

Implicações da Inteligência Artificial na economia: Brasil em destaque

Liliane Cordeiro Barroso

Doutora em Economia, Coordenadora de Estudos e Pesquisas, Célula de Estudos e Pesquisas Macroeconômicas, BNB/Etene

1 Introdução: perspectiva histórica e conceitual

Embora pareça, a ideia de produzir máquinas inteligentes, ou inteligência artificial, não é uma busca recente. Sua implementação vem avançando há quase um século, se considerarmos os trabalhos pioneiros do matemático britânico Alan Turing, com publicações já em 1935 e 1936, que deram origem ao que ficou conhecido como a Máquina de Turing e aos avanços da chamada computação moderna.

É difícil falar em inteligência artificial sem mencionar todo um processo de evolução tecnológica antecedente que dá suporte ao seu desenvolvimento. Na verdade, sua história se confunde com o próprio desenvolvimento do processo computacional.

Contudo, de forma específica, o termo “Inteligência Artificial” foi utilizado pela primeira vez em 1956 (ver Figura 1) por John McCarthy, matemático e cientista da computação americano, durante a histórica Conferência de Dartmouth, realizada no Dartmouth College, na cidade de Hanover, no estado de New Hampshire, Estados Unidos.

Conforme Primo Braga e Meira (2024), essa conferência marcou o nascimento da IA como um campo de estudo distinto. Propunha que aspectos da aprendizagem ou características da inteligência poderiam, em princípio, ser tão precisamente descritos que uma máquina poderia ser capaz de simulá-los.

Associado a este, a literatura especializada aponta que o termo “machine learning” foi cunhado em 1959 por Arthur Samuel (Figura 1), professor americano e pesquisador da IBM, a partir de sua publicação “Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers”. O pesquisador se notabilizou por conceber um programa de computador capaz de jogar damas. Conforme a IBM (2025a), em 1962, depois de jogar milhares de partidas contra si mesmo para desenvolver sua habilidade, o programa derrotou o autoproclamado “mestre das damas” Robert Nealey. E, desde então, programas computacionais dedicados a jogos passaram a desempenhar papel fundamental para a evolução da inteligência artificial, sendo considerados terreno fértil para o desenvolvimento e teste de algoritmos e estratégias.

A exemplo deste, se destacou o computador Deep Blue da IBM que, em 1997 (Figura 1), venceu uma série de seis partidas contra o russo Garry Kasparov, tornando-se a primeira máquina na história a derrotar um campeão mundial de xadrez (IBM, 2025a).

Cabe destacar que a evolução da IA não ocorreu de forma contínua, mas passou por períodos de otimismo e de interrupções. Em geral, entre meados dos anos 1970 até o início dos anos 2000, observou-se o que se conhece por “invernos de IA”, como definem Primo Braga e Meira (2024), períodos de redução de financiamento e de interesse devido a expectativas não atendidas.

No entanto, avanços no volume de disponibilidade de dados e de poder computacional levaram a uma renovação do interesse na IA, a partir dos anos 2000, em especial, com o surgimento do que ficou conhecido como “Big Data” e “Deep Learning”. Destaca-se a contribuição crucial de Geoffrey Hinton,

ESCRITÓRIO TÉCNICO DE ESTUDOS ECONÔMICOS DO NORDESTE - ETENE | Célula de Estudos e Pesquisas Macroeconômicas. Gerente de Ambiente: Allisson David de Oliveira Martins. Gerente Executivo: Marcos Falcão Gonçalves. Equipe Técnica: Adriano Sarquis Bezerra de Menezes, Antônio Ricardo de Norões Vidal, Hellen Cristina Rodrigues Saraiva Leão, Laura Lúcia Ramos Freire, Liliane Cordeiro Barroso e Wellington Santos Damasceno. Estagiários: Guilherme Miranda Soares e Samuel Alexandro Apolinário Xavier

Aviso Legal: O BNB/Etene não se responsabiliza por quaisquer atos/decisões tomadas com base nas informações disponibilizadas por suas publicações e projeções. Desse modo, todas as consequências pelo uso de quaisquer dados ou análises desta publicação serão de responsabilidade exclusivamente do usuário, eximindo o BNB de todas as ações decorrentes do uso deste material. O acesso a essas informações implica a total aceitação deste termo de responsabilidade. Os conceitos e opiniões emitidos nesse documento não refletem necessariamente o ponto de vista do BNB. É permitida a reprodução das matérias, desde que seja citada a fonte

psicólogo cognitivo e cientista da computação britânico-canadense que, em 2006 (Figura 1), revolucionou a área ao introduzir técnicas de “aprendizado profundo” (MAGNET, 2024). Primo Braga e Meira (2024) comentam que 2006 representa um novo marco, baseado em redes neurais artificiais que permitiram que os sistemas de IA aprendessem padrões complexos a partir de grandes volumes de dados, sem a necessidade de programação explícita de regras.

Prosseguindo com as demonstrações da capacidade computacional a partir de seu desempenho em jogos, pesquisadores da IBM iniciaram, em 2006, um novo projeto que representou um grande salto em um subconjunto da inteligência artificial chamado de “processamento de linguagem natural” (PLN). Esta abordagem se concentrava na ideia de que máquinas poderiam ser capazes de entender e responder a perguntas cotidianas para melhorar a tomada de decisões. Conforme IBM (2025b), esta foi a vanguarda de uma nova geração de computadores capazes de entender questões em linguagem natural e respondê-las com muito mais precisão do que qualquer tecnologia de busca padrão, sem estar necessariamente conectada à internet. A equipe desse projeto levou cinco anos para aperfeiçoar o sistema de respostas a perguntas. Em fevereiro de 2011 (Figura 1), o computador Watson fez história ao derrotar os dois principais campeões de todos os tempos do programa de perguntas e respostas da TV, “Jeopardy!”.

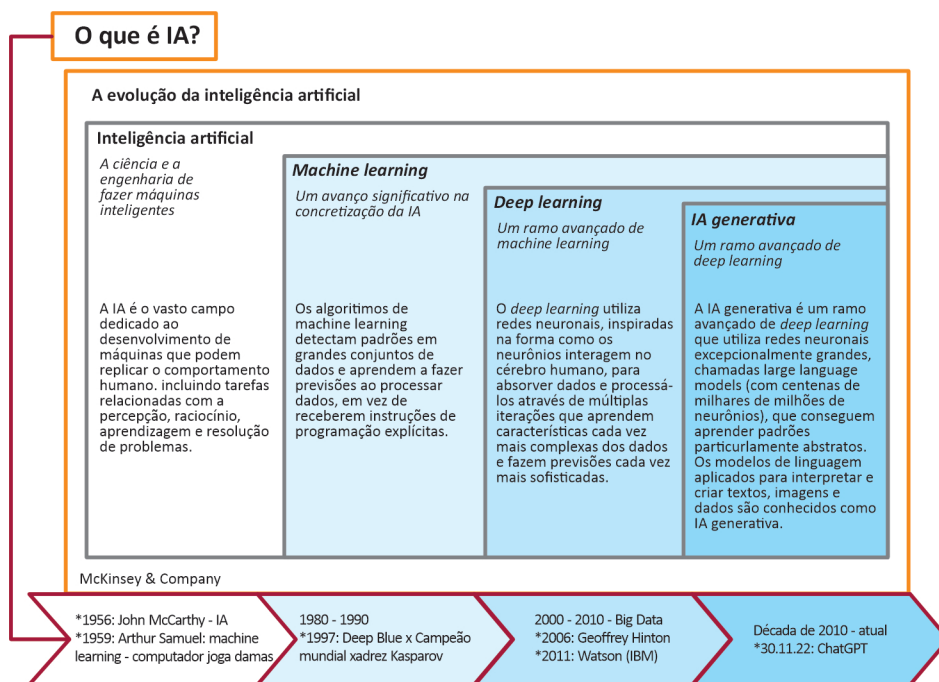
Em 2016, a vitória do sistema AlphaGo da DeepMind sobre o campeão mundial de Go, foi compreendida como um novo marco da capacidade da IA de superar humanos em tarefas de extrema complexidade (PRIMO BRAGA; MEIRA, 2024).

Embora toda esta evolução venha proporcionando, paralelamente, impacto de longo alcance na indústria e na sociedade - desde a análise de imagens de satélite até o apoio aos centros de atendimento ao cliente - mais recentemente, novos avanços parecem estar promovendo uma verdadeira revolução. Seu alcance é muito mais abrangente na atividade econômica e na sociedade e seu impacto muito mais intenso e transformador. Esta revolução está relacionada ao desenvolvimento dos grandes modelos de linguagem (LLMs), como o GPT (*Generative Pre-trained Transformer*), da empresa americana OpenAI, dando início a uma nova era, as chamadas “IA Generativas” (Figura 1).

Segundo estudo da McKinsey & Company (2023), aplicações de IA generativa como ChatGPT, GitHub Copilot, Stable Diffusion e outras capturaram a imaginação de pessoas ao redor do mundo. Graças à sua ampla utilidade e à sua impressionante linguagem natural, estas aplicações são capazes de estabelecer conversas com usuários comuns e permitir que estes, sem conhecimento técnico especializado, possam utilizá-las para se comunicar e criar. As aplicações recentes de IA generativa podem realizar uma variedade de tarefas rotineiras, mas é a habilidade de escrever textos, compor músicas e criar arte digital que tem entusiasmado consumidores. Como resultado, um amplo conjunto de usuários, seja pessoas físicas ou institucionais, está lidando com o impacto da IA generativa nos negócios e na sociedade, contudo, deve-se ressaltar, ainda sem contexto para entender para onde, ou até onde, essa nova tecnologia poderá levar, agravada pela velocidade com que vem se desenvolvendo.

O ChatGPT, lançado em novembro de 2022 pela OpenAI, atingiu 100 milhões de usuários em apenas dois meses, tornando-se a aplicação de consumo com adoção mais rápida da história (MILMO, 2023). Desde então, os LLMs têm demonstrado evolução exponencial em escala e capacidade dos modelos, levantando questões sobre o potencial de atingir o limiar de uma IA Geral (Artificial General Intelligence, AGI) capaz de realizar qualquer tarefa intelectual que um ser humano possa fazer, embora ainda haja debate sobre quando (ou se) a AGI será alcançada (PRIMO BRAGA; MEIRA, 2024).

Figura 1 – Evolução da inteligência artificial: conceitos e cronologia



Fonte: BNB/Etene, com base em McKinsey & Company (2023, 2024)

Além de um esforço conceitual e histórico, esta introdução busca evidenciar o potencial crescente de uma convivência cada vez mais imbricada entre homem e máquina. Mais do que isso, destaca a intensificação do potencial de “substituição” de atividades de maior exigência cognitiva — até então atribuídas exclusivamente à capacidade humana — por inteligência artificial.

Nesse contexto, admite que a Inteligência Artificial (IA) tem se consolidado como um dos principais vetores de transformação econômica contemporânea, com potencial para remodelar a natureza do trabalho, reestruturar setores industriais inteiros e redefinir os padrões de crescimento econômico (PRIMO BRAGA: MEIRA, 2024). Exige, portanto, adaptações profundas no direcionamento educacional e qualificação profissional, nas estratégias empresariais e nas políticas públicas.

Tais transformações podem gerar avanços significativos, mas também desafios estruturais que demandam análises criteriosas para compreender seus efeitos sobre a dinâmica econômica, social e ambiental, de forma que se possa minimizar riscos e planejar oportunidades. Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo examinar as possíveis implicações econômicas da IA, em grande parte, a partir da análise de relatórios do Fundo Monetário Internacional (FMI) que refletem sobre o tema e incluem considerações sobre o caso brasileiro. Serão destacadas quatro dimensões centrais: mercado de trabalho, distribuição de renda, nível de produção e produtividade, e desafios e limitações. O estudo inclui ainda um Box com reflexões sobre o impacto da IA na economia da região Nordeste do Brasil.

2 Referencial teórico e metodológico

É crescente o número de estudos que explora o impacto da IA na economia como um todo. Todos eles, porém, ressaltam que as implicações socioeconômicas da IA são difíceis de prever, incorporando um elevado nível de incerteza que lembra as introduções passadas de tecnologias de uso geral¹.

Estudos que têm ganhado maior relevância abordam que o impacto inicial ou mais abrangente da utilização da IA se dará sobre o mercado de trabalho, transformando as diversas ocupações de acordo com determinados atributos que lhes são próprios. A partir de então, se desdobram implicações sobre importantes variáveis econômicas como capacidade produtiva, produtividade dos fatores de produção e distribuição de renda, tanto em nível nacional quanto internacional.

A opção metodológica do presente trabalho consiste em apresentar a abordagem desenvolvida por Pizzinelli et al. (2023) e por relatórios subsequentes que se apoiaram nesta abordagem, em grande parte

¹ Admite-se que a IA cumpre a definição de uma Tecnologia de Propósito Geral (GPT) por ser amplamente utilizada e por ter potencial para gerar inovações contínuas e complementares. Exemplos de GPTs são a máquina a vapor, a eletricidade e a internet (PIZZINELLI et al., 2023).

publicados pelo Fundo Monetário Internacional (FMI). Os resultados, aqui apresentados, se baseiam na interpretação desses estudos.

Apoiado em diversas pesquisas, em especial em Felten et al. (2021), o enfoque de Pizzinelli et al. (2023) aborda, notadamente, os impactos da inteligência artificial sobre o mercado de trabalho. Esclarece, contudo, que seu método considera aspectos mais amplos que as especificidades e habilidades técnicas exigidas ao desenvolvimento de tarefas e abrange um contexto social, ético e físico das ocupações, para discernir se a IA pode complementar ou substituir funções. Conforme comenta Cazzaniga et al. (2024a), referida abordagem se soma a estudos recentes que tentaram fazer essa distinção, sendo um contraponto àqueles que usaram um *framework* puramente baseado em tarefas, como em Acemoglu e Restrepo (2018 e 2022), e Gmyrek, Bert e Bescond (2023).

Sendo assim, a discussão sobre as implicações econômicas do uso da IA pode se dar, inicialmente, analisando seus impactos sobre as “ocupações”, a partir da definição de dois conceitos principais observados em Pizzinelli et al. (2023): exposição à IA e complementaridade da IA.

i) Exposição à IA

O primeiro conceito recebeu contribuições pioneiras dos trabalhos desenvolvidos por Felten et al. (2021e 2023). Exposição à IA pode ser entendida como o grau de sobreposição entre capacidades ocupacionais humanas e tarefas passíveis de serem desempenhadas por sistemas de IA (CAZZANIGA et al., 2024a; CAZZANIGA et al., 2024b). Para Pizzinelli et al. (2023), a exposição reflete o potencial de integração da IA em cada ocupação com base nas tarefas e habilidades que caracterizam cada trabalho. Nesse contexto, a IA tende a impactar, principalmente, tarefas relacionadas ao processamento de informações, aprendizado iterativo e às que exigem maior capacidade cognitiva, em contraposição às que exigem esforço físico, o que está alinhado com a percepção científica atual sobre essa tecnologia.

Para construir a medida de exposição à IA, Felten et al. (2021 e 2023) utilizaram duas bases de dados: 1) seleção de 10 aplicações comuns e bem desenvolvidas de IA², com base em categorias definidas e descritas pelo projeto “Medição de Progresso de IA” da Electronic Frontier Foundation (EFF)³ e 2) informações sobre 52 habilidades ocupacionais, como compreensão oral e raciocínio indutivo, do banco de dados Occupational Information Network (O*NET)⁴ desenvolvido pelo Departamento de Trabalho dos Estados Unidos. O O*NET observa tanto a importância quanto o nível ou a prevalência de cada habilidade dentro de uma ocupação.

Através do cruzamento destas duas bases, Felten et al. (2021) ranquearam ocupações e identificaram que os setores mais expostos estão associados a atividades que exigem altos níveis de educação – tais como serviços financeiros, contabilidade, seguros e serviços jurídicos. Enquanto os menos expostos estão associados àquelas ocupações que envolvem trabalho manual, como atividades de apoio à produção agrícola, serviços de construção civil, serviços residenciais e armazenagem e estocagem.

Este primeiro conceito, no entanto, é ajustado a partir de uma nova perspectiva apresentada por Pizzinelli et al. (2023). Esta avalia que determinadas ocupações, embora expostas à IA, poderão ser apoiadas por essa tecnologia que deverá atuar de forma complementar à atividade humana, propiciando ganhos de produtividade e eficiência. Nesta perspectiva, Pizzinelli et al. (2023) discutem a importância para acadêmicos e formuladores de políticas quanto às consequências das interações da IA com cada profissão, na medida em que trabalhadores em ocupações mais vulneráveis à substituição pela IA terão maior probabilidade de experimentar choques adversos de renda, enquanto aqueles em ocupações complementares podem experimentar maiores retornos ao seu trabalho. É a partir desta percepção que surge o segundo conceito de análise, a complementaridade da IA.

ii) Complementaridade à IA

A complementaridade da IA refere-se ao potencial da tecnologia para alavancar o desempenho humano em determinadas ocupações, em vez de simplesmente substituí-lo (CAZZANIGA et al., 2024a; CAZZANIGA et al., 2024b).

² Dentre as aplicações de IA selecionadas estão: jogos de estratégia abstrata, reconhecimento de imagens, compreensão de leitura, modelagem de linguagem, tradução, reconhecimento de fala.

³ A EFF, com sede nos EUA, é uma bem-conceituada organização sem fins lucrativos voltada para direitos digitais e privacidade. Uma de suas atividades refere-se a coleta de dados e manutenção de estatísticas sobre o progresso da IA em diferentes aplicações.

⁴ Os dados da O*NET definem e descrevem profissões no ambiente de trabalho moderno dos Estados Unidos e são frequentemente usados para medir o conteúdo ocupacional de trabalho ou tarefas em pesquisas acadêmicas.

Utilizando a mesma base de dados de Felten et al. (2021), Occupational Information Network (O*NET), Pizzinelli et al. (2023) contribuíram com o debate ao construir uma medida de complementaridade da IA, a qual examina um amplo conjunto de fatores além de exigências técnicas. Fornece-se, assim, uma visão mais detalhada de quais ocupações e trabalhadores enfrentam os maiores riscos de resultados adversos e quais terão maiores oportunidades no mercado de trabalho, traçando, em seguida, implicações agregadas para seu impacto em toda a economia.

Especificamente, Pizzinelli et al. (2023) utilizaram duas áreas do O*NET: “contextos de trabalho” e “zonas de trabalho” das ocupações. A primeira captura “fatores físicos e sociais que influenciam a natureza do trabalho” e, portanto, fornece informações sobre a probabilidade de que atividades-chave de uma ocupação sejam atribuídas à IA sem supervisão humana - isto é, o potencial para que a IA atue como um substituto ao trabalho humano. Aqui são avaliados diversos aspectos, dentre eles a discussão de que é presumivelmente menos provável que a sociedade delegue totalmente à IA em contextos em que erros têm graves consequências, como pilotar um avião ou diagnosticar doenças.

Por sua vez, as zonas de trabalho refletem a quantidade de educação e treinamento necessários para exercer uma ocupação. Treinamentos mais longos podem implicar maior capacidade de integrar o conhecimento necessário para operar a IA ao conjunto de habilidades de uma ocupação, resultando em maior potencial de uso da tecnologia para apoiar tarefas humanas.

Estas perspectivas alteram a percepção sobre o impacto da IA nas mais diversas atividades e ocupações, na medida em que, se, a priori, um valor mais alto de exposição corresponde a um maior risco de substituição e, portanto, a um efeito adverso no mercado de trabalho, verificou-se que alguns grupos ocupacionais de alta qualificação com alta exposição à IA, como profissionais especializados e gerentes, também possuem o maior potencial de complementaridade. Por outro lado, ocupações que exigem menor grau de qualificação e estão altamente expostas, como as de apoio administrativo, possuem, em média, baixa complementaridade e, portanto, maior potencial de substituição.

Em resumo, cruzando os dois conceitos – exposição e complementaridade - Pizzinelli et al. (2023) propõem uma estrutura impulsionada por um conjunto de fatores – sociais, legais, técnicos – que ajustam o grau de exposição ao seu potencial de complementaridade. Essa distinção é ilustrada conceitualmente na Figura 2.

Figura 2 – Diagrama de Exposição e Complementaridade à IA



Fonte: BNB/Etene, com base em Pizzinelli et al. (2023)

A estrutura proposta por Pizzinelli et al. (2023) localiza as ocupações em um plano cartesiano (Figura 2) e estas passam a ser classificadas com base em suas intensidades de exposição e de complementaridade. Acompanhando a Figura 2, a Tabela 1 traz um melhor detalhamento sobre as características, os impactos no mercado de trabalho e exemplifica as ocupações de acordo com o seu posicionamento no plano cartesiano.

Tabela 1 – Classificação das ocupações de acordo com as implicações da IA - Posicionamento, Características, Impactos e Exemplos

	Posição	Característica	Impacto no mercado de trabalho	Exemplos
Ocupações Muito Expostas	1º Quadrante (superior direito)	1. Atividades altamente expostas	Ganhos de produtividade da mão de obra	Trabalhos que exigem altos níveis de educação
		2. Alto potencial de apoio ou complementaridade da IA	Aumento na remuneração	Juízes/Advogados/Gerentes/Serviços financeiros
	4º Quadrante (inferior direito)	1. Atividades altamente expostas	Queda na demanda por essa mão de obra	Tarefas rotineiras, de fácil codificação, previsíveis, automatizáveis e que exigem níveis médios de educação
		2. Maior potencial de sobreposição e/ou substituição da mão de obra	Rendimentos mais baixos	Agentes de Telemarketing/Assessores Administrativos
Ocupações Pouco Expostas	2º Quadrante (superior esquerdo)	1. Atividades pouco expostas	Baixa influência na demanda por trabalho	Tarefas que requerem responsabilidades críticas ou habilidades humanas complexas como empatia e interação social
		2. Alto potencial de apoio ou complementaridade da IA	Ganho de produtividade/remuneração condicional ao nível de exposição	Cirurgiões/Pilotos de avião
	3º Quadrante (inferior esquerdo)	1. Atividades pouco expostas	Baixa influência na demanda por trabalho	Ocupações que requerem menores níveis de escolaridade ou envolvem tarefas manuais
		2. Baixo potencial de sobreposição e/ou substituição da mão de obra	Baixa influência sobre produtividade e remuneração	Dançarinos/Serviços gerais/Trabalhadores da agricultura e pesca/Construção civil e residenciais/Armazenagem, estocagem

Fonte: BNB/Etene, com base em Pizzinelli et al. (2023)

A Tabela 1, referindo-se ao diagrama proposto por Pizzinelli et al. (2023), apresenta, em primeiro plano, as atividades que se encontram mais expostas à IA, na medida em que admite a existência de maior potencial de impacto dessa tecnologia sobre essas ocupações:

- O 1º quadrante é composto por atividades que estão altamente expostas e a IA tem potencial de se tornar uma tecnologia de apoio ou complementar. Nesse caso, os trabalhadores têm maior probabilidade de ganhos de produtividade e de aumento na remuneração, desde que tenham acesso à infraestrutura tecnológica e que possuam as habilidades apropriadas para usufruir de suas vantagens;
- O 4º quadrante é composto por trabalhadores em ocupações altamente expostas com menor potencial de complementaridade, e, portanto, maior risco de substituição. Para estas ocupações, espera-se queda duradoura na demanda por mão de obra, ou oportunidades de emprego reduzidas e rendimentos mais baixos;
- O 2º quadrante tem níveis mais baixos de exposição à IA, mas um potencial de complementaridade alto. Contudo, diante do menor alcance da interação da IA com habilidades e tarefas humanas, provavelmente teria menor influência na demanda por trabalho. Nesse sentido, a importância do potencial de complementaridade é condicional ao nível de exposição considerado;
- O 3º quadrante tem níveis mais baixos de exposição à IA, como também um baixo potencial de complementaridade, sobreposição ou substituição dessas atividades. Se configura, portanto, nas ocupações menos impactadas pela tecnologia. Nesse caso, diante do menor alcance da interação da IA com essas habilidades e tarefas humanas, provavelmente teria menor influência sobre a demanda do trabalho, sobre o potencial para ganhos de produtividade ou para influenciar seus rendimentos.

Pizzinelli et al. (2023) comentam que ocupações de alta qualificação, como gerentes ou advogados, embora tão expostas à IA quanto os trabalhadores de telemarketing ou de suporte administrativo, tipicamente apresentam maior complementaridade do que suas contrapartes de menor qualificação. Isso pode ser atribuído ao fato de que, por exemplo, para trabalhadores de telemarketing, muitas de suas tarefas, como detalhar produtos ou capturar dados de clientes, podem ser facilmente assumidas por aplicativos de IA.

Por outro lado, Pizzinelli et al. (2023) citam que cirurgiões, embora categorizados na faixa de baixa exposição à IA, têm o maior potencial de complementaridade à IA dentre todos os empregos analisados. Isso pode ser atribuído à ampla adoção da IA na área de saúde, particularmente em áreas como diagnósticos médicos aprimorados.

Deve ficar claro, contudo, que essas classificações não são fixas no tempo e no espaço, a depender da estrutura produtiva e das especificidades do mercado de trabalho de cada local. Assim, o grau de exposição e complementaridade das ocupações à IA não é estático, ele pode mudar ao longo do tempo e variar entre países - e até mesmo dentro de cada país, de acordo com as características de seus espaços regionais - conforme evoluem as tecnologias, as estruturas econômicas e as transições ocupacionais.

É nesse contexto que buscamos identificar as implicações econômicas da inteligência artificial especificamente sobre a economia brasileira, fazendo paralelos com outros países ou grupo de países, destacando seu potencial de influência sobre nível de atividade, produtividade, distribuição de renda e alguns aspectos do mercado de trabalho como gênero, nível educacional, e idade.

3 IA: implicações sobre a economia brasileira

É certo que as consequências da Inteligência Artificial sobre as economias e sociedades continuam difíceis de prever, mas sem dúvida, elas dependerão de dois aspectos principais: da abrangência e da velocidade com que essa tecnologia passe a ser adotada nos diversos locais. Reforça Cazzaniga et al. (2024a) que a avaliação do impacto da IA é complexa, devido à sua rápida evolução, à incerteza da integração nos processos de produção e às mudanças nas percepções sociais.

Tendo em vista que a velocidade e a abrangência deste movimento são desconhecidas⁵, alguns estudos fazem previsões considerando diferentes cenários, como adoção mais moderada e adoção mais acelerada, por exemplo. Estes buscam construir um horizonte de planejamento, visando redução de riscos e incertezas, como também uma melhor percepção sobre possíveis vantagens proporcionadas pelas mudanças potencialmente profundas, a partir da adoção da IA.

Nessa perspectiva, serão apresentadas, a seguir, análises que destacam os impactos da IA, em especial sobre a economia brasileira. Os resultados propostos se baseiam em uma avaliação interpretativa de diferentes publicações do FMI que partem do quadro conceitual apresentado na sessão anterior e desenvolvem estudos que discutem a repercussão da IA sobre a economia de diferentes países, inclusive a brasileira.

Os principais trabalhos considerados para a presente contribuição foram: Cazzaniga et al. (2024a); Cazzaniga et al. (2024b); INTERNATIONAL MONETARY FUND (2024), e Pizzinelli et al. (2023). Dentre outros assuntos, destacam-se os impactos sobre: a exposição de diferentes países à adoção da IA, avaliando aqueles que são mais e os que são menos beneficiados; as diferentes formas que a IA poderá afetar os trabalhadores dentro dos países, identificando segmentos de prosperidade e aqueles com maior enfrentamento de riscos; como a IA pode remodelar a desigualdade de renda e riqueza e seu impacto potencial no crescimento e na produtividade.

3.1 Impacto na economia global e a posição brasileira

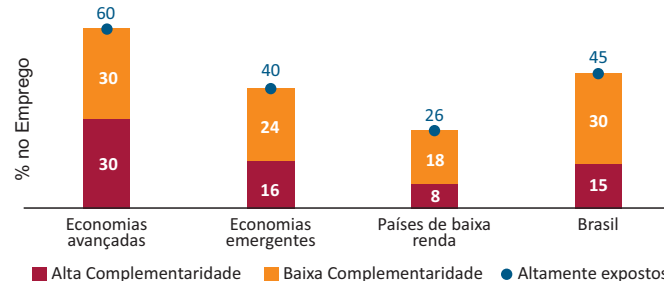
Segundo Cazzaniga et al. (2024a), cerca de 40% dos trabalhadores em todo o mundo estão em ocupações de alta exposição à IA. Com as seguintes diferenças de acordo com as características econômicas de cada país (Gráfico 1):

- Economias avançadas: 60% dos empregos estão altamente expostos à IA. A proporção mais elevada se dá devido à prevalência de trabalhos voltados para tarefas cognitivas. Desses, cerca de metade pode ser negativamente afetado pela IA, enquanto o restante poderia se beneficiar da complementaridade, ganhando produtividade por meio da integração com a IA.
- Economias emergentes: 40% dos empregos estão altamente expostos à IA (mesma média de exposição global). Composto por 16% com potencial de complementaridade e 24% com potencial de sobreposição e conseqüente substituição pela IA.

⁵ Cabe considerar que a aceitabilidade econômica e social das mudanças trazidas pela inteligência artificial pode ser diversa, por exemplo, algumas profissões podem integrar ferramentas de IA de forma tranquila e rápida, enquanto outras podem enfrentar resistência devido a preocupações culturais, éticas ou operacionais.

- Países de baixa renda: 26% dos empregos estão altamente expostos à IA. Apenas 8% com potencial de complementaridade e 18% com potencial de sobreposição e consequente substituição pela IA.

Gráfico 1 – Participação no emprego por exposição à IA e complementaridade (%) – por categoria econômica de países e Brasil



Fonte: BNB/Etene, com base em Cazzaniga et al. (2024a); Cazzaniga et al. (2024b); INTERNATIONAL MONETARY FUND (2024), e Pizzinelli et al. (2023).

Especificamente quanto às previsões sobre os impactos da Inteligência Artificial na economia brasileira, estima-se que aproximadamente 45% dos empregos estejam expostos à IA. Um percentual maior do que o de outras economias de mercados emergentes, cuja média é de 40%, conforme mencionado (INTERNATIONAL MONETARY FUND, 2024; Cazzaniga et al., 2024a).

Quanto à composição desses 45% de empregos afetados, espera-se que a IA aumente a produtividade em cerca de 15%, enquanto 30% podem passar por um processo de automatização de tarefas, potencialmente reduzindo a demanda por mão de obra e salários, e até mesmo levando à obsolescência dos empregos (INTERNATIONAL MONETARY FUND, 2024; Cazzaniga et al., 2024a).

Esta análise sugere que, quanto à adoção da IA, as economias avançadas estão mais expostas e podem estar mais suscetíveis às mudanças no mercado de trabalho, do que as economias de mercados emergentes e em países de baixa renda. Essa percepção decorre do fato de suas altas parcelas de emprego em ocupações que exigem maior capacidade cognitiva, seja de baixa, seja de alta complementaridade.

Assim, as economias avançadas podem experimentar tanto um maior risco de deslocamento e de desdobramentos prejudiciais de renda para trabalhadores em ocupações com alta exposição e baixa complementaridade, quanto estão em melhor posição para aproveitar precocemente as oportunidades de crescimento proporcionadas pela IA, devido à sua maior quantidade de empregos em ocupações com alta exposição e alta complementaridade. Conforme Cazzaniga et al. (2024a), o impacto líquido no emprego dependerá da capacidade dos países de inovar, adotar e se adaptar à IA.

Por outro lado, os países emergentes e de baixa renda estão menos expostos à IA e usufruirão menos das suas vantagens por três razões principais:

- 1) Estrutura ocupacional menos orientada para tarefas cognitivas, com predominância de ocupações manuais, agrícolas e de baixa complexidade, significando menos risco imediato de substituição, mas também menos oportunidade de ganhos de produtividade;
- 2) Baixa preparação tecnológica e institucional, diante de deficiências em infraestrutura digital, qualificação da força de trabalho e marcos regulatórios. Sem esses elementos, a adoção da IA é mais lenta e limitada, reduzindo a capacidade de aproveitar seus possíveis benefícios econômicos e sociais;
- 3) Escassez de capital humano e restrições fiscais, devido à falta de trabalhadores com habilidades digitais e de políticas ativas de requalificação, o que dificulta a transição para ocupações com alta complementaridade com IA. Além disso, restrições orçamentárias limitam investimentos em infraestrutura e inovação, ampliando o risco de aumento da desigualdade global entre países.

Em suma, menos exposição significa menos disrupção imediata, mas também menor capacidade de capturar ganhos de produtividade e crescimento, o que pode aprofundar o gap tecnológico e a disparidade de renda entre economias avançadas e em desenvolvimento.

3.2 Brasil - Mercado de trabalho e IA

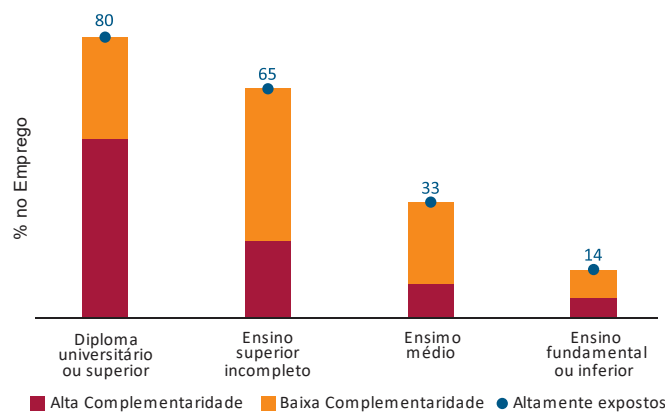
O impacto no mercado de trabalho não é homogêneo, como já foi possível observar, e varia conforme diversos fatores. Para a análise a seguir serão destacadas as especificidades dessas implicações sobre alguns aspectos do mercado brasileiro: nível educacional, gênero e faixa etária.

i) Nível Educacional

Conforme apontam as análises, os trabalhadores com ensino superior tendem a se beneficiar mais da IA, pois ou já participam ou apresentam maior capacidade de transição para ocupações de alta exposição e alta complementaridade, onde a IA atua podendo proporcionar aumento de produtividade e salários.

Seguindo essa lógica, também no Brasil, os trabalhadores mais qualificados serão os maiores beneficiados pelo uso da IA - devido ao seu maior potencial complementar em tarefas de maior exigência cognitiva. Estes trabalhadores deverão usufruir do aumento de produtividade e salário, com as seguintes características (Gráfico 2):

Gráfico 2 – Brasil: Distribuição de exposição e complementaridade da IA por nível de educação do trabalhador (% no emprego)



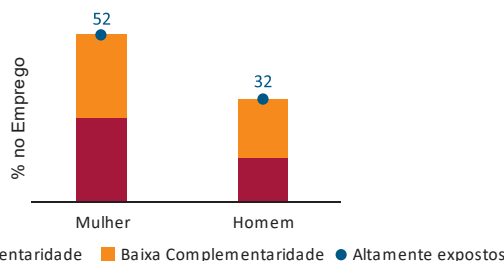
Fonte: BNB/Etene, com base em Cazzaniga et al. (2024a); Cazzaniga et al. (2024b); INTERNATIONAL MONETARY FUND (2024), e Pizzinelli et al. (2023).

- Diploma universitário (maiores beneficiados): cerca de 80% dos trabalhadores graduados e/ou pós-graduados estão altamente expostos, com mais da metade deles beneficiados pela alta complementaridade;
- Ensino superior incompleto (mais prejudicados): cerca de 65% altamente expostos e 43% com baixa complementaridade, com maior probabilidade de mobilidade descendente, migrando para ocupações de baixa exposição, geralmente menos remuneradas.
- Ensino médio e ensino fundamental ou inferior: são menos expostos e serão menos impactados. Ainda assim, mais da metade dos que estão altamente expostos podem sofrer sobreposição pela IA. Em geral, englobam trabalhadores com ascensão salarial mais limitada ao longo da vida, o que amplia desigualdades.

ii) Gênero

No Brasil, o impacto da adoção da IA se mostra ambíguo quando avaliado por gênero. Até certo ponto as mulheres estão melhor posicionadas e serão mais beneficiadas do que os homens, mas ao mesmo tempo, são as mais prejudicadas devido às características das atividades nas quais predominam. O Gráfico 3 apresenta uma visão sobre o nível de exposição e complementaridade da IA conforme o gênero para o caso brasileiro.

Gráfico 3 – Brasil: Distribuição de exposição e complementaridade da IA por gênero do trabalhador (% o emprego)



Fonte: BNB/Etene, com base em Cazzaniga et al. (2024a); Cazzaniga et al. (2024b); INTERNATIONAL MONETARY FUND (2024), e Pizzinelli et al. (2023).

- Cerca de 52% das mulheres estão em ocupações altamente expostas à IA, metade destas têm potencial de impacto positivo e a outra metade enfrenta os riscos da automação;
- Cerca de 32% dos homens estão em ocupações altamente expostas à IA (20 pontos percentuais a menos do que à exposição feminina). A baixa exposição dos homens está relacionada ao fato de que grande parte deste gênero desenvolve trabalhos manuais e que exigem força física.

Dado que, em média, apresentam maior nível de escolaridade do que os homens⁶, as mulheres podem ser avaliadas como mais beneficiadas, na medida em que possuem maior grau de exposição à IA, como também maior potencial para usufruir da complementaridade desta tecnologia. Adicionalmente, em setores como educação e saúde, onde há forte presença feminina, a IA tende a ser, em grande parte, complementar e não substitutiva.

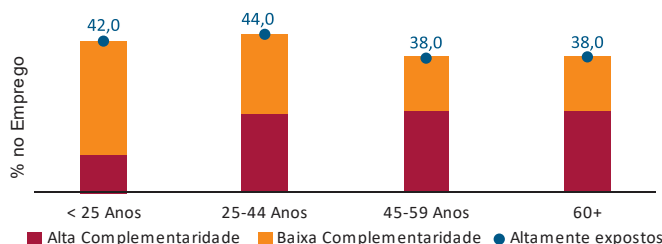
Contudo, as mulheres também se mostram mais suscetíveis a possíveis impactos negativos, sendo também as mais prejudicadas, na medida em que ocupam maior percentual de empregos considerados como de alta exposição e baixa complementaridade, tais como tarefas administrativas e atividades de varejo, que estão entre as mais vulneráveis à automação. Além disso, cabe ressaltar outras questões como encontrado no trabalho de Cazzaniga et al. (2024b), que discute que, no caso das mulheres, há existência de barreiras estruturais e culturais (menor acesso a cargos de liderança, menor mobilidade ascendente), o que pode impedir que elas aproveitem plenamente os ganhos da IA.

iii) Idade

Quanto ao impacto da IA sobre os trabalhadores a partir de faixas etárias, os dados de Pizzinelli et al. (2023) apontam que, especificamente para o Brasil, os mais jovens (até 25 anos) estão entre os mais expostos (alcançando cerca de 42% dos trabalhadores dessa faixa) e são também os mais suscetíveis à substituição (cerca de 75% dos trabalhos expostos). O nível de exposição se eleva para trabalhadores entre 25 e 44 anos (cerca de 44%), mas com maior potencial de complementaridade – em torno da metade dos empregos expostos.

Em seguida, observa-se certa homogeneidade para trabalhadores a partir de 45 anos, reduz o nível de exposição (cerca de 38% dos trabalhadores dessa faixa) e mais da metade destes podendo se beneficiar com complementaridade. Ver Gráfico 4.

Gráfico 4 – Brasil: Distribuição de exposição e complementaridade da IA por idade do trabalhador (% no emprego)



Fonte: BNB/Etene, com base em Cazzaniga et al. (2024a); Cazzaniga et al. (2024b); INTERNATIONAL MONETARY FUND (2024), e Pizzinelli et al. (2023).

⁶ Conforme dados da PNAD Contínua Educação (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2025), o tempo de escolaridade média das mulheres no Brasil é superior à dos homens. Em 2024, era de 10,3 anos e 9,9 anos, respectivamente. Entre as mulheres, 31,4% com idade entre 18 a 24 anos, frequentavam o ensino superior contra 22,9% dos homens (8,5 p.p. de diferença). Além disso, nessa faixa, 5,1% das mulheres já haviam concluído esse nível, enquanto entre os homens esse percentual era de 3,2%.

Embora estes estudos apontem que os trabalhadores mais velhos estejam relativamente bem posicionados para ganhos proporcionados pela IA, estes ressaltam que esta percepção deve ser ponderada. Destacam que é também possível esperar que trabalhadores mais velhos estejam mais vulneráveis e enfrentem maiores riscos diante de dificuldades de:

- Reemprego
- Adaptação à tecnologia
- Mobilidade ocupacional
- Formação para novas competências profissionais

Por outro lado, trabalhadores mais jovens seriam menos afetados, diante do potencial de melhor aproveitamento das oportunidades da IA, por serem:

- Adaptáveis
- Familiarizados com as novas tecnologias
- Maior mobilidade ocupacional
- Em formação profissional

3.3 Brasil - Distribuição de renda e IA

Os trabalhos em questão apontam que, espelhando os efeitos internacionais, de forma interna, ou seja, dentro de cada país, os ganhos de renda proporcionados pela incorporação da IA no mercado de trabalho devem ocorrer de forma desproporcional. Beneficiarão os trabalhadores mais qualificados e que já possuem alta renda, em detrimento daqueles que desenvolvem atividades mais rotineiras e repetitivas, cuja exigência cognitiva é mais limitada.

Assim, os trabalhadores de alta renda que ocupam cargos que exigem maior qualificação:

- Estão em ocupações de maior exposição e maior complementaridade
- Terão ganhos de produtividade e aumento dos salários

Enquanto trabalhadores de renda **média** que ocupam cargos de menor qualificação, deverão observar:

- Queda duradoura na demanda por sua mão de obra (automação de rotina)
- Oportunidades de emprego reduzidas
- Salários mais baixos
- Maior risco de substituição

O resultado disso é um possível acirramento da desigualdade de renda. Os que **já** ganham mais passarão a ganhar ainda mais e os que ganham menos deverão ganhar menos e ainda enfrentarão risco de desemprego, por desempenharem atividades que se encaminham para obsolescência ou substituição por IA.

Alguns relatórios do FMI sugerem, a partir desta perspectiva, a implementação de redes de segurança social abrangentes e programas de requalificação para trabalhadores vulneráveis. De modo que a transição para a IA possa ocorrer de forma mais inclusiva, protegendo os meios de subsistência e reduzindo as desigualdades.

3.4 Brasil – Produção, Produtividade e IA

Quanto aos impactos da IA sobre produção e produtividade, os relatórios do FMI fazem dois cenários, ambos para um período de 10 anos: um cenário base e um alternativo. Os cenários levam em conta a velocidade e abrangência com que esta tecnologia vai sendo incorporada na dinâmica econômica.

O cenário-base está relacionado a uma implementação mais moderada: mais lenta e alcançando, em especial, as atividades mais rotineiras e automatizáveis, passíveis de sobreposição pela IA. No cenário alternativo, ocorreria o uso mais intenso e generalizado de IA apoiando, de forma mais abrangente, o desempenho do trabalho mais especializado e qualificado. Este nível de implementação reflete elevados investimentos e ganhos de produtividade.

Especificamente para o Brasil, as previsões para um período de 10 anos são:

- Cenário-base: **PIB cresce 5% e produtividade acima de 1%**
(pela substituição mais intensa de tarefas do trabalho por capital/automação)
- Cenário alternativo: **PIB cresce 8% e produtividade quase 4%**
(pelo uso mais intenso e generalizado de IA apoiando o desempenho do trabalho e capital de forma abrangente - reflete elevados investimentos e ganhos de produtividade)

Buscando um parâmetro de análise, é possível comparar os resultados elaborados para o Brasil com as projeções para a economia global, em especial para países desenvolvidos.

Mantendo a conceituação e os critérios metodológicos mencionados, em um cenário global, as previsões dos relatórios do FMI para os países desenvolvidos são as seguintes:

- Cenário-base: **PIB cresce 10% e produtividade acima de 1%**
- Cenário alternativo: **PIB cresce 16% e produtividade acima de 4%**

Observa-se que tanto no cenário-base quanto no alternativo a adoção da IA deverá proporcionar o dobro do crescimento do PIB nos países desenvolvidos, quando comparados ao crescimento no Brasil. Paralelamente, os ganhos de produtividade também serão maiores nos países desenvolvidos.

É interessante fazer esse paralelo entre o desempenho médio dos países desenvolvidos e do Brasil, tendo em vista que este tem um nível de exposição superior à média dos países emergentes, conforme apresentado anteriormente. Assim, pode-se presumir que estas repercussões para os demais países em desenvolvimento sejam ainda mais restritas do que para o caso brasileiro.

Esta comparação permite traçar algumas considerações sobre o impacto do uso da IA a nível internacional, de acordo com o grau de desenvolvimento dos países. Quais sejam, diante da menor exposição, o impacto da IA sobre os países emergentes e em desenvolvimento é menor do que em países desenvolvidos, mas, em compensação, aqueles se beneficiarão menos das vantagens dessa nova tecnologia. Esta repercussão favorecerá o avanço na produção e os ganhos de produtividade dos países mais desenvolvidos, agravando a lacuna tecnológica e a desigualdade de renda entre os países.

Nesse contexto, os estudos do FMI recomendam que os países emergentes devem dar ênfase a qualificação da mão de obra, de forma a minimizar os efeitos disruptivos no mercado de trabalho e maximizar o impacto na produtividade e no PIB destes países.

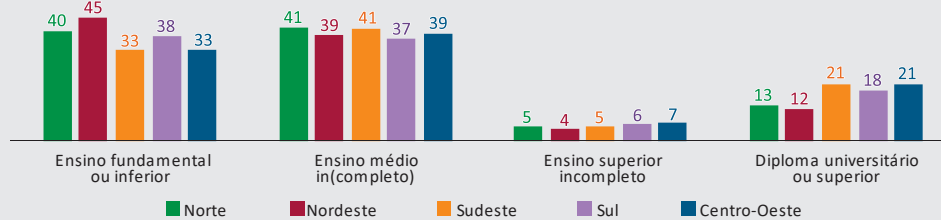
Box 1 – Reflexões sobre o impacto da IA na economia do Nordeste brasileiro

Considerando a metodologia apresentada neste estudo e mantendo a lógica das relações de causa e efeito propostas, é possível sugerir algumas reflexões sobre a posição socioeconômica do Nordeste brasileiro, comparada às demais regiões, frente as transformações promovidas pela adoção da inteligência artificial (IA).

Tendo em vista que o ponto de partida da análise é o nível de qualificação do mercado de trabalho - com maior potencial de exposição e complementaridade da IA em atividades que exigem maior capacidade intelectual e cognitiva - propõe-se uma caracterização do potencial de qualificação do mercado de trabalho da Região a partir do nível educacional de sua população em idade ativa, comparado às demais regiões do País. Os Gráficos-Box 1, 2 e 3 auxiliam nessa caracterização, de forma que possam ser avaliados os impactos dessa tecnologia na economia local.

O Gráfico-Box 1 informa o nível educacional das pessoas com 14 anos ou mais por regiões do país. Neste, é possível observar a desigualdade regional, com o Nordeste em desvantagem frente às demais regiões. Estas informações serão cruzadas com potenciais impactos sobre exposição e complementaridade da IA sobre a economia local, com a seguinte avaliação:

Gráfico Box 1 – Participação das pessoas com 14 anos ou mais de idade por nível educacional - Regiões do Brasil - 2024 (%)



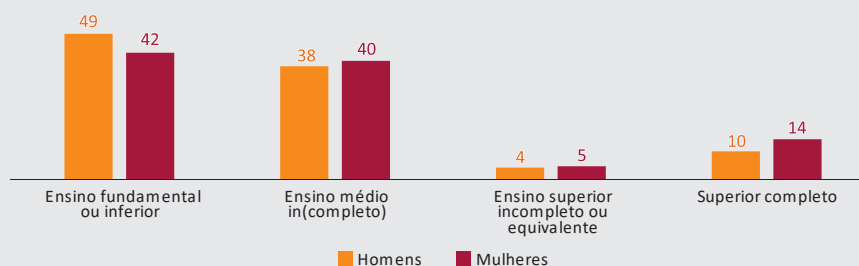
Fonte: Elaboração BNB/Etene, com dados da PNAD Contínua/IBGE, 2025

- É a única região em que quase metade da população, acima de 14 anos, tem, no máximo, o ensino fundamental (45%). No Sudeste e no Centro-Oeste, esta participação é de cerca de 1/3 (33%, em ambos). Neste caso, a mão de obra local fica submetida a trabalhos manuais e/ou de baixa qualificação, portanto, praticamente sem exposição à IA;
- Tem o maior percentual regional de pessoas com nível médio ou inferior (84%). Neste caso, aqueles que atuam em atividades com relativo potencial de exposição à IA, ficam mais suscetíveis à substituição, diante de suas características mais rotineiras, repetitivas e automatizáveis;
- Tem o menor percentual regional de pessoas com nível superior completo e/ou incompleto (16%). Em tese, tem o mercado de trabalho menos diretamente exposto à IA, seja sujeito à substituição, seja à complementaridade (este percentual sobe para 26% no Sudeste e 27% no Centro-Oeste);
- Tem o menor percentual regional de pessoas com nível superior completo (12%). No Sudeste e no Centro-Oeste, este percentual supera os 20%. Portanto, em tese, a Região tem o menor mercado de trabalho com potencial para usufruir das vantagens proporcionadas pela tecnologia, como ganhos de produtividade e de rendimentos.

Assim, admite-se que o Nordeste se configura na região com menor exposição à IA do país, diante de aspectos relativos ao nível educacional de sua população economicamente ativa. Consequentemente, tem o menor potencial para alcançar as oportunidades de complementaridade a partir da adoção da tecnologia, o que pode se configurar em um novo fator de intensificação de desigualdades regionais.

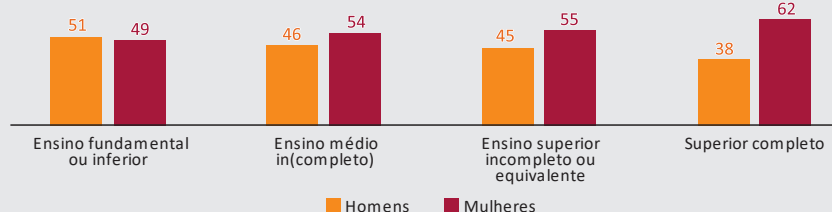
Quando se avalia o nível de escolaridade por gênero no Nordeste, assim como na média nacional, as mulheres apresentam maior exposição potencial do que os homens. Conforme se observa no Gráfico-Box 2, em 2024, 14% das mulheres com 14 anos ou mais possuíam nível superior, contra 10% dos homens. Somados, ensino superior completo e incompleto, esse percentual alcança 19% das mulheres, ante 14% dos homens. Em outra perspectiva (Gráfico-Box 3), a PNAD Contínua 2024 do IBGE aponta que, em 2024, do total de graduados, 61,5% eram mulheres e 38,5% eram homens.

Gráfico Box 2 – Nordeste: Participação no nível de escolaridade por gênero (pessoas com 14 anos ou mais) – 2024 (%)



Fonte: Elaboração BNB/Etene, com dados da PNAD Contínua/IBGE, 2025

Gráfico Box 3 – Nordeste: Participação de gênero por nível de escolaridade (pessoas com 14 anos ou mais) – 2024 (%)



Fonte: Elaboração BNB/Etene, com dados da PNAD Contínua/IBGE, 2025

Estes percentuais demonstram a maior exposição feminina, mas, da mesma forma que analisado no caso nacional, esta exposição precisa ser relativizada e qualificada diante das questões socioeconômicas de gênero. Observe que (Gráfico-Box 3) as mulheres também são maioria com nível de qualificação intermediário (54% do total com nível médio e 55% do total com ensino superior incompleto) e, neste caso, com potencial de exposição mais sujeita à substituição.

Estas reflexões servem de alerta para o atual momento de transformação, diante da recente intensificação da introdução da inteligência artificial, de forma transversal, nas diversas atividades produtivas. Embora não se saiba com que velocidade e abrangência será adotada, observa-se que o Brasil se encontra em posição de desvantagem frente aos grandes centros internacionais, sendo o Nordeste a região menos exposta e com menor potencial para usufruir dos ganhos proporcionados pela tecnologia. Entende-se como urgente o diagnóstico das limitações e potencialidades regionais e um esforço de planejamento institucional conjunto, envolvendo, dentre outros, setor público, empresarial e acadêmico, que busque estratégias para minimizar efeitos adversos da IA sobre a atividade econômica e o mercado de trabalho regional, bem como para buscar alternativas e oportunidades de desenvolvimento local a partir desta nova perspectiva econômica.

4 IA: desafios e limitações

Entre os desafios e limitações que emergem juntamente com o surgimento da IA, é possível identificar fatores que reforçam o argumento do agravamento da lacuna tecnológica e o aumento da desigualdade econômica, social e ambiental entre os países.

Este argumento encontra apoio no trabalho de Primo Braga e Meira (2024), o qual levanta importantes questões que podem reforçar esta previsão sobre o aumento da desigualdade entre países. Dentre outros, se sobressaem aspectos relacionados a elevada necessidade de infraestrutura computacional, de recursos naturais e a escassez de talentos.

- 1) Demanda por Hardware Especializado: buscando se manter na vanguarda e na ponta do desenvolvimento da nova tecnologia, observa-se intensa corrida por capacidade computacional, a partir de investimentos massivos em hardware especializado. Estes criam barreiras significativas de entrada, concentrando o domínio tecnológico nas mãos dos países mais ricos que possuem mais capital e poder de investimento.
- 2) Impacto Ambiental e Iniciativas de IA Verde: diante do elevado consumo de recursos naturais, como água e energia, em especial, para o treinamento de grandes modelos de IA, amplia-se a preocupação com seu impacto ambiental. Buscando minimizar os custos ambientais, têm sido observadas iniciativas de IA verde. Estas consistem em práticas e tecnologias para reduzir o impacto ambiental da IA, grande parte delas utilizando a própria IA para, por exemplo, otimizar o resfriamento de data centers, reduzindo o uso de energia.
- 3) Escassez de Talentos e Disparidade Global: observa-se crescimento da demanda por profissionais de IA sem o respectivo acompanhamento da oferta. A escassez de profissionais, exacerbada pelo rápido avanço das tecnologias de IA que exige habilidades específicas e atualização constante, leva à concentração de talentos em um número limitado de países e cidades (em especial dos Estados Unidos, China, Reino Unido e Canadá), que busca atrair profissionais de várias outras regiões do mundo ampliando o domínio tecnológico e a disparidade global.

Considerações finais

A inteligência artificial (IA), embora venha sendo concebida há décadas, apenas recentemente tem se consolidado como um dos principais vetores de transformação econômica e social. Essa evolução evidencia a crescente integração entre homem e máquina e seus impactos sobre atividades cognitivas. O presente estudo admite que a repercussão econômica inicial dessa tecnologia alcança primordialmente o mercado de trabalho, afetando os diversos aspectos da esfera socioeconômica. Ressalva-se, contudo, que os impactos socioeconômicos da IA são difíceis de prever, incorporando um elevado nível de incerteza e podendo variar no tempo e no espaço. Dito isso, trata-se de um exercício prospectivo complexo, cujos resultados dependerão, dentre outros, de dois aspectos principais: da abrangência e da velocidade com que essa tecnologia possa ser adotada nos diversos locais.

Para analisar essas implicações, apresenta-se a abordagem proposta por Pizzinelli et al. (2023), complementada por outras publicações do FMI, que introduzem dois conceitos centrais relacionados à incidência da IA sobre as ocupações: a exposição e a complementaridade da IA. A Exposição à IA indica o grau de sobreposição entre capacidades ocupacionais humanas e tarefas passíveis de serem desempenhadas por sistemas de IA. A Complementaridade à IA avalia o potencial da tecnologia para apoiar e alavancar o desempenho humano em determinadas ocupações, em vez de simplesmente substituí-lo. Essa estrutura conceitual permite compreender como diferentes ocupações se posicionam frente à IA, oferecendo subsídios para avaliar seus efeitos sobre diversas variáveis econômicas, como mercado de trabalho, distribuição de renda e produtividade.

Nesta abordagem, a trajetória da inteligência artificial revela um potencial de alcance global, contudo, apresenta implicações específicas para cada país. E, mesmo em âmbito doméstico, ou seja, dentro de cada país, tem repercussão heterogênea, dependendo, em especial, do grau de sofisticação e especialização do mercado de trabalho - das características das atividades e ocupações desenvolvidas em cada local. Assim, as economias avançadas estão mais expostas e podem estar mais suscetíveis às mudanças no mercado de trabalho. Essa percepção decorre do fato de suas altas parcelas de emprego em ocupações que exigem maior capacidade cognitiva, seja de baixa, seja de alta complementaridade, estando em melhor posição para aproveitar precocemente as oportunidades de desenvolvimento proporcionadas pela IA. Por outro lado, os países emergentes e os de baixa renda estão menos expostos à IA, mas, por isso mesmo, usufruirão menos de suas vantagens. Em suma, menos exposição significa menos disrupção imediata, mas também menor capacidade de capturar ganhos de produtividade e crescimento, o que pode aprofundar o gap tecnológico e a disparidade de renda entre economias avançadas e em desenvolvimento.

No caso brasileiro, os estudos indicam que cerca de 45% dos empregos estão expostos à IA, percentual superior à média das economias emergentes (40%), mas inferior às avançadas (60%). Essa exposição e seu potencial de complementaridade, contudo, não se mostram homogêneos no mercado de trabalho. Seu impacto varia, dentre outros aspectos, conforme o grau de escolaridade do trabalhador, o tipo de gênero e a faixa etária, favorecendo determinados grupos em detrimento de outros. Do ponto de vista macroeconômico, as projeções do FMI apontam para ganhos desproporcionais de renda, beneficiando trabalhadores mais qualificados e que já possuem alta renda, resultando em acirramento das desigualdades internas e internacionais. Os ganhos potenciais de produtividade e crescimento do PIB não diferem dessa lógica. Observa-se que a adoção da IA deverá proporcionar o dobro do crescimento do PIB e maior produtividade aos países desenvolvidos, quando comparados ao caso brasileiro (sendo esta defasagem ainda maior para a média dos países emergentes e de baixa renda), agravando a lacuna tecnológica e a desigualdade de renda entre os países.

Esse cenário reforça a necessidade de políticas públicas voltadas à requalificação profissional e à inclusão digital, para mitigar impactos negativos e ampliar oportunidades. Nesse contexto, os estudos do FMI recomendam que os países emergentes devem, além de dar ênfase a qualificação da mão de obra, com investimentos em educação, capacitação digital e políticas de inovação, criar amplas redes de proteção social para trabalhadores vulneráveis. Sem essas medidas, o país amplia o risco de aprofundar disparidades regionais e sociais, enquanto outras economias avançam rapidamente na captura dos ganhos proporcionados por essa tecnologia transformadora.

Referências

CAZZANIGA, Mauro; JAUMOTTE, Florence; LI, Longji; MELINA, Giovanni; PANTON, Augustus J.; PIZZINELLI, Carlo; ROCKALL, Emma J.; TAVARES, Marina M. *GenAI: Artificial Intelligence and the Future of Work*. Staff Discussion Note do International Monetary Fund, n. 001, 13 jan. 2024a. Disponível em: <https://doi.org/10.5089/9798400262548.006>. Acesso em: 17 dez. 2025.

CAZZANIGA, Mauro; PIZZINELLI, Carlo; ROCKALL, Emma; TAVARES, Marina M. *Exposure to Artificial Intelligence and Occupational Mobility: A Cross-Country Analysis*. Washington, D.C.: International Monetary Fund, jun. 2024b. (IMF Working Paper, WP/24/116). Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2024/06/03/Exposure-to-Artificial-Intelligence-and-Occupational-Mobility-A-Cross-Country-Analysis-543456>. Acesso em: 19 dez. 2025.

FELTEN, E., RAJ, M. and SEAMANS. R. (2021). *Occupational, industry, and geographic exposure to artificial intelligence: A novel dataset and its potential uses*. Strategic Management Journal 2021; 42: 2195–2217. John Wiley & Sons Ltd./wileyonlinelibrary.com/journal/smj. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/351174628_Occupational_industry_and_geographic_exposure_to_artificial_intelligence_A_novel_dataset_and_its_potential_uses. Acesso em: 02 dez. 2025

FELTEN, E., RAJ, M. and SEAMANS. R. (2023). *How will language modelers like chatgpt affect occupations and industries?* Working Paper. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4375268. Acesso em: 08 dez. 2025

IBM. *The games that helped AI evolve*. Disponível em: <https://www.ibm.com/history/early-games>. Acesso em: 27 nov. 2025a.

IBM. *Watson, Jeopardy! champion*. Disponível em: <https://www.ibm.com/history/watson-jeopardy>. Acesso em: 28 nov. 2025b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *PNAD Contínua Educação 2025: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua*. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/9173-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-trimestral.html>. Acesso em: 22 dez. 2025.

INTERNATIONAL MONETARY FUND. *Brazil: 2024 Article IV Consultation* — Press Release; Staff Report; and Statement by the Executive Director for Brazil. Country Report No. 24/209, Washington, D.C., junho 2024. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/CR/Issues/2024/07/11/Brazil-2024-Article-IV-Consultation-Press-Release-Staff-Report-and-Statement-by-the-551705>. Acesso em: 17 dez. 2025.

MAGNET, Sophie. *A brief history of AI: from Turing to modern systems*. 365 Data Science, 17 dez. 2024. Disponível em: <https://365datascience.com/trending/a-brief-history-of-ai/>. Acesso em: 19 jan. 2026

MCKINSEY & COMPANY. *The economic potential of generative AI: The next productivity frontier*. 14 jun. 2023. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/capabilities/tech-and-ai/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier>. Acesso em: 01 dez. 2025.

MCKINSEY & COMPANY. *What is AI (artificial intelligence)?*. McKinsey Explainers, McKinsey & Company, 3 abr. 2024. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-ai>. Acesso em: 3 dez. 2025.

MILMO, D. 2023. *ChatGPT reaches 100 million users two months after launch*. The Guardian. Disponível em: [ChatGPT reaches 100 million users two months after launch | Chatbots | The Guardian](https://www.theguardian.com/technology/2023/nov/10/chatgpt-reaches-100-million-users-two-months-after-launch). Acesso em 10 dez. 2025

PIZZINELLI, C.; PANTON, A. J.; TAVARES, M. M.; CAZZANIGA, M.; LI, L. *Labor Market Exposure to AI: Cross-country Differences and Distributional Implications*. Washington, D.C.: International Monetary Fund, 2023. (IMF Working Paper, WP/23/216). Disponível em: <https://www.elibrary.imf.org/downloadpdf/view/journals/001/2023/216/001.2023.issue-216-en.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2025.

PRIMO BRAGA, C.A.; MEIRA, S. (orgs.). *Inteligência Artificial e suas implicações econômicas*, eBook. *Imagine Brasil: FDC, 2024*. Disponível em: <https://www.fdc.org.br/Documents/imagine-brasil/IA%20e%20suas%20Implica%C3%A7%C3%B5es%20Econ%C3%B4micas%20vDigital.pdf>. Acesso em: 18 Jun. 2024.