grupos e todos os períodos considerados.¹⁰

10. Além destas atividades, a pesquisa também apresenta informações para os dispêndios com: aquisição externa de P&D; aquisição de outros conhecimentos externos; aquisição de *software*; aquisição de M&E; treinamento; introdução das inovações tecnológicas no mercado; projeto industrial e outras preparações técnicas.

De fato, a análise dos dispêndios em atividades internas de P&D mostra que estes não ocorreram de forma homogênea entre os grupos de empresa. Essas atividades são consideradas pela literatura neoschumpeteriana como fundamentais para o desenvolvimento de inovações, sendo também para ecoinovações, e para o processo de aprendizado e apropriação de conhecimento nas empresas (Nelson e Winter, 1982; Dosi, 1984). Os dados apontaram que o grupo dos ecoinovadores estratégicos apresentou uma participação da P&D em relação ao total de dispêndios em atividades inovativas superior aos outros grupos. E a percentagem dos dispêndios em P&D em relação à receita líquida de vendas mostrou-se também superior neste grupo, havendo equilíbrio entre os demais ecoinovadores e os não ecoinovadores.

Ao contrário, quando se analisam os dados relativos aos dispêndios com a aquisição de M&E, o grupo de ecoinovadores estratégicos foi aquele que concentrou, relativamente, os menores valores tanto em relação ao total das atividades inovativas quanto em relação à receita líquida de vendas, reforçando a importância da P&D para a inovação e ecoinovação.

TABELA 1
Características estruturais por tipos de ecoinovadores

Edição da Pintec	Tipos de ecoinovadores	Número de empresas	Pessoal ocupado médio ¹	Receita líquida média ¹ (R\$ 1 mil correntes)	Atividades inovativas		Atividades internas de P&D		Aquisição de M&E		Total de pessoas ocupadas em P&D/total de pessoas ocupadas por tipo de ecoinovadores (%) ²
					Número de ecoinovadores que realizaram atividades inovativas/número total de empresas ecoinovadoras (%)	Dispêndios/receita líquida (%)	Participação no total de dispêndios com atividades inovativas (%)	Dispêndios/receita líquida (%)	Participação no total de dispêndios com atividades inovativas (%)	Dispêndios/receita líquida (%)	
2011	Ecoinovadores estratégicos	2.470	548	354.888	88,2	2,6	50,1	1,3	24,9	0,6	3,5
	Demais ecoinovadores	31.325	82	22.466	36,9	2,6	20,7	0,5	56,5	1,5	0,8
	Não ecoinovadores	94.904	53	11.410	24,0	2,2	20,3	0,4	48,1	1,1	0,6
	Total	128.699	70	20.693	28,4	2,4	30,8	0,7	42,4	1,0	1,1
2014	Ecoinovadores estratégicos	2.374	587	469.434	92,2	2,9	44,2	1,3	24,6	0,7	3,3
	Demais ecoinovadores	32.620	83	24.541	39,2	1,9	25,3	0,5	52,2	1,0	0,9
	Não ecoinovadores	97.535	52	14.069	24,5	2,5	19,5	0,5	51,7	1,3	0,8
	Total	132.529	69	24.804	29,3	2,5	30,3	0,8	41,1	1,0	1,2
2017	Ecoinovadores estratégicos	2.141	496	489.440	97,6	2,1	53,7	1,1	16,6	0,3	3,1
	Demais ecoinovadores	20.042	108	63.146	39,3	1,9	21,4	0,4	42,9	0,8	1,0
	Não ecoinovadores	94.779	51	34.283	24,7	0,7	40,6	0,3	33,9	0,2	0,9
	Total	116.962	69	47.562	28,5	1,2	38,1	0,5	31,5	0,4	1,2

Fonte: Tabulações especiais Pintec (IBGE, 2013; 2016; 2020).

Elaboração dos autores.

Notas: ¹ Receita líquida de vendas de produtos e serviços e número de pessoas ocupadas em 31 de dezembro, estimados a partir dos dados da amostra da Pesquisa Industrial Anual – Empresa (2011, 2014 e 2017) e da Pesquisa Anual de Serviços (2011, 2014 e 2017).

² Total de pessoas ocupadas em dedicação plena nas atividades de P&D, obtido a partir da soma do número de pessoas em dedicação exclusiva e do número de pessoas em dedicação parcial, ponderado pelo percentual médio de dedicação.

Uma outra variável que deve ser considerada diz respeito ao total de pessoas ocupadas com atividades de P&D. Isso porque ela sinaliza não apenas a capacidade de desenvolvimento interno de P&D, mas também a capacidade de absorção de novos conhecimentos e tecnologias. Os dados indicam que as empresas consideradas ecoinovadoras estratégicas têm uma participação significativamente superior aos outros grupos no que se refere ao total de pessoas ocupadas em P&D em relação ao total de pessoas ocupadas no grupo, reforçando a hipótese

apontada por Nelson e Winter (1982) e Dosi (1984), e comentada anteriormente, de que empresas maiores tendem a ter mais recursos dedicados à P&D. Apesar de o percentual de pessoas ocupadas em P&D em relação ao total de pessoas ocupadas não ser elevado, é, ainda assim, pelo menos três vezes maior do que os demais grupos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O papel daecoinovação como um dos elementos centrais para a reversão da degradação ambiental resultante da ação antropogênica e, sobretudo, para a implementação de um modelo de desenvolvimento sustentável vem sendo reiterado pela literatura e por instituições e fóruns internacionais. Ao mesmo tempo, políticas públicas de estímulo ao investimento em tais atividades, como os incentivos fiscais e a regulamentação ambiental, ganham cada vez mais importância.

No Brasil, a Pintec permite retratar as atividades ecoinovativas em produto e processo, com destaque para as inovações com impactos ambientais e a adoção de técnicas de gestão ambiental. Estas informações permitem caracterizar os agentes ecoinovadores e suas estratégias. Entre as diferentes dimensões possíveis de análise, estão o porte das empresas e o tipo de atividade inovativa realizada, como P&D ou compra de M&E.

Ao analisar o perfil das empresas, constata-se que mais de 70% das empresas não realizaram atividades ecoinovativas. Estas são empresas menores e investem menos em atividades inovativas em geral, sobretudo se comparadas às ecoinovadoras estratégicas. A comparação com essas últimas mostra também perfil distinto dos esforços em atividades inovativas. As empresas não ecoinovadoras possuem equipes menores trabalhando em P&D e seus dispêndios em M&E apresentam maior importância que aqueles direcionados para P&D.

As diferenças de perfil e de atividades entre empresas ecoinovadoras em relação às demais podem ser fruto, entre outras, de diferenças em instrumentos regulatórios e das dificuldades de acesso aos instrumentos de financiamento. Ao mesmo tempo, muitas das características retratadas podem estar sendo definidas pelo fato de as empresas serem inovadoras, e não pelo fato de serem exclusivamente ecoinovadoras. Para identificar se há uma associação entre ecoinovação e estas características, são necessários novos estudos. Uma possibilidade de aprofundamento é estabelecer a categorização dos tipos de ecoinovadores a partir das informações sobre impacto e motivações da ecoinovação,¹¹ o que permitiria identificar os tipos de ecoinovadores de forma mais refinada e comprovar algumas das hipóteses aqui apontadas com esta primeira aproximação (Kemp e Pearson, 2007; Santos, 2016; Koeller *et al.*, 2020).

Em síntese, nesse cenário de urgência em relação às mudanças climáticas e à adoção de um modelo de desenvolvimento sustentável, aperfeiçoar a identificação dos diferentes tipos de ecoinovadores e mapear as diferentes estratégias destas empresas é de suma importância para o aprimoramento e a elaboração de novas políticas públicas ambientais.

REFERÊNCIAS

ARUNDEL, A.; KEMP, R. **Measuring eco-innovation**. Maastricht: UNU-MERIT, 2009. (Working Papers Series, n. 2009-017).

BASTOS, C.; BRITTO, J. Inovação e geração de conhecimento científico e tecnológico no Brasil: uma análise dos dados de cooperação da Pintec segundo porte e origem de capital. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 35-62, jan.-jun. 2017.

11. A Pintec 2017 passou a disponibilizar informações específicas sobre esses temas.

DOSI, G. (Ed.). **Technical change and industrial transformation**: the theory and application to the semiconductor industry. London: Palgrave Macmillan, 1984.

HORBACH, J.; RAMMER, C.; RENNINGS, K. Determinants of eco-innovations by type of environmental impact - the role of regulatory push/pull, technology push and market pull. **Ecological Economics**, v. 78, p. 112-122, June 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de inovação 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

_____. **Pesquisa de inovação 2014**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

_____. **Pesquisa de inovação 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

KEMP, R. *et al.* **Maastricht manual on measuring eco-innovation for a green economy**. Maastricht: Inno4sd, Aug. 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/3cC9MHq>>.

KEMP, R.; PEARSON, P. **Final report MEI project about measuring eco-innovation**. UM-MERIT. Maastricht: UM-MERIT, Feb. 2007. Disponível em: <<https://bit.ly/3cy0MTQ>>.

KOELLER, P. *et al.* **EcoInovação**: revisitando o conceito. Rio de Janeiro: Ipea, abr. 2020 (Texto para Discussão, n. 2556).

MIRANDA, P.; KOELLER, P.; LUSTOSA, C. As empresas brasileiras são ecoinovadoras? Discutindo métricas de ecoinovação. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA INDUSTRIAL*, 6., 2022, Salvador, Bahia. **Anais...** Salvador: Abein, 2022. Disponível em: <<https://bit.ly/3IWcf1W>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

NELSON, R.; WINTER, S. (Ed.). **An evolutionary theory of economics change**. Cambridge: Belknap Press, 1982.

NOGUEIRA, M. (Org.). **Um pirilampo no porão**: um pouco de luz nos dilemas da produtividade das pequenas empresas e da informalidade no país. 2. ed. Brasília: Ipea, 2019.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Oslo manual**: the measurement of scientific and technological activities. 3rd ed. Paris: OECD, 2005.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT; EUROSTAT – EUROPEAN STATISTICAL OFFICE. **Oslo manual 2018**: guidelines for collecting, reporting and using data on innovation. 4th ed. Paris: OECD Publishing, 2018.

QUEIROZ, J. M.; PODCAMENI, M. G.; Estratégia inovativa das firmas brasileiras: convergência ou divergência com as questões ambientais? **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 187-224, 2014.

SANTOS, M. **Inovação ambiental**: determinantes e impactos sobre a produtividade da indústria brasileira. 2016. 156 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

NOTAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) NA CHINA¹

Luis Claudio Kubota²

SINOPSE

Há várias particularidades no ecossistema de inteligência artificial (IA) chinês. A proibição de aplicativos ocidentais no mercado chinês e a existência de aplicativos como WeChat – que têm abrangência sem similar em aplicativos ocidentais – resultam em um volume de dados sem par no Ocidente, não só do mundo digital, mas também do mundo real, disponível para as empresas de tecnologia chinesas. Outra particularidade é a ação governamental. Como país de partido único, as diretrizes do governo central são naturalmente adotadas pelos governos subnacionais, que implementam suas próprias políticas, mas sempre alinhadas com a orientação superior. Outro aspecto a se destacar é a disponibilidade de um grande contingente de profissionais qualificados para o desenvolvimento dos modelos de IA. Além disso, a prática de imitação entre empresas não seria um impeditivo para a inovação, em função de uma competição feroz entre as firmas locais.

Palavras-chave: inteligência artificial; China; inovação.

1 INTRODUÇÃO

Kai-Fu Lee, que já foi presidente da Google China e ocupou posições na Microsoft e na Apple, acredita que China e Estados Unidos serão os líderes da inteligência artificial (IA) no mundo. Segundo Lee (2018), o “momento Sputnik” da IA na China foi quando AlphaGo, da Google, derrotou o campeão de Go – um jogo cujo número de combinações possíveis é muitas vezes maior que o xadrez – em uma série de disputas.³

A China ocupa o segundo lugar do *ranking* do Stanford AI Index Report 2022, que avalia 29 países (Zhang *et al.*, 2022). Sobre o potencial da IA para o crescimento econômico, a McKinsey & Company estima que a IA tem o potencial de adicionar US\$ 600 bilhões à economia (Shen *et al.*, 2022).

Este texto tem o objetivo de apresentar características gerais da IA na economia chinesa, bem como perspectivas – inclusive setoriais – para o futuro próximo. Na seção 2, são apresentadas características gerais e insumos fundamentais da IA, e, na seção 3, os aspectos do mercado de IA na China: competição, mão de obra, o papel do governo e tendências de curto prazo. Na seção 4, são trazidas as considerações finais.

2 CARACTERÍSTICAS GERAIS, INSUMOS FUNDAMENTAIS E AS QUATRO ONDAS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A IA se enquadra em um arcabouço mais amplo da chamada ciência de dados. Trata-se de uma área de conhecimento multidisciplinar que envolve profissionais oriundos principalmente das ciências de computação e estatística. Na ciência de dados, existe desde o uso de técnicas de estatística tradicionais, como regressões, até técnicas de

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/radar70art2>

2. Pesquisador na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Diset/Ipea). E-mail: <luis.kubota@ipea.gov.br>.

3. Os bastidores do feito são mostrados no documentário AlphaGo.

aprendizagem autônoma. A aprendizagem profunda (*deep learning*) inclui técnicas resultantes dos estudos de computação, tais como as redes neurais convolucionais.

Em décadas anteriores, muitos desses desenvolvimentos já estavam disponíveis. Entretanto, a maior disponibilidade de dados, o barateamento e evolução dos equipamentos de computação e a popularidade de *softwares* abertos – como *R* e *python* – fizeram com que a difusão dessas técnicas se democratizasse.

O desenvolvimento de modelos de IA necessita de alguns insumos fundamentais. O primeiro destes são os dados; o segundo é a disponibilidade de mão de obra qualificada; e o terceiro, o conhecimento do negócio. Nesse contexto, com relação aos primeiros insumos, dados de alta qualidade – disponíveis, usáveis, confiáveis, relevantes e seguros – são um requisito conhecido para que os sistemas de IA funcionem corretamente (Shen *et al.*, 2022). No que diz respeito à mão de obra qualificada, o desenvolvimento dos modelos de redes neurais convolucionais requer o conhecimento de ao menos três domínios: álgebra linear, estatística e cálculo. Obviamente, trata-se de um perfil que não está disponível em abundância na maior parte dos países.

Segundo Shen *et al.* (2022), é quase impossível desenvolver modelos de impacto sem conhecimento do negócio. Saber quais as questões fundamentais a serem feitas é determinante para o sucesso ou o fracasso de uma iniciativa de IA. Para os autores, um grupo de especialistas com conhecimento geral de gestão, mas também com entendimento profundo de IA e *expertise* setorial, deve ser formado.

Lee (2018) classifica o desenvolvimento da IA em quatro ondas. A primeira foi a IA da internet, com a prevalência dos mecanismos de recomendação: de vídeos, de produtos para consumo, entre outros. A segunda onda foi a IA dos negócios, que é característica de setores com grandes quantidades de dados estruturados e categorizados, como o financeiro. A terceira refere-se à IA perceptual, na qual algoritmos associados a sensores e outros dispositivos inteligentes possibilitam a análise diferenciada de sons e imagens. Finalmente, a quarta onda refere-se à IA autônoma, na qual máquinas já dotadas de sensores tomam decisões como ocorre no caso de carros sem condutores.

3 ASPECTOS DO MERCADO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA CHINA

Lee (2018) define algumas características distintivas do mercado de internet chinês. Ele compara esse ecossistema a um coliseu onde centenas de empresas que praticam a cópia e engenharia reversa lutam até a morte pela sobrevivência. A existência das imitadoras força as empresas a uma busca constante de controle de custos, geração de informações positivas sobre a empresa para levantar valores elevados a partir de avaliações financeiras exageradas. De acordo com o autor, esse ambiente feroz de competição gerou os empreendedores mais tenazes do planeta.

Lee (2018) entende que as firmas do Vale do Silício foram forjadas em um ambiente de abundância, resultando em uma busca por soluções técnicas elegantes para problemas abstratos. Na economia chinesa, em contrapartida, a pobreza está a uma geração de distância. A cultura *startup* da China é voltada ao mercado e a gerar dinheiro.

No que se refere à mão de obra, por um lado, o mercado de trabalho nas empresas de tecnologia é caracterizado por uma carga muito elevada, conhecida como 996: das 9h da manhã às 9h da noite, 6 dias por semana. Por outro lado, é um dos que apresenta melhor remuneração. Lee (2018) argumenta que o volume impressionante de engenheiros e técnicos com boa formação disponível na China é mais favorável para a competitividade nacional na IA do que um número menor de brilhantes cientistas nas melhores universidades estadunidenses.

Ademais, Lee (2018) defende que a China é o maior produtor de dados digitais, com a diferença em relação aos Estados Unidos crescendo dia a dia. De acordo com o autor, o volume de dados é o fator mais importante para o desenvolvimento da IA. Para exemplificar a importância dos dados, para veículos autônomos funcionarem, são necessárias informações de qualidade sobre as vias e os carros, para que esses possam captar o que está ao seu redor, bem como para viabilizar uma experiência personalizada aos condutores (Shen *et al.*, 2022).

As grandes firmas de tecnologia (*big techs*) estadunidenses estão gerando grande volume de dados sobre as atividades *online* dos consumidores, ao passo que as contrapartes chinesas têm a possibilidade de gerar dados também sobre o mundo real: compras físicas, refeições e transporte (Lee, 2018). Aplicativos como WeChat apresentam uma fusão de funcionalidades de aplicativos ocidentais: Facebook, Uber, Instagram, Skype, PayPal, Amazon e, utilizando o caso brasileiro, o Pix. É importante lembrar que vários aplicativos ocidentais são banidos do mercado chinês.

O total de transações nas plataformas móveis ultrapassou o produto interno bruto (PIB) da China em 2017, superando os US\$ 17 trilhões. Lee (2018) considera os dados gerados por essas transações o mapa mais rico sobre o comportamento do consumidor da História. Lundvall e Rikap (2022) defendem que as atividades de inovação das empresas Alibaba e Tencent se baseiam em fontes do sistema nacional de inovação chinês e acesso privilegiado a dados da China. Não obstante, elas combinam essas fontes com diversas colaborações internacionais, organizando atividades de pesquisa e desenvolvimento muito além da China.

No que diz respeito ao papel do governo, Lee (2018) argumenta que o ano de 2014 é um marco de mudança na política governamental. Nesse ano, foram cunhadas as expressões *empreendedorismo de massa* e *inovação de massa*. O conselho de Estado chinês incentivou a criação de incubadoras de tecnologia, zonas de empreendedorismo e ações para atrair *venture capital* privado.

Uma característica das políticas públicas é a existência de planos como os quinquenais ou, no caso da IA, o Development Plan for a New Generation of Artificial Intelligence, de 2017. Outra característica é que, na China, os objetivos são traçados pelo governo central, mas a implementação fica a cargo dos milhares de prefeitos e agentes públicos municipais espalhados pelo país. Os municípios criaram escritórios onde os empreendedores em potencial poderiam sanar todas suas necessidades para registrar suas firmas. Um fluxo de subsídios criou 6,6 mil novas incubadoras de *startups*, quadruplicando o total existente (Lee, 2018).

Os municípios maiores e as províncias usam mecanismos diferentes, utilizando fundos nos quais o risco, no caso de perda, é semelhante ao do setor privado, mas onde o potencial de ganho governamental possui um teto no caso dos negócios bem-sucedidos, alavancando os ganhos potenciais dos investidores privados. As intervenções governamentais podem ter apresentado muitos casos locais de fracasso, mas, em uma escala nacional, o impacto foi muito significativo (Lee, 2018).

Os setores que se destacam na adoção de IA são: finanças, varejo e alta tecnologia. A maioria dos aplicativos mais populares corresponde aos mercados voltados ao consumidor final. Entretanto, Shen *et al.* (2022) defendem que os setores mais promissores para o crescimento do uso da IA são: automobilístico, transportes, logística, indústria manufatureira, *software* empresarial, saúde e ciências da saúde.

Para desenvolver essas oportunidades, há necessidade de investimentos significativos em seis áreas: dados, talentos, tecnologia, mentalidade, orquestração do ecossistema e regulação. Os esforços tecnológicos devem incluir quatro iniciativas: aumentar a adoção de tecnologias digitais; implementar plataformas e ferramentas de ciência de dados; avançar na estrutura de nuvem; e evoluir nos investimentos de pesquisa em IA (Shen *et al.*, 2022).

O panorama traçado anteriormente por Lee (2018) refletia um cenário de crescimento do mercado de internet chinês. Pollard (2022) mostra como a realidade atual é diferente, com impacto no mercado de trabalho de tecnologias da informação e comunicação (TICs). O aperto regulatório governamental nas empresas de TICs, como Tencent e Alibaba, e a desaceleração econômica causada pelas restrições decorrentes da covid-19 fazem com que uma coorte de formandos maior que a população de Portugal tente uma colocação em um dos piores mercados de trabalho das últimas décadas. A taxa de desemprego entre os jovens é de 18,4%, e os salários caíram. A estimativa é de uma queda de 10% na mão de obra das dez maiores firmas de tecnologia. O retrato traçado por McMorrow e Liu (2022) não é diferente. O setor das plataformas educacionais foi um dos mais afetados, com a demissão de centenas de milhares de funcionários e professores.

As políticas públicas para minimizar esse quadro incluem, no âmbito federal, subsídios para estágios de formandos e, no âmbito subnacional, empréstimos subsidiados para que formandos criem seus negócios (Pollard, 2022).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme observado neste texto, há várias particularidades no ecossistema de IA chinês. A princípio, como vários aplicativos ocidentais são proibidos no mercado chinês, os dados dos consumidores são transacionados, armazenados e analisados por empresas locais. Além disso, aplicativos como WeChat têm abrangência sem similar em aplicativos ocidentais. O resultado é um volume de dados sem par no Ocidente, não só do mundo digital, mas também do mundo real, disponível para as empresas de tecnologia chinesas.

Outra particularidade é a ação governamental. Como país de partido único, as diretrizes do governo central são naturalmente adotadas pelos governos subnacionais, que implementam suas próprias políticas, mas sempre alinhadas com a orientação superior. Ademais, como se sabe, a China tem uma longa tradição de planejamento governamental – como os planos quinquenais – oriunda da herança comunista.

Outro aspecto a se destacar é a disponibilidade de um grande contingente de profissionais qualificados para o desenvolvimento dos modelos de IA. Além disso, a prática de imitação entre empresas não seria um impeditivo para a inovação, em função de uma competição feroz entre as firmas.

No caso da IA em particular, é importante ressaltar a necessidade de conhecimentos específicos, como álgebra linear e estatística, habilidades que requerem um longo período de aprendizado e maturação. Isso representa uma dificuldade adicional na realidade brasileira, na qual a falta de mão de obra qualificada para o setor de TICs, em geral, é um gargalo conhecido.

REFERÊNCIAS

- LEE, K.-F. (Ed.). **AI superpowers: China, Silicon Valley, and the new world order**. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2018.
- LUNDVALL, B.-A.; RIKAP, C. China's catching-up in artificial intelligence seen as a co-evolution of corporate and national innovation systems. **Research Policy**, v. 51, n. 1, p. 104395, Jan. 2022.
- MCMORROW, R.; LIU, N. "Let it rot": China's tech workers struggle to find jobs. **Financial Times**, Beijing, 15 June 2022.
- POLLARD, M. Q. Analysis: record numbers of Chinese graduates enter worst job market in decades. **Reuters**, Beijing, 23 June 2022.
- SHEN, K. *et al.* The next frontier for AI in China could add \$600 billion to its economy. **McKinsey**, 7 June 2022.
- ZHANG, D. *et al.* **Artificial intelligence index report 2022**. California: Stanford University, Mar. 2022.

O PREÇO DA ENERGIA: O DESCONTROLE DO ABUSO DE CONTROLE¹

Dea Fioravante²

SINOPSE

A pandemia da covid-19 acarretou desequilíbrios macroeconômicos como escassez de oferta, represamento de demanda e, conseqüentemente, alteração no comportamento dos preços: a inflação, medida pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), acumulou crescimento de 20,73% nos últimos dois anos encerrados em maio. Os itens cuja demanda é mais inelástica foram os que puxaram o indicador, entre eles está a energia elétrica. Este texto analisa a evolução do preço da energia elétrica de agosto de 1999 a maio deste ano e apresenta justificativas para explicar o acúmulo de 395% no período.

Palavras-chave: energia elétrica; inflação; regulação.

1 INTRODUÇÃO

A Década Perdida³ deixou uma herança inflacionária no Brasil que persistiu de forma intensa até o início da década de 1990. Após esse período, a inflação brasileira passou a ser uma das grandes preocupações dos governantes e da população. A instituição do real como moeda oficial do país, em julho de 1994, quebrou o ciclo da hiperinflação, recuperando a credibilidade da moeda brasileira e o poder de compra da população.

Superada a herança inflacionária, o regime de metas de inflação,⁴ instituído em junho de 1999, trouxe certo alívio e estabilidade em relação ao comportamento dos preços. Entretanto, com o início da pandemia da covid-19 e as restrições de oferta conseqüentes, o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) passou a apresentar crescimento mais acentuado a partir de junho de 2020. Nos últimos dois anos, o IPCA acumulou 20,73% de crescimento até maio deste ano, enquanto nos dois biênios anteriores o crescimento acumulado foi de 6,5% aproximadamente.⁵

Ao desagregar o IPCA, é possível inferir que, quanto mais essencial for o bem ou o serviço e quanto mais protegido for o mercado, maior o acúmulo inflacionário ao longo das últimas duas décadas. Entre os itens essenciais de consumo, tanto para as famílias como para o setor produtivo, está a energia elétrica. Como pode ser visto no gráfico 1, de agosto de 1999 a maio de 2022, enquanto o IPCA acumulou um aumento de 316,14%, o preço de energia elétrica residencial registrou 395,38% de inflação acumulada, chegando a 474,17% em março deste ano. Este estudo apresenta algumas explicações para o aumento expressivo do preço da energia elétrica e para as quebras estruturais da série do IPCA Energia.

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/radar70art3>

2. Pesquisadora na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Diset/Ipea).
E-mail: <dea.fioravante@ipea.gov.br>.

3. A Década Perdida corresponde à década de 1980, período no qual o país diminuiu bruscamente sua taxa de crescimento e passou por recessão e hiperinflação. Na ótica econômica, trata-se de um período perdido em termos de crescimento.

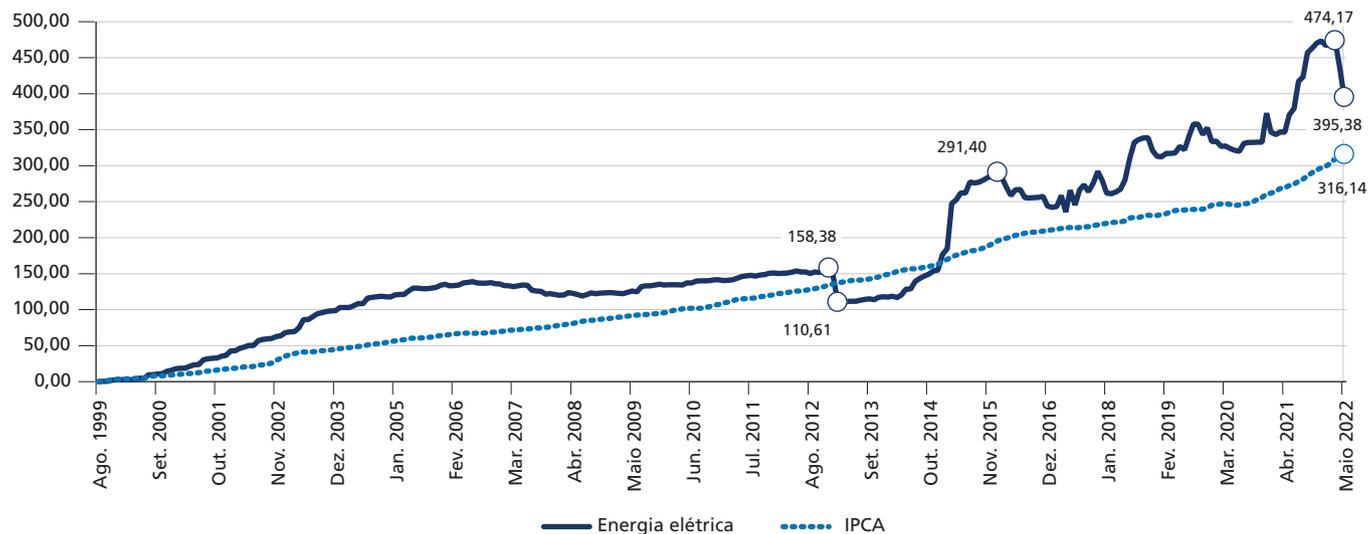
4. Decreto nº 3.088, de 21 de junho de 1999, e Resolução nº 2.615, de 30 junho de 1999.

5. Para os biênios maio 2016-maio 2018 e maio 2018-maio 2020, o IPCA acumulou 6,55% e 6,62% de crescimento, respectivamente.

GRÁFICO 1

Inflação da energia elétrica mensurada pelo IPCA Energia (ago. 1999-maio 2022)

(Em %)



Fonte: Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra).
Elaboração da autora.

2 O MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA

A energia elétrica é comercializada em dois mercados distintos no Brasil: Ambiente de Contratação Livre (ACL) e Ambiente de Contratação Regulada (ACR). No ACL, os preços são livremente negociados e definidos de acordo com a demanda de energia, mas para comprar energia neste mercado é necessário um consumo mínimo de 500 kW por mês (Mercado..., 2022). Como consequência, 65% dos consumidores se enquadram no ambiente regulado, no qual os preços são definidos em leilões e a tarifa é estipulada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). No ACR, a energia é precificada antes de sua comercialização, fazendo com que os preços não reflitam a demanda relativa de energia no ato da compra. É importante ressaltar que o preço da energia elétrica não é a tarifa propriamente dita. A Aneel tem grande influência na definição da tarifa de energia, principalmente na chamada parcela B.⁶ O preço pago pelo consumidor é composto por tarifa, quantidade consumida, tributos (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS, Programa de Integração Social – PIS, Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social – Cofins e Contribuição de Iluminação Pública – CIP) e bandeira tarifária.

O regime de bandeiras tarifárias, em vigor desde janeiro de 2015, foi uma tentativa de aperfeiçoamento na formulação do preço da energia (Silva, 2016). As bandeiras permitem ajustes de curto prazo quando o custo da energia passa por variações de acordo com as condições hídricas não esperadas. Nesse sentido, as bandeiras são o único fator na composição final do preço da energia que tenta equilibrar as condições de oferta e a demanda.

A rigidez dos preços e da oferta de energia, associada a fatores que alteram a demanda, dificulta o equilíbrio neste mercado. O crescimento demográfico e o desenvolvimento econômico geram pressão de demanda, pois aumentam o consumo de energia que, no curto prazo, tem uma oferta relativamente fixa. A demanda por energia é considerada inelástica, o que diminui o impacto de um aumento de tarifa sobre o consumo. Adicionalmente, os

6. A tarifa é composta pelas parcelas A e B e fator X. A parcela A é calculada pela Aneel e engloba custos pouco gerenciáveis pela concessionária, como a compra de energia das geradoras. A parcela B engloba os custos gerenciáveis pela distribuidora, como custo do capital, e o fator X incorpora os ganhos de produtividade da concessionária.

contratos de comercialização são de longo prazo com pouca margem de flexibilização caso haja um desequilíbrio entre oferta e demanda no curto prazo.

Durante o período 2001-2004, o preço de energia acumulado no ano cresceu rapidamente a uma taxa anual média de 18% (IPCA Energia). Desde o início dos anos 2000, o consumo de energia tem aumentado a uma taxa de 5% ao ano, mas a geração de energia não acompanhou essa expansão. O racionamento ocorrido em 2001 foi prova de que o sistema brasileiro de geração e distribuição de energia não suportava o crescimento da demanda (Walvis e Gonçalves, 2014).

A partir de 2004, as distribuidoras foram obrigadas a comprar energia em leilões, em uma tentativa de trazer previsibilidade, estabilidade e segurança jurídica ao setor. As licitações adotam o modelo do tipo *price cap*, em que a modicidade tarifária é o critério para permitir a concessão. Os leilões permitem o ajuste de preços, mas, para vencer as licitações, as concessionárias têm incentivos a estipular um preço abaixo do preço real. As revisões tarifárias são feitas obrigatoriamente a cada quatro ou cinco anos, e há também a possibilidade de reajustes anuais⁷ para rever custos não gerenciáveis, como períodos intensos de estiagem e revisões extraordinárias, para manutenção do equilíbrio. De 2004 a 2012, os preços ficaram estáveis e cresceram em média 3% em cada ano, no decorrer dos nove anos (acumulado no ano).⁸

Na curva de preço de energia elétrica do gráfico 1, chama atenção a quebra estrutural em dezembro de 2012, consequência do congelamento de preços feito pelo governo federal com a Medida Provisória nº 579, cujo objetivo era reduzir em 20% a tarifa de energia (Brasil, 2012). A medida intensificou a atuação da Aneel no setor, prorrogando as concessões com a condição de que a remuneração das usinas fosse estabelecida pela agência, os riscos hidrológicos fossem assumidos pelas concessionárias, entre outras condições que trouxeram muita instabilidade ao setor. A falta de alinhamento entre tarifas e custos gerou diversas consequências, cujas principais foram: estagnação da oferta do serviço, aumento de subsídios, alta judicialização do setor e desequilíbrio entre oferta e demanda que geraram sucessivos aumentos de preços a partir de 2014.

A crise hídrica em 2013 e 2014 acarretou a necessidade de ativação de usinas termoeletricas, cujo custo de geração de energia é muito superior ao das hidroelétricas, para garantir o fornecimento de energia (Walvis e Gonçalves, 2014). Entre janeiro de 2014 e janeiro de 2016, o preço da energia subiu 174 pontos percentuais.

A partir de 2015, o regime de bandeiras tarifárias permitiu flexibilidade de preços (Aneel, s.d.), que, associado ao aumento do risco hidrológico, explica as oscilações da curva a partir desse ano. O aumento expressivo em janeiro de 2018 foi consequência do baixo nível dos reservatórios, o que incitou um reajuste nas tarifas das bandeiras para custear as usinas termelétricas.

Ao longo de 2021, a energia elétrica acumulou 121,21% de aumento, enquanto o IPCA cresceu 10,06% no mesmo período. Três fatores principais são apontados: o primeiro deles foi a crise hídrica; o segundo, o reajuste na tarifa da bandeira vermelha; e o terceiro, a incidência da bandeira de escassez hídrica. A crise diminuiu os reservatórios das hidrelétricas do Sul e do Centro-Oeste, responsáveis por 70% da geração de energia hidráulica no país. Como resposta ao aumento expressivo do custo da geração, a Aneel reajustou a bandeira vermelha em 52%, que foi praticada de maio a setembro daquele ano, quando a bandeira de escassez hídrica passa a incidir sobre o preço final (Aneel, s.d.).

Como resultado, em março de 2022, a inflação acumulada da energia atinge o maior pico da série, 474,17% de crescimento acumulado. A partir de abril de 2022, a bandeira verde entrou em vigor, devido às condições

7. As Revisões Tarifárias Periódicas (RTPs) definem um novo patamar das tarifas, para um horizonte temporal de cinco anos. O Reajuste Tarifário Anual (RTA) é feito para corrigir custos não planejados no último ano. A Revisão Tarifária Extraordinária (RTE) corrige problemas emergenciais imediatos em prol da viabilidade do contrato.

8. É a média dos valores acumulados no ano para os nove anos que compõem o período 2004-2012.

hídricas bastante favoráveis, que deve se manter até o fim do ano, com 97% de probabilidade, segundo a Aneel. A bandeira verde favoreceu a queda de 86,28% acumulada de março a maio, contribuindo para o fechamento da série em 395,38% no acumulado do período (Aneel, s.d.).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que o setor elétrico se torne mais eficiente e os ganhos de eficiência sejam repassados aos consumidores, é preciso estimular alguma concorrência no setor, com a clareza de que se trata de um monopólio natural. Uma medida que tende a aumentar a concorrência entre os ambientes livre (ACL) e regulado (ACR) é a flexibilização dos requisitos para compra no ACL, de forma que mais consumidores possam arbitrar entre comprar energia no ambiente livre ou no regulado, o que vem sendo discutido, desde 2016, no Congresso Nacional por meio do projeto de portabilidade da conta de luz (Projeto de Lei nº 414/2021).⁹

Gutierrez (2022) aponta que o setor elétrico brasileiro apresenta barreiras à entrada e concentração de mercado muito acima dos países-membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), e a principal causa dessa concentração é a liberdade de compra do pequeno consumidor. Por fim, uma modelagem regulatória consolidada, com transparência e previsibilidade, tende a diminuir a judicialização e a necessidade de intervenções de curto prazo no setor elétrico.

REFERÊNCIAS

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Bandeiras tarifárias**: relatório do acionamento. Brasília: SGT/Aneel, [s.d.]. Disponível em: <<https://bit.ly/3cyqx6u>>. Acesso em: 26 jun. 2022.

ATUALIZAÇÃO dos valores das bandeiras tarifárias entra em consulta pública. **Aneel**, 12 abr. 2022. Disponível em: <<https://bit.ly/3B7p7dz>>. Acesso em: 26 jun. 2022.

BRASIL. Medida Provisória nº 579, de 11 de setembro de 2012. Dispõe sobre as concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sobre a redução dos encargos setoriais, sobre a modicidade tarifária, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 set. 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/3B74z4H>>. Acesso em: 8 nov. 2018.

GUTIERREZ, M. B. G. P. S. **Reformando o setor elétrico brasileiro**: uma aproximação com os países da OCDE. Brasília: Ipea, maio 2022. (Nota Técnica Dirur, n. 28).

MERCADO livre de energia bate recorde de migração de unidades consumidoras em 2021. **CCEE**, 24 jan. 2022. Disponível em: <<https://bit.ly/3owZCL5>>. Acesso em: 27 jul. 2022.

SILVA, R. M. **Bandeiras tarifárias**: benefício ou prejuízo ao consumidor? Brasília: Senado, mar. 2016. (Texto para Discussão, n. 191). Disponível em: <<https://bit.ly/3PrL0IB>>. Acesso em: 25 jun. 2022.

WALVIS, A.; GONÇALVES, E. D. L. **Avaliação das reformas recentes no setor elétrico brasileiro e sua relação com o desenvolvimento do mercado livre de energia**. Rio de Janeiro: FGV, 2014.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL. Resolução nº 4.582, de 29 de junho de 2017. Fixa a meta para a inflação e seu intercalo de tolerância para os anos de 2019 e 2020. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 37, 30 jun. 2017. Seção 1. Disponível em: <<https://bit.ly/3vaMjUt>>.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário estatístico de energia elétrica 2017** – ano base 2016. Brasília: EPE, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/3IYknbT>>. Acesso em: 22 nov. 18.

9. Disponível em: <<https://bit.ly/3v4qHsP>>.

REVISITANDO O OURO¹

Eduardo Vale²

SINOPSE

O texto apresenta uma visão panorâmica atual de alguns dos principais vetores internacionais que configuram a economia mineral do ouro. A partir da análise dos aspectos selecionados – preço, demanda, reservas e criptomoedas –, são discutidas as funções tradicionais do ouro enquanto reserva de valor, opção de investimento e demanda industrial.

Palavras-chave: economia mineral; ouro; reservas internacionais; criptomoedas; sanções econômicas; comércio internacional.

1 PREÇO DO OURO

A análise da série histórica do preço da onça-troy (oz) do ouro (em dólares americanos), de 1973 a 2021, indica que a cotação do metal oscilou a maior parte do tempo abaixo de US\$ 400,00. Por volta de 2003, o preço ganhou tração no contexto do processo de aumento expressivo (2003-2012) dos preços do superciclo de *commodities*.

Em período mais recente (2013-2022), após vários anos oscilando abaixo de US\$ 1,3 mil por onça-troy, o preço do ouro iniciou, em 2019, uma trajetória de elevação contínua chegando a ultrapassar o patamar de US\$ 2 mil em agosto de 2021. Naquele ano, o preço do ouro fechou o ano cotado em US\$ 1.806 por onça-troy, aproximadamente 4% inferior ao fechamento de 2020. O comportamento do preço do ouro nesse período está retratado no gráfico 1.

GRÁFICO 1

Preço do ouro (2013-2022)



Fonte: GoldPrice. Disponível em: <<https://bit.ly/3zFwkR3>>.

Obs.: Gráfico cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/radar70art4>

2. Pesquisador sênior na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Diset/Ipea). *E-mail*: <edu.bamburra@gmail.com>.

Os últimos quinze anos foram caracterizados por uma escassez de descobertas internacionais de depósitos de ouro de grande porte e de alta qualidade. Assim sendo, como efeito colateral do comportamento do preço do ouro, além do aumento dos investimentos em exploração mineral, espera-se um incremento nas operações de fusões e aquisições de empresas de exploração e mineração de ouro como rota mais rápida e econômica para redução do risco e fortalecimento da relação reservas/produção.

Tradicionalmente, existem muitos fatores que influenciam o preço do ouro e os principais são descritos a seguir.

- 1) O ouro é considerado uma boa opção de proteção (*hedge*) contra a desvalorização de divisas. Um dólar americano fraco implica uma cotação mais barata diante dos detentores de outras moedas.
- 2) O preço do ouro é correlacionado com o preço do petróleo. Em geral, o ouro é considerado uma das primeiras opções para proteção contra o aumento de preço do petróleo.
- 3) Em se tratando de eventos catastróficos de grande impacto internacional, como guerras, desastres naturais e pandemias, que aumentem a incerteza e a busca por proteção, o ouro está entre os ativos preferidos.

Atualmente, alguns aspectos internacionais configuram um quadro de muita incerteza, o que oferece sustentação ao preço do ouro.

- 1) Impacto da pandemia e o desarranjo nas cadeias de suprimento.
- 2) Aumento da inflação mundial. Historicamente, o ouro é considerado uma boa proteção contra a inflação no longo prazo. Estudos realizados pelo World Gold Council (WGC)³ corroboram essa tese. Segundo o WGC, nos últimos cinquenta anos, o ouro teria oferecido um retorno médio real anual de 11%, quando expresso em dólares americanos. Adicionalmente, os maiores percentuais de retorno foram registrados nos anos em que as taxas de inflação foram consideradas elevadas (acima de 3%).
- 3) Início do processo de elevação da taxa de juros e da retirada dos estímulos fiscais e financeiros pelos bancos centrais.
- 4) Invasão da Ucrânia.
- 5) O perfil e a intensidade das sanções aplicadas à Rússia, com seus respectivos impactos geopolíticos e econômicos. Em nível de impactos no curto prazo, destacam-se os obstáculos ao suprimento e o aumento dos preços de energia (petróleo e gás) e das *commodities* minerais (inclusive fertilizantes) e agrícolas. Para o longo prazo, são esperadas expressivas mudanças estruturais nos fluxos do comércio internacional, na gradual perda relativa de influência do dólar enquanto reserva internacional, e na configuração de uma ordem econômica global mais regionalizada, entre outras possibilidades.

Atualmente, o aumento da inflação no mundo, a necessidade de elevação nas taxas de juros e os desafios da calibragem da política monetária diante do risco de recessão exacerbam a incerteza e contribuem, de certa forma, para reforçar a sustentação do preço, com viés de alta, em relação ao patamar atual. A incerteza é um dos vetores mais importantes na demanda de ouro para investimento. Naturalmente, quanto mais rápido forem os aumentos das taxas de juros e mais elevado seu patamar, menor a atratividade do ouro como opção de investimento. Em contrapartida, há uma expectativa de ação gradual nas políticas a serem adotadas pelas autoridades monetárias, pelo temor a respeito da recuperação da economia mundial, o que pode implicar um horizonte de maior persistência inflacionária. Todas essas considerações apontam um viés de alta na cotação do ouro para o médio e o longo prazos.

3. Disponível em: <<https://bit.ly/3z4eeXa>>.

2 DEMANDA DE OURO

Em 2021, a demanda de ouro alcançou 4.021 toneladas. Cerca de 74% da demanda anual de metal (físico) são provenientes de países emergentes. Ao longo do ano, foram observados os seguintes movimentos do lado da demanda:

- a retomada das compras para investimento em barras e moedas (1.180 toneladas), com crescimento de 31%, o maior desde 2013;
- o aumento 52% na aquisição de joias (2.124 toneladas) em decorrência da crescente demanda observada em países do Oriente Médio e da Ásia;
- a ampliação das compras dos bancos centrais (82%) e da demanda industrial (9%); e
- a queda na demanda de ouro para investimento, com destaque para as aplicações em *gold exchange-traded funds* (ETFs).

A dicotomia da demanda do ouro, com uma componente industrial e outra financeira, tradicionalmente oferece baixa correlação com outros ativos, especialmente em períodos de queda da atividade econômica, de alta inflação e/ou de elevada incerteza. Essa característica posiciona o metal como uma boa opção para diversificação e reserva de valor. Outro aspecto positivo é que o ouro não está vinculado à problemática de nenhum país em particular, na medida em que independe da política monetária, da inflação e da política cambial. É líquido em épocas de necessidade, é universalmente aceito como meio de pagamento e pode ser oferecido como garantia colateral no caso de empréstimos e financiamentos.

Em que pesem esses atributos, no início dos anos 2000, acreditou-se que o metal acabaria perdendo sua característica milenar de reserva de valor e passaria a representar uma *commodity* como outra qualquer. É fato que o ouro, enquanto ativo financeiro internacional, não oferece, *a priori*, uma maior atratividade para a sua imobilização. Suas reservas não rendem juros e sua remuneração é restrita à sua valorização. Mesmo sob essa hipótese, o aumento no preço deve ser em magnitude suficiente para compensar o custo de oportunidade implícito no período de espera, expresso pelos interregnos entre a incorporação do metal ao estoque e sua negociação.

3 RESERVAS INTERNACIONAIS

O ouro desempenha um papel importante na gestão das reservas internacionais dos bancos centrais. Nos últimos anos, o grupo dos dez países detentores das maiores reservas de ouro do mundo permaneceu inalterado. A primeira colocação pertence aos Estados Unidos, com reservas ao redor de 8 mil toneladas, seguido pela Alemanha, com 3,4 mil toneladas. No caso do Brasil, sua colocação subiu da 43ª posição, em 2017, com reservas de 67,4 toneladas, para a 32ª posição, em 2021, com 121,0 toneladas. O comportamento das reservas de ouro do país sugere um caráter estratégico complementar. O nível das reservas brasileiras, embora pequeno quando comparado com outros países, é importante como reserva de valor para momentos de crise, podendo desempenhar papel relevante na realização de operações financeiras e de *swap* com colaterais.

Em relação aos bancos centrais, o custo de oportunidade de manter estoques de ouro está associado à remuneração líquida e ao baixíssimo risco da taxa de juros internacional incidente sobre as reservas em divisas do país. Assim sendo, a imobilização de haveres em ouro só é justificável, sob a ótica de gerenciamento das reservas internacionais, caso incorpore outros critérios, tais como: diversificação de risco, reserva de valor, liquidez e segurança de resgate. Na prática, essa política é adotada em graus diferenciados por todos os países.

A ampliação expressiva das compras dos bancos centrais de vários países, nos últimos anos, reflete a demanda por proteção contra inflação, a retomada do comércio internacional, o aumento dos preços do petróleo, assim como os fatores geopolíticos. Nesse particular, com a guerra na Ucrânia e o choque traumático na confiança da

moeda americana, acredita-se que a tendência seja o aumento na participação relativa dos haveres em ouro nos perfis das reservas internacionais mantidas pelos bancos centrais. Espera-se, também, uma redução na dominância do dólar como moeda de referência, no longo prazo, bem como o aumento, ainda que gradual e modesto, dos fluxos de comércio em moedas nacionais, especialmente, entre os países que integram o BRICS.

4 CRIPTOMOEDAS

Em que pesem reconhecidos atributos do ouro como reserva de valor e ativo de proteção, o avanço do processo de digitalização do sistema financeiro está impactando a vertente financeira do ouro. A *performance* das criptomoedas e as crescentes retiradas dos fundos aplicados em ETFs de ouro levantaram a suspeita de que as criptomoedas estariam reduzindo o interesse dos investidores no metal.

No longo prazo, o aspecto fundamental é o impacto que a penetração das criptomoedas terá no perfil distributivo dos ativos, entre os quais o ouro. A expansão das criptomoedas é inevitável e nessa trajetória deverá retirar algum percentual da participação relativa do ouro nas carteiras de investimento e como reserva de valor. A concorrência com o ouro está aumentando em paralelo ao avanço da narrativa de que as criptomoedas representariam o “ouro moderno”, na medida em que ofereceriam proteção efetiva contra a inflação.

O ouro é com frequência comparado com as criptomoedas; não obstante, pelas razões expostas anteriormente, são classes de ativos fundamentalmente diferentes, conforme a seguir descrito.

- 1) O ouro é físico e criptomoeda não.
- 2) A natureza da demanda é diferente. No caso do ouro, tem-se (2020-2010): investimento (42%); joalheria (34%); bancos centrais (17%); e tecnologia (7%).
- 3) A demanda por ouro é elástica ao crescimento econômico e ao aumento de renda, na sua vertente de uso físico (joalheria, tecnologia etc.) e também como proteção e reserva de valor.
- 4) Os ativos em criptomoedas são muito voláteis. Além disso, nos últimos meses, as oscilações das criptomoedas apresentaram significativa correlação com ativos financeiros tradicionais. Esse fato compromete seu potencial como alternativa para diversificação de investimentos e coloca em xeque uma das suas vantagens potenciais.
- 5) A regulamentação das criptomoedas está em evolução em todo o mundo. Apesar do rápido avanço das criptomoedas (bitcoin, ethereum, litecoin etc.), os investidores ainda se deparam com elevada incerteza legal e regulatória.
- 6) Os ETFs de ouro têm o lastro físico do ouro metálico ao contrário da bitcoin ETFs.
- 7) Algumas especificidades associadas às operações com criptomoedas devem ser discriminadas:
 - a) a intensidade do consumo de energia pelas atividades de mineração das criptomoedas as torna muito sensíveis ao preço da energia. A dimensão energética impõe desafios relativos à localização das unidades de mineração, ao tipo de energia a ser consumida e, até mesmo, ao financiamento dos investidores institucionais que aderem aos padrões *environmental, social and governance* (ESG); e
 - b) a potencial associação com fluxos financeiros oriundos de atividades clandestinas facilitando operações ilegais como lavagem de dinheiro, tráfico de drogas e de armas. No contexto geopolítico atual, a sua possível utilização como alternativa para mitigar o impacto econômico e financeiro das sanções impostas à Rússia está sob consideração.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A despeito do processo regulatório, ainda em curso, das suspeitas relativas à associação com atividades ilegais e do desafio representado pela conformidade com as práticas de sustentabilidade (ESG), a expansão das criptomoedas parece inevitável. Dessa forma, sua trajetória deverá impactar a participação relativa do ouro, assim como de outros ativos, como opção de investimento e/ou como reserva de valor.

Não obstante, o ouro oferece uma opção única, caracterizada por ampla liquidez e um perfil de demanda específico e diferenciado. Em que pese o processo atual de elevação das taxas de juros internacionais, no longo prazo, o ouro é reconhecido como proteção efetiva de valor, apresentando baixa correlação com ativos tradicionais, especialmente em períodos de depressão e de incerteza.

Em contrapartida, entre os inúmeros efeitos colaterais derivados da intensidade e do ineditismo das sanções impostas à Rússia, espera-se uma redução na dominância do dólar como moeda de referência, no longo prazo, bem como o aumento, ainda que gradual e modesto, dos fluxos de comércio em moedas nacionais especialmente entre os países que integram o BRICS e outros blocos que começam a ser formados. Essas tendências robustecem o ouro como reserva de valor.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BAMBURRA. **Brazilian gold transactions**: 1996. Rio de Janeiro: Bamburra Ltda, 1996. (Relatório Multicliente).

CENTRAL bank holdings. **World Gold Council**, 5 July 2022. Disponível em: <<https://bit.ly/3z4eeXa>>.

VALE, E. Brazilian gold mining industry: a technical, economic and financial profile. *In*: INTERNATIONAL GOLD SYMPOSIUM, 3., 1998. Lima. **Anais...** Lima: Sociedad Nacional de Minería y Petróleo, 1998.

_____. **Gerenciamento das reservas de ouro**: considerações de políticas econômicas. 1999. Monografia (Especialização) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

VALE, E.; HERRMANN, H. Economia mineral do ouro. *In*: TRINDADE, R. de B. E.; BARBOSA FILHO, O. (Ed.). **Extração de ouro**: princípios, tecnologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Cetem/MCT, 2002. p. 307-322.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Chefe do Editorial

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Chefia

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

Supervisão

Camilla de Miranda Mariath Gomes

Everson da Silva Moura

Revisão

Alice Souza Lopes

Amanda Ramos Marques

Ana Clara Escórcio Xavier

Clícia Silveira Rodrigues

Idalina Barbara de Castro

Olavo Mesquita de Carvalho

Regina Marta de Aguiar

Reginaldo da Silva Domingos

Brena Rolim Peixoto da Silva (estagiária)

Nayane Santos Rodrigues (estagiária)

Editoração

Anderson Silva Reis

Cristiano Ferreira de Araújo

Danielle de Oliveira Ayres

Danilo Leite de Macedo Tavares

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.*

Ipea – Brasília

Setor de Edifícios Públicos Sul 702/902, Bloco C

Centro Empresarial Brasília 50, Torre B

CEP: 70390-025, Asa Sul, 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



9 772177 185002

