



Inteligência Artificial: oportunidades e desafios

POR **CARLOS A. PRIMO BRAGA**

Desde a revolução agrícola, passando pela invenção da imprensa até as revoluções industriais, a tecnologia tem contribuído para redefinir estruturas econômicas e sociais. Na atualidade, estamos testemunhando uma nova revolução tecnológica centrada na inteligência artificial (IA), que promete ter impactos econômicos e sociais significativos.

Diferentemente de tecnologias anteriores, a IA não se limita à automação de tarefas físicas, mas adentra o domínio das atividades cognitivas, tradicionalmente consideradas exclusivas dos seres humanos. O entusiasmo gerado por essas inovações na área da informática é acompanhado por indagações a respeito das suas implicações para o mercado de trabalho, a produtividade econômica e a distribuição de renda, bem como as suas consequências geopolíticas, éticas e legais.

A IA é uma tecnologia de propósito geral (TPG). TPGs tendem a se difundir por toda a economia, estimulam inovações complementares e novos modelos de negócios. O uso da IA vem se expandindo de forma exponencial desde a introdução de Grandes Modelos Linguísticos (*Large Language Models*, LLMs), como o ChatGPT da OpenAI. Dois meses após o seu lançamento, em 30/11/2022, o ChatGPT já havia alcançado 100 milhões de usuários.

O desenvolvimento de um LLM pode custar de milhões a centenas de milhões de dólares. Os recursos computacionais, os custos de aquisição de dados, bem como o treinamento e sintonia fina desses modelos, exigem recursos financeiros e mão de obra especializada que tipicamente não estão ao alcance de PMEs. Mas cabe assinalar que mais de 20% das empresas médias no país já utilizam algum tipo de IA nas suas atividades. Nas seções seguintes, esse artigo discute a relação entre IA e a produtividade do trabalho em termos macroeconômicos, bem como as oportunidades e desafios para a utilização de IA por empresas médias no Brasil.

IA E PRODUTIVIDADE Análises das implicações da rápida evolução da IA enfatizam o seu potencial para aumentar a produtividade de empresas e das economias. A expectativa é de que a IA impactará crescentemente a produtividade de trabalhadores que operam em atividades de caráter cognitivo (linguagem, memória, raciocínio, etc.). Esses trabalhadores (advogados, contadores, economistas, engenheiros de *software*, cientistas, etc.) são responsáveis por cerca de 60% do valor adicionado em economias modernas. Esse aumento de produtividade tem o potencial de alavancar o PIB global de forma significativa. Há também a expectativa de que a IA virá a acelerar a introdução de inovações nas mais distintas áreas do conhecimento humano.

O impacto econômico da IA irá depender da velocidade com que a sua adoção venha afetar a produtividade do trabalho. Experiências históricas com a introdução de TPGs ilustram que em certos casos o tempo necessário para um impacto significativo dessas tecnologias pode ser medido em décadas.

O problema de se identificar no curto prazo o impacto de uma TPG está associado com o tempo necessário para o desenvolvimento de inovações complementares e modelos de negócios que irão alavancar os seus efeitos econômicos. No caso da IA, muito embora o ritmo de desenvolvimento venha sendo bem mais acelerado do que experiências passadas, muitas

das inovações complementares estão associadas com investimentos intangíveis de difícil mensuração. Como consequência, análises do impacto de IA em níveis de produtividade são complexas.

Como observado por Brynjolsson, Rock e Syverson (2019), quando firmas adotam uma TPG, as estimativas macroeconômicas da evolução da produtividade total de fatores, uma proxy para inovação, tendem a ser subestimadas na fase inicial da adoção e superestimadas à medida em que o uso da nova tecnologia é difundida. Esse fenômeno reflete o fato de que, na fase inicial, os investimentos em intangíveis (por exemplo, novos modelos de negócio, treinamento de trabalhadores, adaptação de *software*...) tendem a se traduzir em uma alocação de capital que não gera resultados imediatos. À medida que a tecnologia é difundida, os investimentos intangíveis começarão a gerar resultados que levam a estimativas mais elevadas de produtividade. Essa evolução temporal gera o que foi batizado na literatura como a curva J.

OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA O USO DE IA NO BRASIL A implementação bem-sucedida da IA no Brasil exige um sólido investimento em infraestrutura tecnológica, incluindo a melhoria da conectividade à Internet, o acesso a dispositivos tecnológicos atualizados e o fortalecimento das medidas de segurança cibernética. Esse esforço demanda a colaboração entre o governo e o setor privado, visando criar um ecossistema favorável à inovação e ao avanço tecnológico. É fundamental também que as políticas públicas incentivem essa modernização, estabelecendo um terreno fértil para o crescimento digital.

Paralelamente, a educação e a capacitação profissional são pilares essenciais para adaptar a força de trabalho às novas exigências. A reformulação dos currículos para englobar habilidades digitais e o conhecimento em IA desde cedo, junto com programas de treinamento que atendam tanto jovens quanto aos trabalhadores em busca de atualização, são críticos. Ademais, fomentar uma cultura de inovação que abrace as tecnologias emergentes e valorize o progresso digital ajudará a superar resistências culturais.

Estabelecer um marco regulatório detalhado para a IA no Brasil é fundamental para garantir seu uso ético e responsável. Esse marco deve abordar a gestão de dados de forma transparente, incluindo coleta, uso, compartilhamento e armazenamento, além de incorporar princípios éticos para prevenir vieses e garantir decisões justas e explicáveis. A conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) do Brasil é essencial para reforçar a proteção

de dados pessoais e a segurança da informação, alinhando-se com padrões de privacidade e proteção de dados de alto nível.

Empresas médias podem explorar aplicações de IA para desenvolver soluções customizadas, facilitar colaborações, melhorar produtos e implementar análises de dados de clientes e fornecedores. Todas essas oportunidades tendem a promover uma maior competitividade econômica e podem também contribuir para uma maior eficiência energética.

Os desafios enfrentados por essas empresas incluem o acesso a recursos humanos qualificados, o investimento inicial e os custos de manutenção de sistemas efetivos de IA, o grau de complexidade das soluções de IA adotadas e o gerenciamento das mudanças geradas pela tecnologia.

Exemplos de uso de IA como assistentes de programação e como suporte para atividades educacionais são relevantes para empresas médias no Brasil. Ferramentas como o GitHub Copilot, por exemplo, estão transformando o desenvolvimento de *software*. Um estudo da GitHub mostrou que os desenvolvedores que usam o Copilot completam tarefas de codificação 55% mais rápido do que aqueles que não o usam (Salva, 2023). Sistemas de tutoria baseados em IA estão sendo desenvolvidos para fornecer experiências de aprendizado altamente personalizadas. Análises do impacto do uso de tutores de IA sugerem que estudantes usando essas ferramentas aprendem duas vezes mais rápido do que com instrução tradicional.

ALGUNS EXEMPLOS No caso brasileiro, o ecossistema associado com o desenvolvimento da IA oferece várias oportunidades para empresas de porte médio. A empresa Codex, no Rio Grande do Sul (RGS), por exemplo, se especializa na estruturação e governança de dados, que permitem organizar e categorizar informações de forma a viabilizar o seu uso em plataformas de IA. Informações geoespaciais, utilizando imagens de satélite, recursos 3D e *software* para replicar digitalmente ambientes físicos, estão sendo utilizadas pela Codex e a prefeitura de Porto Alegre para identificar edificações e populações afetadas pelas enchentes no Rio Grande do Sul.

A empresa TDS, no Porto Digital, em Recife, por sua vez, desenvolveu uma plataforma para colaboração estratégica que permite a interação entre pessoas e assistentes inteligentes (habilitados por IA) com perfis e formações diversas com o objetivo de alavancar a qualidade dos debates na plataforma. Um exemplo dessa colaboração é ilustrado pela utilização da

plataforma *strategie*, pela iniciativa Imagine Brasil da Fundação Dom Cabral, que produziu o eBook “Inteligência Artificial e a Produtividade no Trabalho”.

O SENAI de SP vem também utilizando IA para subsidiar a tomada de decisões de empresas industriais de vários portes. Um exemplo é a utilização de dados não estruturados derivados de anúncios de vagas de empregos publicadas online. Usando IA, o SENAI consegue identificar vagas disponíveis por região geográfica, facilitando a intermediação de mão de obra, bem como análises sobre pressão salarial e *turnover* excessivo em profissões relevantes, além de identificar novos perfis profissionais na indústria.

Exemplos de uso de IA surgem também nas interações do iFood com restaurantes. Utilizando algoritmos baseados em IA, o iFood consegue identificar situações de demandas, que não eram atendidas por restaurantes em uma determinada área. Essas informações são então disponibilizadas para os restaurantes com o objetivo de expandir oportunidades comerciais.

O uso da IA também está ocorrendo em associações sem fins lucrativos. Uma operadora de saúde já vem utilizando IA para identificar fraudes e má utilização de recursos. Além disso, os sistemas de IA ajudam com o desenvolvimento de uma “jurisprudência” padrão no que tange às interações com os beneficiários e com a produção de relatórios de acompanhamento de processos. A IA também permite, a partir de dados de saúde e demográficos, emitir predições sobre condições de saúde dos beneficiários, probabilidades de internações de longa permanência e de reinternação precoce após alta médica. Essas predições têm um impacto positivo nos resultados da associação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS O uso de LLMs e IA como ferramentas para interação com clientes, elaboração de relatórios financeiros, desenvolvimento de *software* e análises de riscos começa a se popularizar no Brasil. Empregados em muitas empresas vêm experimentando ferramentas de IA para auxílio, por exemplo, com a preparação de documentos e em pesquisas de soluções para problemas enfrentados no trabalho. Na maioria dos casos, no entanto, empresas ainda estão em estágios preliminares no que diz respeito a uma adoção estratégica da tecnologia. Os obstáculos enfrentados incluem a falta de pessoal qualificado para desenvolver, refinar e lidar com esses sistemas, a necessidade de se investir no volume, variedade e qualidade dos dados utilizados como insumos para as plataformas e os riscos associados com uma regulamentação jurídica ainda incipiente. O potencial dessa tecnologia, no entanto, é transformador e poderá impactar significativamente a economia brasileira.

PARA SE APROFUNDAR NO TEMA

Brynjolfsson, E., D. Rock and C. Syverson, 2019. “The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies,” MIT Initiative on the Digital Economy Research Brief (Vol. 2).

David, P.A., 1990. “The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox,” AEA Papers and Proceedings (May): 355-61.

Meira, S. e C.A. Primo Braga, 2024. Inteligência artificial e suas implicações econômicas.” *Imagine Brasil*, processed.

Primo Braga, C.A., 2024a. “Momentos de euforia.” *Valor Econômico* (12/04).

Primo Braga, C.A., 2024b. “Como as empresas médias brasileiras estão adotando, com sucesso, a inteligência artificial.” *Exame Negócios*, (26/06).

Primo Braga, C.A. e S. Meira (orgs.), 2024. Inteligência artificial e a produtividade no trabalho, eBook. Nova Lima: FDC.

Salva, R., 2023. “Measuring the impact of GitHub Copilot.” <https://resources.github.com/learn/pathways/copilot/essentials/measuring-the-impact-of-github-copilot/>

Simon, H.A., 1987. “The Steam Engine and the Computer: What Makes Technology Revolutionary.” *EDUCOM Bullentin* (Spring, 1987).

CARLOS A. PRIMO BRAGA é professor associado da Fundação Dom Cabral e ex-diretor de Política Econômica e Dívida do Banco Mundial.

*Esse artigo se baseia em Primo Braga e Meira (2024), Primo Braga (2024a; 2024b) e Meira e Primo Braga (2024).