

O Estágio Atual da Inteligência Artificial: História, Impactos no Mercado de Trabalho, Aspectos Sociais e Alternativas de Regulação (Parte I – Aspectos Históricos e Impactos no Mercado de Trabalho)

JOSÉ PAULO ZEETANO CHAHAD (*)
TUFFY LICCIARDI ISSA (**)

1 Introdução

Historicamente, os antigos filósofos gregos já falavam no conceito de “*inteligência não humana*”. A partir de então, os seres humanos sempre se interessaram pela possibilidade da existência de alguma espécie de “Inteligência Artificial” (IA), até que o matemático Alan Turing fez, em 1950, uma pergunta crucial – “*as máquinas podem pensar?*” – a qual impulsionou de vez o interesse e os estudos sobre este fenômeno. Anteriormente, a própria ideia de *robôs* já tinha aparecido na Renascença, principalmente com as proposições, descobertas e experimentos de Leonardo da Vinci. A possibilidade de uma IA, portanto, não é nova na história da humanidade, embora tenha ganhado notoriedade na segunda metade do século XX.¹

Em termos mais técnicos, o marco histórico que originou o desenvolvimento da IA foi a elaboração do primeiro algoritmo, pela Condessa Ada Lovelace, em 1843.

Desde então, inúmeros processos de automatização foram surgindo em direção à consolidação da IA como hoje a conhecemos. As mais recentes ondas de IA foram, na década de 2010, com o avanço da “*Machine Learning*” (ML), um ramo da estatística computacional usada para fazer previsões a partir de dados não estruturados. A outra foi em 2022, com o surgimento do *ChatGPT*, um sistema natural que pode ser utilizado para responder a questões, verter linguagens e produzir textos quando solicitado.²

Estes avanços imprimiram um ritmo sem precedentes na velocidade de crescimento da IA. Mas, diferentemente de outros processos tecnológicos, sua rapidez de penetração é muito mais ampla, disseminando-se em praticamente todas as ocupações, áreas de conhecimento e setores de atividades econômicas, bem como em outros aspectos da sociedade como um todo. Ainda que o temor principal tenha recaído sobre a possibilidade de um desemprego em massa, as

implicações da IA não se restringem a este único impacto, indo mais além, pois têm promovido mudanças culturais, médicas, jurídicas, sociais, nas comunicações, no ambiente empresarial, na organização do trabalho, levando à necessidade de novos requisitos de educação e treinamento para o novo perfil requerido dos trabalhadores, entre outras implicações.³

Nesta perspectiva, este artigo fará uma resenha da literatura atual, focando as implicações, os impactos e os resultados da incidência da IA sobre tópicos selecionados, sem qualquer pretensão de esgotar, dentro de cada tema, outras possibilidades de análise. Deste modo, além desta Introdução, a seção 2 discutirá a definição desta tecnologia; a seção 3 trará um retrospecto histórico da evolução da IA; a seção 4 enveredará sobre suas consequências no mercado de trabalho. A seção 5 trará uma síntese conclusiva, seguindo-se as referências bibliográficas utilizadas.⁴

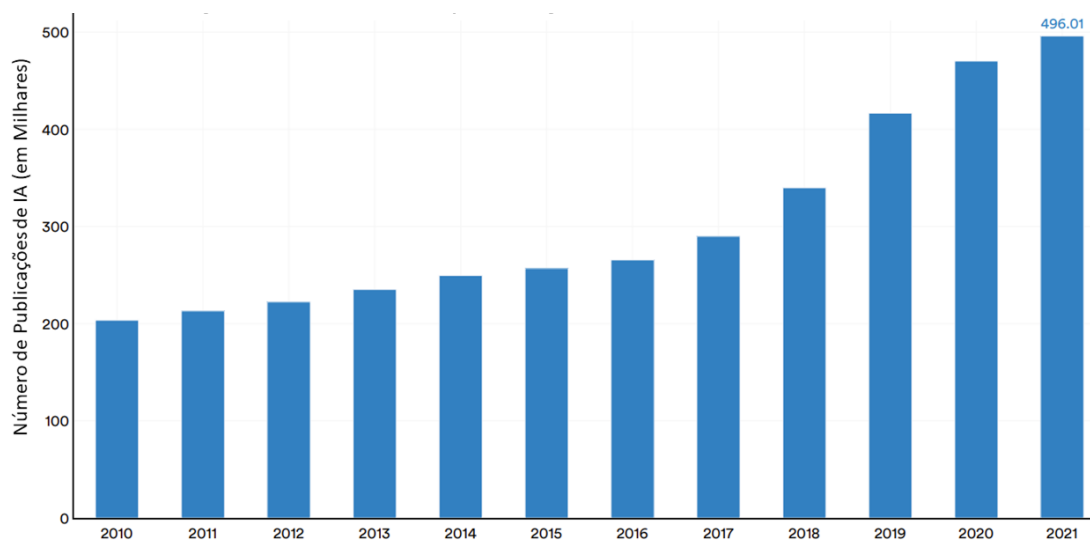
2 A Definição da IA

2.1. O Avanço Contemporâneo dos Estudos e das Pesquisas sobre IA

Embora o tema da IA tenha surgido há muito tempo na literatura sobre o desenvolvimento tecnológico em escala global, o avanço das publicações foi mais vigoroso a partir dos anos 2000, conforme se pode observar pela Figura 1, obtida do relatório sobre IA elaborado por Malsej *et al.* (2023).

De fato, em 2010, as publicações sobre IA giravam em torno de 200 mil textos naquele ano, cifra que se elevou em 2021 para, aproximadamente, 500 mil, um crescimento médio de 5,0% ao ano. Neste ano, dentre os mais importantes tipos de publicações, 60,0% das mencionadas eram artigos em *Journals*, 17,0% eram resultados de *Papers* oriundos de conferências, e 13,0% representavam documentos disponibilizados em *Plataformas Online (Repository Submissions)*.⁵

Figura 1 - Evolução do Número de Publicações de IA no Mundo; 2010/2021

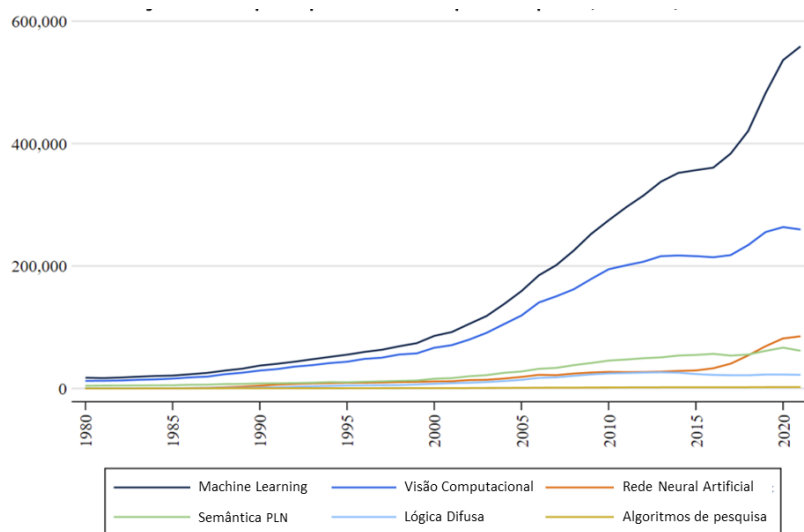


Fonte: Malsej *et al.* (2023).

Outro aspecto a se destacar é que, em período recente, as forças que alavancam a IA provêm do uso intensivo da chamada “*Machine Learning*” (ML), conforme indica o aumento de publicações, entre 1980 e 2020, mostrado na Figura 2. Trata-se de um ramo da tecnologia computacional que focaliza o desenvolvimento

de algoritmos os quais podem, automaticamente, e de forma interativa, construir modelos analíticos originados de bancos de dados, mas sem programarem explicitamente uma solução.⁶ (US-EU TRADE AND TECHNOLOGY COUNCIL JOINT STATEMENT, 2022, p. 4).

Figura 2 - Publicações de Pesquisa de IA por Tópico; 1980/2021



Fonte: US-EU Trade and Technology Council Inaugural Joint Statement (2022).

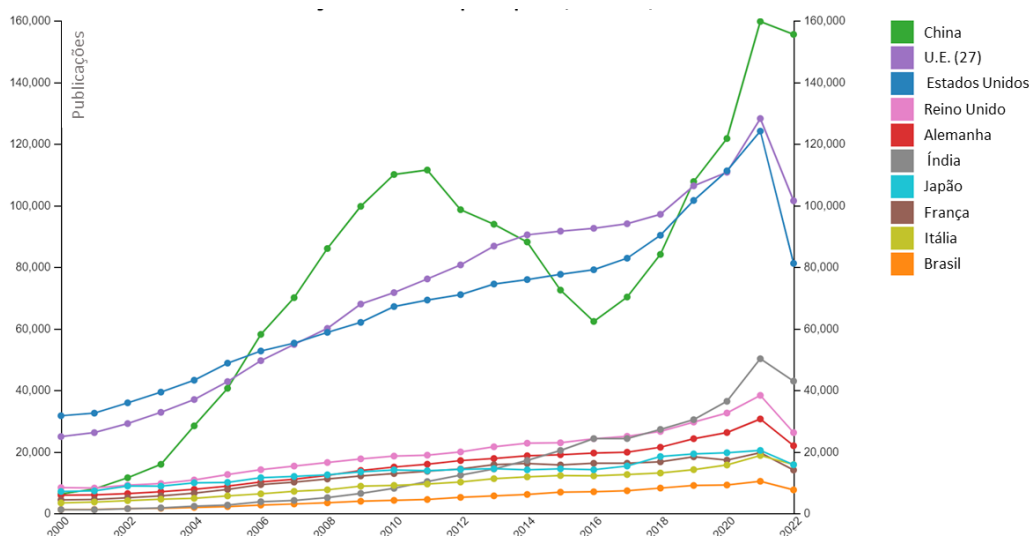
Mas, conforme mostra a referida Figura 2, outras áreas da IA têm merecido crescente volume de estudos e publicações, ainda que em ritmo menor do que os estudos sobre ML.⁷ Dentre as que têm recebido forte impulso está a “*Visão Computacional*”, que representa a utilização intensiva de computadores para obter informações provenientes de imagens e de vídeos. Nota-se também que, a partir dos anos 2010, há um aumento das pesquisas focadas numa subárea da ML, as denominadas “*Redes Neurais*” (*Neural Networks*). Elas

representam algoritmos que transportam conjuntos de *inputs* em previsões para produtos e ações que trazem essas previsões para a forma mais próxima da realidade.

A Figura 3 contempla a evolução das publicações sobre IA segundo países e regiões. Nela pode-se notar que a China, os Estados Unidos e a União Europeia lideram as publicações sobre o tema, e em números muito superiores aos demais países da figura. Uma informação notável desta figura é que países historicamente fortes

no avanço tecnológico, como por exemplo, Alemanha, Japão e França, têm uma contribuição literária sobre IA muito baixa e estagnada, desde o início dos anos 2000, o que ocorre, também, com o Brasil. Por fim, nota-se que, entre 2020 e 2022, houve um declínio mundial na produção de textos sobre IA decorrente da pandemia, que jogou o mundo numa profunda recessão econômica, com implicações negativas nos campos social, cultural, e mesmo na produção do conhecimento científico.

Figura 3 - Publicações de IA por Países; 2000/2022

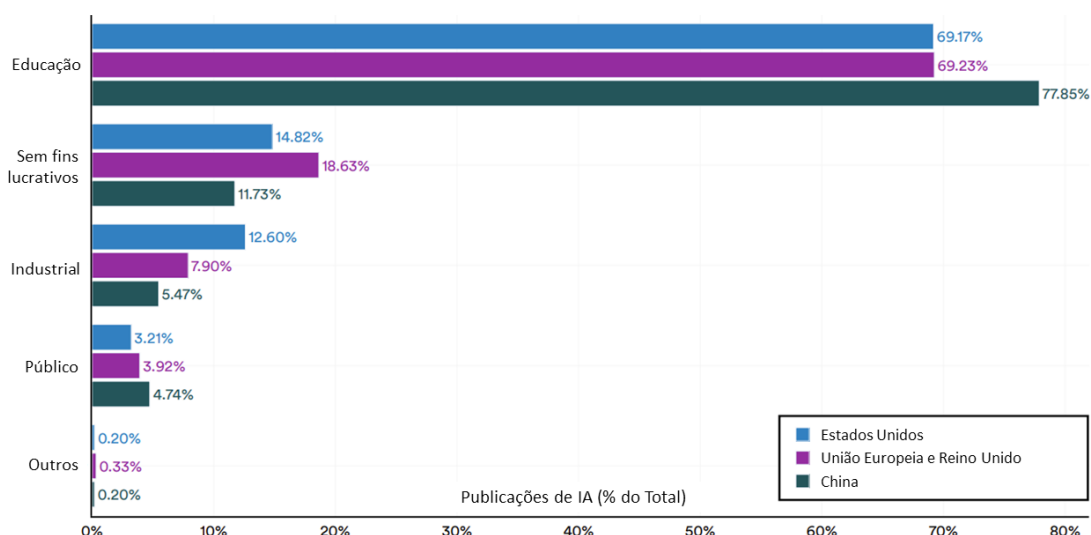


Fonte: OECD.AI (2023).

O setor da *Educação* aparece, destacadamente, como aquele mais profícuo em publicações sobre IA, conforme revelam as estatísticas da Figura 4.⁸ Isto ocorre em todos os países e regiões onde a produção bibliográfica no tema ocorre em maior escala. De fato,

em 2021, nos Estados Unidos, na China e na União Europeia, 70,0% ou mais dos textos abordando o tema estão voltados para o setor educacional, seguidos de longe pelo setor denominado “*Não Lucrativo*” (*Nonprofit*) (13,6%).

Figura 4 - Publicações de IA (% do Total) por Setor e Área Geográfica; 2021



Fonte: Malsej et al. (2023).

2.2. A Definição de IA

Definir o que venha ser IA é uma tarefa praticamente impossível em decorrência da complexidade que ela representa. Não existe, assim, uma definição universalmente aceita e consagrada de IA. Há, porém, um reconhecimento geral de que o termo foi inicialmente cunhado pelo célebre cientista da computação John McCarthy, quando em 1956 ministrou sua primeira conferência acadêmica sobre IA, na Faculdade de Dartmouth, como já vimos. Ele afirmava que a IA significava que os processos de automação necessitariam de “*Inteligência*” como se fossem desempenhados por seres humanos.

Segundo Donepudi, Ahmed e Saha (2020, p. 17),

The term artificial intelligence implies investigating intelligent problem solving behavior and developing intelligent computer programs.

Apenas recentemente apareceu uma definição que tem se consolidado como a mais aceitável pelos *experts* na ciência da computação. Em novembro de 2018, a OECD, através de seu grupo de especialistas sobre IA, desenvolveu uma definição e visão sistêmica do que vem a ser este “novo” fenômeno tecnológico.

Visando dar grande abrangência à definição, ficou estabelecido que

ela deveria conter os seguintes elementos: (i) ser compreensível; (ii) tecnicamente precisa; (iii) tecnologicamente neutra; e (iv) e aplicável nos horizontes de curto e longo prazos. (OECD, 2019a, p. 22).⁹

Após os estudos desse grupo, a Instituição definiu a IA como:

A machine-based system that is capable of influencing the environment by producing an output (predictions, recommendations or decisions) for a given set of objectives. It uses machine and/or human-based data and inputs to: (i) perceive real and/or virtual environments; (ii) abstract these perceptions into models through analysis in an automated manner (e.g. with machine learning) or manually; and (iii) use model inference to formulate options for outcomes. AI systems are designed to operate with levels of autonomy. (BROECKE, 2023b, p. 94)

Sob a ótica da tecnologia, Lane e Saint-Martin (2021) afirmam que a IA teria duas vertentes: (i) ela pode ser considerada como uma *tecnologia de automação*; e (ii) pode ser identificada como *tecnologia de uso geral (General Purpose Technology – GPT)*.

Com relação à *tecnologia da automação*, ela seria destinada para facilitar a automatização de tarefas que de outra forma seriam desenvolvidas pelos seres humanos. O que a distingue de outras tecnolo-

gias de automação, como por exemplo, robôs industriais ou máquinas automáticas, é seu enorme potencial para expandir o leque de tarefas que podem ser automatizadas.

Já existem fartas evidências, parte delas mencionadas nas referências finais, sugerindo que a IA pode facilitar a automação onde isto era previamente impossível. Até os mais recentes avanços destas máquinas, este processo afetava somente tarefas consideradas rotineiras, e aquelas desempenhadas pelos trabalhadores de baixa qualificação. Agora a IA tem sido identificada como um fenômeno capaz de automatizar tarefas de alta qualificação, bem como aquelas de características não rotineiras e/ou cognitivas.

No que diz respeito à *vertente GPT*, a IA é identificada como uma tecnologia com grande potencial de aplicação entre ocupações e setores de atividade, com habilidade de melhorar, ao longo do tempo, bem como gerar inovações complementares. Nesta ótica, a IA teria a capacidade de gerar previsões, as quais serviriam de *inputs* nas tomadas de decisões num leque bastante amplo de ocupações, como por exemplo, ensino, linguística e atividades médicas. A principal característica dessa *vertente GPT* é adicionar maior escala e mais profundidade aos desafios e oportunidades da IA em amplos segmentos do mercado de trabalho.

Nas palavras de Lane e Saint-Martin (2021, p. 20),

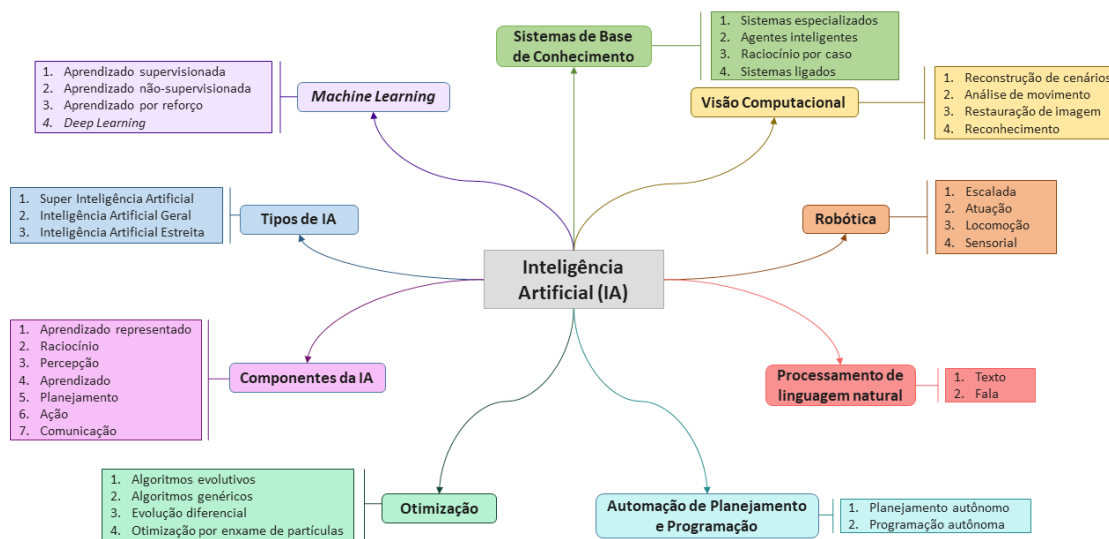
One concern is that since automation has already led to job loss in certain industries, AI could lead to job loss in a much larger number of industries. On the other hand, the ability of AI to produce further innovations, by changing 'the process by which we create new ideas and technologies, helping to solve complex problems and scaling creative effort', could generate entirely new industries and create a myriad of new jobs.

2.3. Complexidade e Abrangência da IA

Não obstante o surgimento e avanços da IA representarem uma grande conquista para a humanidade, entender sua complexidade bem como especular sobre sua abrangência são tarefas virtualmente fora do alcance do conhecimento científico atual.

Regona *et al.* (2022) elaboraram um mapa contendo os componentes, os tipos, os processos de aprendizagem linguística, os níveis de automação e outros campos da IA para o setor industrial. A Figura 5 contém as informações deste mapeamento.

Figura 5 - Mapa de Ramificações da IA para o Setor Industrial



Fonte: Regona *et al.* (2022).

2.4. IA e a Automação

Ainda nesta questão da abrangência, é preciso destacar a relação entre a IA e automação além de aspectos históricos. Existe um consenso entre os *experts* no tema de que a introdução da IA nada mais é do que a continuação do longo processo de automação que tem acompanhado o desenvolvimento da humanidade. A IA

difere das invenções prévias (desde a máquina a vapor até a digitalização e a robotização), pois

As artificial intelligence draws closer and closer to general human intelligence, much of human labor runs the risk of becoming obsolete and being replaced by AI in all domains. In this view, progress in artificial intelligence is not only a continuation, but culmination of techno-

logical progress; it could lead to a course of history that is markedly different from the implications of previous waves of innovation, and may even represent what James Barrat (2013) has termed 'our final invention'. (KORINEK; STIGLITZ, 2019, p. 349-350)

De acordo com Kōkuti (2023), a automação trazida pela IA tem vindo em ondas separadas umas das outras pelo grau de autonomia das máquinas. Elas podem ser assim classificadas:

a) Primeira onda: é a denominada *onda dos Algoritmos*, desde meados da década de 1840 até o período anterior a 2020, aproximadamente. Nela são as pessoas que tomam as decisões, com base em bancos de dados bem estruturados e ações e tarefas de cunho digital;

b) Segunda onda: chamada de *onda da Expansão* até os meados da década de 2020. Nela os humanos ainda tomam as decisões para socorrer os robôs. As tarefas são repetitivas, a informação é automatizada, uso de drones, robôs industrializados e veículos autodirigíveis; e

c) Terceira onda: identificada como a *onda da Autonomia*, que ocorrerá até meados da década de 2030. Nela os robôs tomarão as decisões. A IA aumentará rapidamente a disponibilidade de análise

de dados provenientes de múltiplas fontes, tomará as decisões e comandará as operações físicas com um mínimo ou nenhuma intervenção humana.

3 Uma História Sucinta da Evolução da Inteligência Artificial

3.1. Antecedentes da IA: As Revoluções Industriais

O início do processo de automação de tarefas, por meio do desenvolvimento tecnológico, pode ser delimitado através do marco histórico da Primeira Revolução Industrial (ocorrida no fim do século XVIII). A partir de então houve uma disseminação das máquinas a vapor desencadeando o aumento do volume da produção e, principalmente, reduzindo os custos de produção. Além disso, ocorreu um desenvolvimento veloz das malhas ferroviárias, as quais facilitaram o transporte, 'encurtando' a distância entre as cidades, gerando assim maior interligação entre os mercados de bens e serviços, o que provocou uma redução dos custos de transportes.

Na transição do século XIX para o XX desencadeou-se a chamada Segunda Revolução Industrial, cujos principais legados foram o desenvolvimento e a implementação da energia elétrica e seus desdobramentos em termos de infraestrutu-

ra produtiva. Outro aspecto notável nessa época foi a consolidação da divisão do trabalho no processo produtivo, especializando-se os operários em etapas mais curtas e específicas do produto final.

A Terceira Revolução Industrial, ocorrida na segunda metade do século XX, contribuiu, por sua vez, através do surgimento da robotização, da informática, das telecomunicações e do acesso massificado a essas novas tecnologias. Emergiu daí um período de elevado dinamismo, com linhas de produção cada vez mais complexas e globalizadas.

Por fim, a Quarta Revolução Industrial trouxe consigo a revisão da fronteira entre humanos e máquinas nos mais diversos setores produtivos e geográficos. As principais contribuições deste novo avanço tecnológico foram os sistemas integrados remotos, a *internet* das coisas, o sistema de computação em 'nuvem', processos de digitalização, a segurança na utilização de dados, o início da consagração da IA e o desenvolvimento do *big data*¹⁰ (CHAHAD; GOLLO, 2019).

3.2. A Evolução da IA sob a Ótica da Computação e da Automação

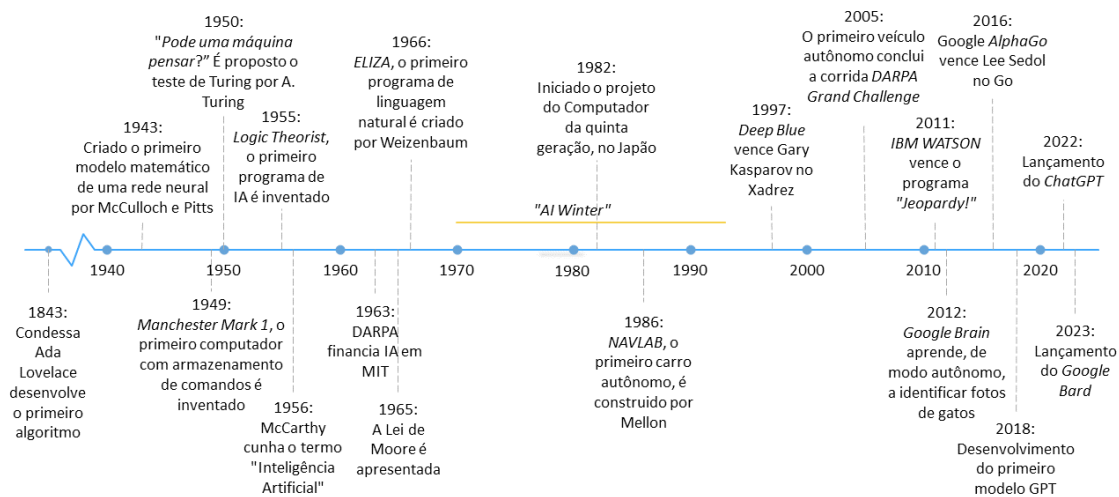
A geração e a disseminação das tecnologias de automação decorrentes destas revoluções foram

fundamentais para o incremento das atividades econômicas. E, a partir da Quarta Revolução Industrial, a tecnologia da IA passou a impactar mais fortemente as atividades econômicas, estruturais, sociais e culturais. O desenvolvimento dessa ferramenta, contudo, não se resume exclusivamente (e historicamente) ao período mais recente, sendo resultado de um amplo processo,

ao longo do tempo, repleto das mais diversas contribuições tecnológicas.

Esta evolução histórica da IA pode ser vista na Figura 6 a seguir, a qual nos mostra uma linha do tempo do desenvolvimento da IA.

Figura 6 – Eventos Históricos Mais Marcantes da IA (1843-2023)



Fonte: Elaboração dos autores, com base em: McCorduck (1977), Anyoha (2017) e Rollings (2023).

Apesar de autoexplicativa esta figura será complementada pelos comentários que se seguem. De início, nota-se que a IA é uma entre as muitas tecnologias de automação ao longo da história. Sua origem advém, inicialmente, da contribuição de Ada Lovelace que, em 1843, elaborou o primeiro *algoritmo*, sendo este o marco inicial para o desenvolvimento do computador moderno, como destaca McCorduck (1977).

As contribuições do matemático Alan Turing através de sua "*Máquina de Turing*" foram, por sua vez, os alicerces para a constituição do computador moderno e, também, o marco inicial da ciência da computação. Por meio de sua obra de 1950, na qual indaga "*as máquinas podem pensar?*", Turing não apenas direcionou estudos na área de pesquisa da IA (cujo termo ainda não havia sido cunhado), mas também propôs o método

conhecido como "*Teste de Turing*" ou "*Imitation Game*" para definir se, de fato, as máquinas seriam capazes de pensar (SMITH *et al.*, 2006). Nesse *Jogo de Imitação*, um interrogador, por meio de conversas realizadas por mensagens, deve determinar qual dos dois outros jogadores é o humano e qual é a máquina (TURING, 1950, p. 442).¹¹

The original question, "Can machines think?" I believe to be too meaningless to deserve discussion. Nevertheless, I believe that at the end of the century the use of words and general educated opinion will have altered so much that one will be able to speak of machines thinking without expecting to be contradicted.

Apenas em 1956, na "*Dartmouth Summer Research Project*", o termo *Inteligência Artificial* foi oficialmente

cunhado pelo professor de matemática John McCarthy, onde, também, os marcos da nova área de pesquisa foram estabelecidos.¹² Entretanto, como a história demonstrou na época, as expectativas futuras quanto a este novo fenômeno se mostraram demasiadamente otimistas para o estado das artes tecnológicas da época.

De acordo com a OECD (2019a), a falta de resultados imediatos positivos e o não alcance das expectativas otimistas que se previam desencadearam um período de grandes cortes em financiamentos direcionados para o seu desenvolvimento, iniciando-se o chamado “AI Winter”.¹³ Assim, o período com esta denominação é caracterizado pela forte perda de entusiasmo acerca da tecnologia voltada para IA:

Indeed, during the AI Winter, commercial and scientific activities in AI declined dramatically. (SMITH *et al.*, 2006, p. 17).

Apenas na segunda metade da década de 1990, com o aumento da capacidade computacional disponível, encerrou-se o período de menor interesse acerca da IA, uma vez que a realização de tarefas mais complexas se tornou factível. Simbolicamente, a IA deu um grande salto em 1995, quando foi criado o computador *Deep Blue*, da IBM, e, ao ser testado em 1997, derrotou o campeão mundial de xadrez, o

russo Gary Kasparov (ASSUMPTIÃO, 1997).

Outro grande marco da tecnologia de IA ocorreu no ano de 2016, quando o computador *AlphaGo*, da Google, acabou vencendo Lee Sedol, o campeão mundial de Go.¹⁴ Após a vitória, os desenvolvedores da máquina vencedora fizeram com que a IA jogasse contra ela mesma – sem que houvesse qualquer intervenção humana ou acesso aos dados históricos – ou seja, aprendendo somente pela tentativa e erro. Como resultado, em apenas 40 dias, o mais novo computador *AlphaGo Zero* havia derrotado *AlphaGo* por 100 jogos a 0 (GREENEMEIER, 2017).

Todos esses passos foram necessários para que hoje a IA existente alcançasse patamares mais elevados, como é o caso da alta funcionalidade atual desta, sendo o *ChatGPT* o principal expoente do livre acesso a essa tecnologia para o público geral. Este *chatbot* tem como seu grande diferencial a capacidade de interpretar, bem como gerar frases complexas, através de seu acesso a uma extensa base de dados.¹⁵ Destaca-se aqui, também, o recente *chatbot* da Google, lançado em 2023, de nome *Bard*, criado como IA alternativa à desenvolvida pela OpenAI.¹⁶

O crescimento exponencial da capacidade computacional fortalece o desenvolvimento da IA já que

este torna factíveis tarefas progressivamente mais complexas. A consequência deste processo é de um forte e constante crescimento referente às capacidades cognitivas dessas máquinas no futuro, especialmente pela crescente demanda no tratamento de grandes bases de dados (*big data*) por parte de empresas, pesquisadores, universidades e instituições governamentais, entre outras.

3.3. A História da IA sob a Ótica dos Filmes de Ficção Científica¹⁷

O principal meio pelo qual a IA adentrou o imaginário popular foi o de histórias de ficções científicas. Estas funcionam como meio de instigar a imaginação humana quanto à capacidade futura das máquinas, assim como suas limitações.

Pode-se destacar o pioneirismo do autor Isaac Asimov com a publicação de sua coleção de histórias de ficção científica, em 1950, com o nome de: “I, Robot”, revolucionando não apenas este gênero como também servindo como um grande marco do ideário de IA na cultura *pop*.¹⁸

No ano de 1968, Arthur C. Clarke publicou o livro “2001: A Space Odyssey”, cuja adaptação cinematográfica da obra ocorreria pelas mãos do diretor Stanley Kubrick, ainda em 1968. Esta obra traz a

presença da sentimental e maldosa IA chamada de HAL 9000, firmando o ideário de IA no cenário de ficção científica de modo a ser referenciada diversas vezes por outros grandes autores.¹⁹

Em 1982, sob a direção de Ridley Scott, foi lançado o icônico *“Blade Runner, o caçador de andróides”*. Ambientado em um futuro distópico, o filme segue um caçador de andróides que precisa identificar e eliminar replicantes rebeldes que possuem inteligência artificial avançada. Eles até chegam a ser confundidos com seres humanos, a ponto de despertar emoções.

A IA receberia papel de destaque no cinema em 1984, com o filme *“The Terminator”*, estando presente no papel de vilã na forma da tecnologia de IA denominada *Skynet*, a extinção da raça humana.²⁰ No ano de 2001, houve o lançamento do filme *“A.I. Artificial Intelligence”*, dirigido por Steven Spielberg. Neste filme há a constante reflexão acerca da possibilidade da criação de máquinas com sentimentos humanos.

Em 1999, surge filme *“Bicentennial Man”*, dirigido por Chris Columbus. Baseado em outro conto de Isaac Asimov, o filme narra a história de um robô que, ao longo de dois séculos, busca se tornar humano e enfrenta a discriminação e o preconceito ao longo do caminho. Nesse mesmo ano, surge o famoso *“The Matrix”*, sob a direção de Lana

e Lilly Wachowski. Nesse filme revolucionário, a humanidade é mantida em uma realidade simulada enquanto máquinas controlam o mundo real. Um grupo de rebeldes luta para libertar a humanidade e enfrenta a Inteligência Artificial suprema conhecida como Matrix.

Em 2008, o filme *“Eagle Eye”*, dirigido por David Caruso, mostra o alcance das máquinas IA em buscar seu domínio sobre os humanos. Nele, uma complexa máquina utilizando computadores de última geração, denominada ARIIA, mantém um homem e uma mulher em controle absoluto, com a finalidade de assassinar o presidente americano. Utilizando uma voz feminina ao telefone ajuda-os a evitar a aplicação da lei, controlando dispositivos em rede, incluindo semáforos, telefones celulares, guindastes automatizados e até linhas de energia.

Em 2013, a IA veria seu retorno às grandes obras de ficção científica por meio do filme *“HER”*. Nele, o personagem principal se apaixona por um sistema operacional fundamentado na tecnologia de IA. Em 2014, foi lançado um filme que premiou o criador da IA, *“O Jogo da Imitação”*, sob a direção de Morten Tyldum. O filme oferece um olhar fascinante sobre a inteligência artificial por meio do trabalho de Turing com a máquina de Turing, considerada uma precursora da computação moderna, e sua influência pode ser vista em todos os sistemas de computação e inteli-

gência artificial que usamos hoje em dia.

No ano de 2018 apareceu o filme *“A.I. Rising”*, dirigido por Lazar Brodza. Neste drama de ficção científica, uma astronauta é enviada em uma missão espacial com um robô humanoide avançado como companheiro. Conforme a viagem avança, uma relação íntima se desenvolve entre eles, levantando questões sobre a natureza do amor e da consciência.

Dentre as últimas versões cinematográficas temos o filme *“M3GAN”*, de 2022, dirigido por Gerard Johnstone. **M3GAN** segue Gemma, uma brilhante roboticista de uma empresa de brinquedos que usa IA para desenvolver uma boneca realista programada para ser a maior companheira de uma criança, bem como a maior aliada dos pais. Quando a sobrinha órfã vai morar com ela, Gemma pega um protótipo da boneca para testar, e as consequências são malignas e aterrorizantes. O filme é um exemplo atual de que a IA pode ser utilizada para o mal.

4 Os Impactos da IA no Mercado de Trabalho

Como todo avanço tecnológico, a IA certamente trará significativas implicações com relação à utilização do trabalho humano. Sua capacidade disruptiva implicará mudanças em diversos aspectos do mercado

de trabalho. De fato, a implementação da tecnologia da IA, neste mercado, será acompanhada pela substituição de algumas tarefas e, também, pelo surgimento da demanda por novas tarefas.

Desta maneira, há uma nova e poderosa força atuando sobre os integrantes da força de trabalho, pressionando, entre outros aspectos, a aquisição de habilidades específicas e complementares a esta nova ferramenta como instrumento de trabalho. Mudanças de hábitos e novas formas de organização nos locais de trabalho também deverão ocorrer.

Nesta seção buscar-se-á seletivamente analisar algumas das consequências que se desencadearão nas dinâmicas de trabalho. Dada a potencialidade e a complexidade dessas mudanças, serão apresentadas aquelas mais frequentemente analisadas na literatura recente, a saber sobre o desemprego, a produtividade do trabalho, o *Job Matching* e os novos requisitos com relação às habilidades dos trabalhadores.

4.1. IA: Impactos no Desemprego

Existe na vasta literatura sobre o impacto da tecnologia no desemprego que, até a chegada em maior escala da IA, concentrava-se na discussão dos efeitos da automação na utilização da mão de obra

em tarefas rotineiras e naquelas não rotineiras. Com o advento da IA, os impactos sobre o uso da mão de obra são mais abrangentes, pois implica saber qual a sua penetração nas atividades de pensar, decidir, raciocinar, dialogar e outras de caráter cognitivo. Ou seja, agora existe uma crescente preocupação referente ao risco de desemprego em ocupações de alta qualificação, concentrada em atividades cerebrais até então impenetráveis aos processos de automação.

4.1.1. O Paradigma do Impacto no Desemprego Precedente ao Crescimento da IA²¹

Os possíveis impactos negativos da IA sobre a utilização do trabalho humano têm sido, talvez, a preocupação mais frequente do avanço desta nova forma de tecnologia. Na realidade, os avanços tecnológicos sempre trouxeram preocupações sobre o emprego, o desemprego e as condições de trabalho dos seres humanos. O temor de que as transformações tecnológicas e a velocidade destes processos inovadores ponham em risco a utilização do trabalho humano, promovendo um desemprego de grandes dimensões, acompanha o desenvolvimento da humanidade desde tempos imemoriais.

Historicamente, a primeira grande insatisfação contra o impacto deletério do avanço tecnológico

na ocupação dos seres humanos e nas suas condições de trabalho veio durante a Primeira Revolução Industrial, na Inglaterra, através do chamado movimento Ludita (ou Ludismo). De acordo com Saes e Saes (2013, p. 206),

[...] o movimento conhecido como Ludismo (pois teria sido liderado por um certo general Ludd) consistiu no ataque às fábricas e destruição dos teares por parte dos tecelões desempregados.

Aos poucos, o desenvolvimento econômico resultante do próprio avanço da tecnologia foi arrefecendo estas posições extremadas. Mas esta preocupação pessimista com o desenvolvimento tecnológico sofreu uma reversão com a posição de Keynes (1932), quando, no auge da recessão mundial, especulou sobre o futuro da humanidade discutindo as *“Possibilidades Econômicas para os Nossos Netos”*.

Nesta perspectiva, Keynes considerava o desemprego decorrente do avanço tecnológico uma “doença” inevitável na trajetória secular da humanidade. Adotando um tom otimista, isto seria como *“um mal necessário”*, o qual, certamente, redundaria em mais progresso econômico, maior desenvolvimento no futuro e, conseqüentemente, na reposição dos empregos destruídos pela tecnologia.

Neste contexto, a visão predominante entre os analistas, no início

do século XX, passou a considerar que o *desemprego tecnológico*, apesar de inevitável e indesejável, cedo ou tarde redundaria num crescimento da produtividade do trabalho. Nesse sentido, a automação da produção, ainda que poupando mão de obra, se transformaria em um aumento da renda da economia, gerando demanda adicional por novos produtos e serviços em outros setores, o que, por sua vez, criava novos empregos para os deslocados pela tecnologia.

Nas primeiras décadas do século XXI, com o avanço das TI, da digitalização, da robótica e da própria IA, esta visão branda e otimista deu lugar a visões sombrias sobre o futuro dos empregos, em resposta ao progresso técnico. Disseminou-se um temor, ainda que não unânime, e tampouco solidamente comprovado, de que essas novas tecnologias (e sua velocidade de penetração) possuíam grande potencial para levar ao *“fim dos empregos”*, como propôs Rifkin (1995).

A principal fonte de um possível temor no fim dos empregos, em decorrência da nova onda tecnológica, deveu-se aos resultados de um amplo estudo para a economia americana realizado por Frey e Osborne (2013), que tentaram estimar a sensibilidade do emprego à penetração da computação.

Eles analisaram 632 ocupações praticadas nos Estados Unidos com relação ao risco de serem suscetíveis

à automação, perguntando aos *experts* em tecnologia o potencial de automatização das mesmas num futuro próximo. O resultado por eles encontrado indicou que 47,0% dos trabalhadores americanos estavam trabalhando em ocupações que poderiam ser executadas por computadores e/ou algoritmos nos próximos 25 anos. Ou seja, até o ano de 2040, aproximadamente.

O contra-ataque veio logo em seguida no estudo de Arntz, Gregory e Zierahn (2016a). Utilizando dados de 21 países da OCDE, com base num enfoque denominado *“baseado em tarefas”*, chegaram a resultados muito menos alarmantes do que os de Frey e Osborne (2013), cujo enfoque foi *“baseado em ocupações”*. Com fundamento neste princípio eles obtiveram que, na média dos países selecionados, apenas 9,0% se encontravam em alto risco de serem automatizados.

Em síntese, o impacto de novas tecnologias, sejam elas de qualquer origem, nos empregos é não só complexo como também controverso. Conforme afirmou Keynes (1932), todo progresso técnico representa uma etapa de ajustamento da sociedade e, no longo prazo, significa apenas que a humanidade está resolvendo seus problemas econômicos via avanço tecnológico. Esta é a marcha da história.

A citação a seguir expressa com clareza o improvável fim dos empregos em decorrência da adoção

de novas tecnologias nesta fase de impactos da automação em atividades rotineiras e não rotineiras:

The economic outlook for the future of work might not be as pessimistic as many suggest. In particular, automation and digitalization are unlikely to destroy large numbers of jobs. It seems more likely that workplaces will change and require different skills from workers compared to previous decades. Nevertheless, low qualified workers may face harder challenges to adjust in the digital transformation as the automatability of their jobs is typically significantly higher compared to those of highly qualified workers. (ARNTZ; GREGORY; ZIERHAN, 2016b)

4.1.2. A Mudança de Paradigma do Impacto sobre o Desemprego Devido à IA

Os avanços da IA, notadamente a partir da década de 2010, trazem novidades e mudam a narrativa referente aos riscos de desemprego em razão da automação e da robotização. É certo que, como as máquinas a vapor, a eletricidade e a digitalização, a IA pode ser considerada uma tecnologia generalizante devido à sua habilidade de ser utilizada em todos os ramos da atividade econômica, assim como em praticamente todas as áreas do conhecimento científico.

A IA, contudo, é diferente das tecnologias de automação que a precederam. Conforme já mencionado, até então os efeitos tecnológicos sobre o trabalho se congregavam na discussão sobre a possibilidade de se automatizar atividades de rotina e de não-rotina. Já a IA fundamenta-se na utilização de máquinas inteligentes, fazendo previsões, recomendações ou influenciando ambientes reais ou virtuais. Escrito em outras palavras:

AI takes data and, (usually) using statistical models, generate predictions, decisions and recommendations. Importantly, AI can learn from its actions, and improve its predictions and recommendations over time. Noteworthy applications include credit long scoring

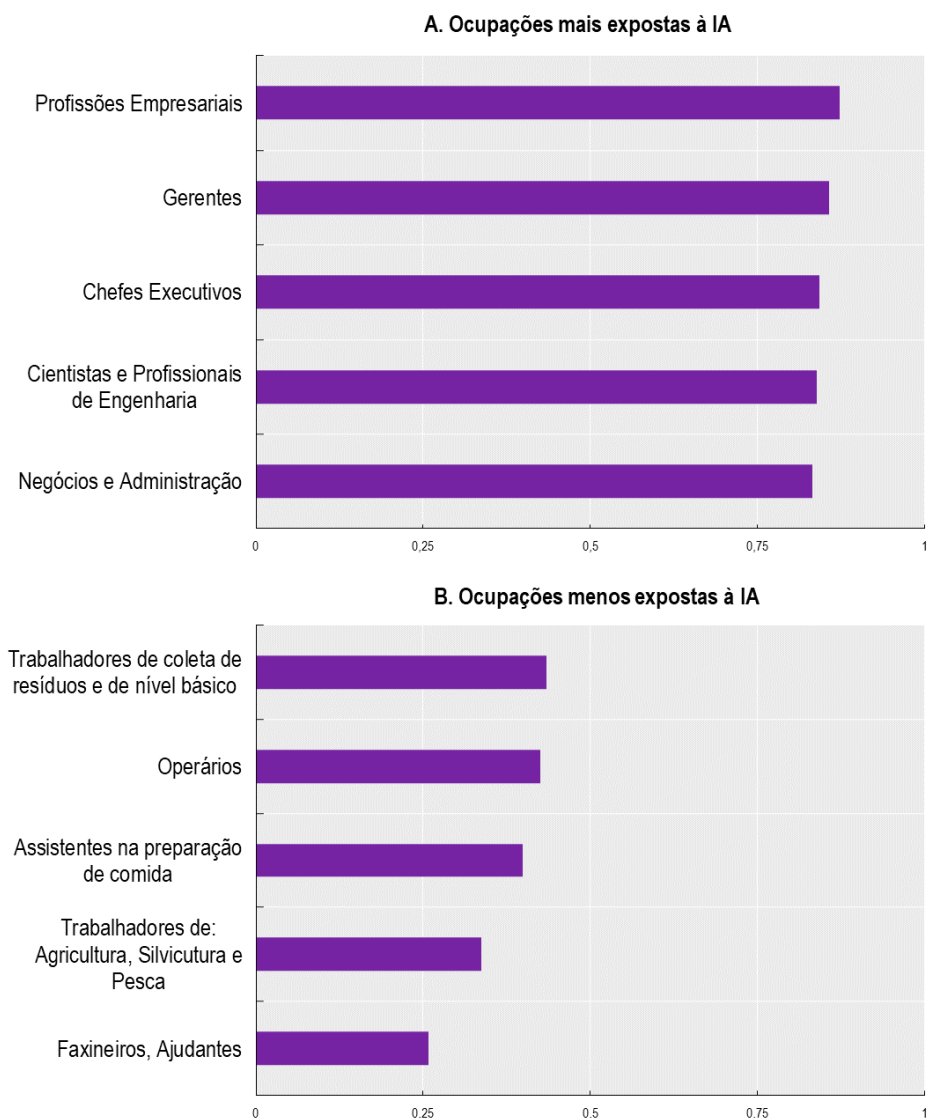
and lending, legal assistance and medical diagnosis. Previously, it was widely believed that humans had a comparative advantage over machines in these sorts of complex tasks, AI, however, may render the tasks more amenable to automation. (GREEN, 2023, p. 104) ²²

Esta constatação significa que o foco analítico sobre o impacto da IA na ocupação difere relativamente aos processos de inovações prévios, onde a automação recaía sobre as tarefas manuais, voltando-se, agora, para o exercício de *tarefas cognitivas* (BORDOT, 2022, p. 118). Ou seja, há uma diferenciação bastante nítida entre as ocupações rotineiras em risco de desemprego relativamente àquelas cognitivas, mais expostas a sofrer interfe-

rência da IA, conforme mostra a Figura 7 a seguir. O foco do risco de desemprego se deslocou da automação e robotização das atividades manuais rotineiras para aquelas que atuam utilizando a mente e a capacidade cognitiva.

Esta figura deixa claro que setores nos quais predominam atividades manuais, como por exemplo, agricultura, pesca, extrativismo, construção civil, manutenção e transportes, estão menos expostos à introdução da IA. Já tarefas administrativas que utilizam mais o conhecimento, a destreza mental, o intelecto, conhecimentos financeiros, habilidades médicas etc. sofrerão maior incidência da IA, aumentando, nestas áreas, o risco de desemprego.

Figura 7 - Ocupações Mais e Menos Expostas à IA



Nota: O eixo da figura indica a taxa de exposição, de modo que o máximo equivale a 1 e o mínimo a 0.

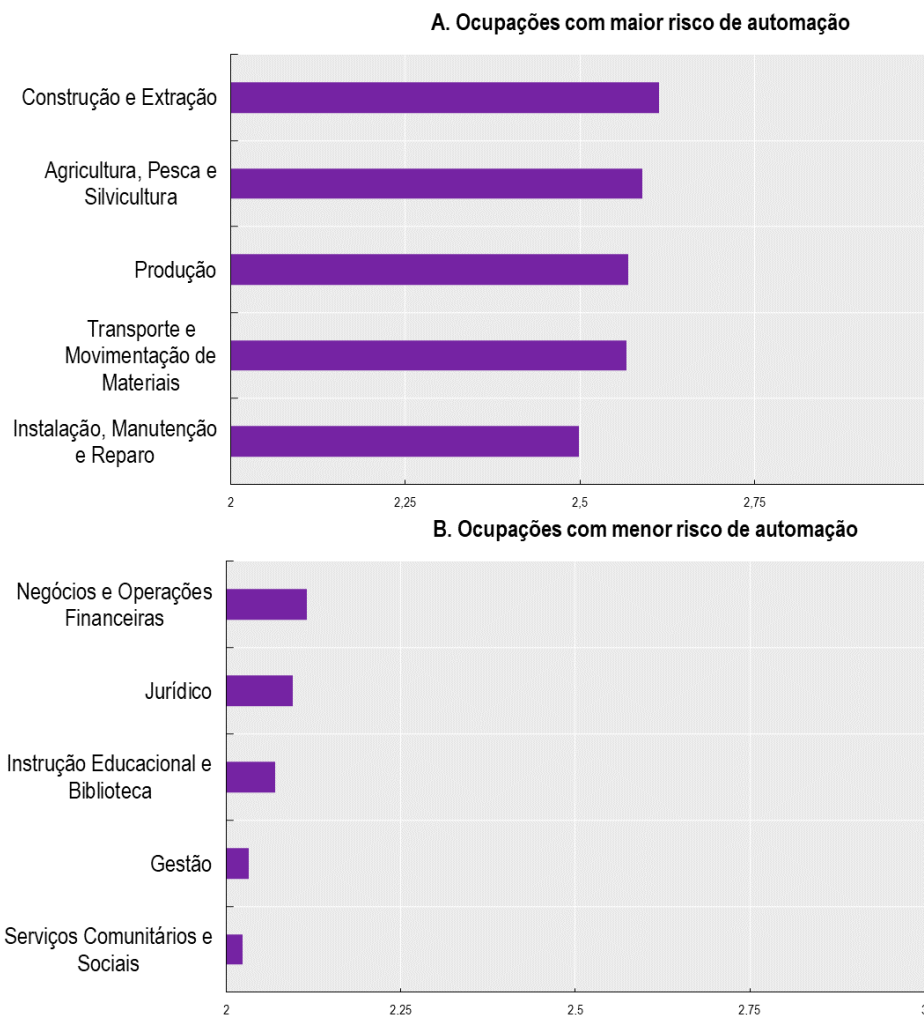
Fonte: Green (2023).

Outra forma de se observar o impacto da IA sobre o conjunto dos trabalhadores, relativamente ao desemprego, refere-se ao maior grau de exposição a essas máquinas entre trabalhadores mais bem-educados quando comparados àqueles de menor qualificação, conforme revela a Figura 8.

De fato, as ocupações de maior qualificação e/ou mais altamente educadas estão entre aquelas mais expostas à penetração da IA e, conseqüentemente, apresentam maior risco de sofrer algum tipo de desemprego.

Figura 8 - As Ocupações com o Maior e Menor Risco de Automação

Ocupações com maior e menor risco de automação incluindo IA e outras tecnologias de automação, 2021.



Nota: A escala é de 0-5 para todas as ocupações.

Fonte: Green (2023).

4.1.3. O Risco de Desemprego Devido à Incidência da IA: Resultados de Estudos Selecionados

Ainda que, historicamente, a IA não seja nova no mundo tecnológico, sua utilização acelerou-se a partir da década de 2010, conforme já mencionado. Desde então, o tema passou a ser amplamente investigado em termos de estudos e pesquisas procurando mos-

trar os impactos da IA sobre inúmeros aspectos, inclusive o risco de desemprego e/ou a criação de emprego.

Na impossibilidade de uma ampla resenha das evidências empíricas encontradas, selecionaram-se alguns textos, dentre os mais frequentemente citados na literatura, cujos resultados encontram-se no Quadro 1. O quadro é autoexplicativo, cabendo, porém, os seguintes comentários:

Parece claro que não se pode tirar uma conclusão cabal de que o impacto da IA, nas atividades nas quais ela incide com maior força, aumenta ou reduz o desemprego. Por exemplo, Acemoglu *et al.* (2022a e 2022b) realizaram amplos estudos e não encontraram evidência plausível de elevação do desemprego, acreditando, inclusive, na possibilidade de acréscimo do emprego. Já Bordot (2022) analisou o fenômeno para um significativo conjunto de países da OECD, chegando à conclusão de que a incidência da IA conduz ao desemprego. Há os que concluíram que o impacto se dá sobre a rotatividade da mão de obra (FOSSEN; SORGNER, 2022). Outros como Bessen (2017) dizem que nada se pode

concluir sem uma análise conjunta com a elasticidade da demanda pelo produto final.

Em resumo, parece não haver consenso, ou mesmo convergência, sobre o real impacto da IA no desemprego, onde ela incide. As razões para esta falta de uma conclusão mais assertiva podem ser atribuídas a fatores como o período relativamente recente em que a IA emergiu; as dificuldades de se criar metodologias de análise para avaliar uma nova realidade sobre risco de desemprego; e questões referentes a separar o que é devido exclusivamente à IA em relação a outros tipos de tecnologia como automação, digitalização e robotização.

Quadro 1 - Impacto da IA na Ocupação: Resultados de Textos Selecionados

Autor(es)	Ano de publicação	Resultado(s)
Bessen	2017	O número de ocupações pode aumentar após a implementação da IA, dependendo da elasticidade da demanda referente ao produto (após a automatização da produção).
Felten, Raj e Seamans	2019	A exposição à IA não gerou nenhum aumento no número de ocupações entres os anos de 2010 e 2016.
Georgiff e Hye	2021	Efeito positivo, mas não significativo do impacto da IA na geração de empregos nos países da OECD
Acemoglu <i>et al.</i>	2022a	1. Não observou-se nenhum impacto significativo da IA na geração de empregos nos E.U.A. entre 2010 e 2018. 2. Firms com maior exposição à IA reduziram o número de vagas para ocupações que não necessitam de conhecimento em IA.
Acemoglu <i>et al.</i>	2022b	1. A maior parte das firmas não alterou o seu nível de emprego após a adoção de tecnologias de automação 2. 26% das firmas que adotaram IA relataram um aumento do número de empregados, contra 10% destas firmas que relataram uma redução.
Bordot	2022	IA e robôs tendem a aumentar o desemprego
Fossen e Sorger	2022	Exposição à IA reduz a probabilidade de o indivíduo deixar o emprego
Hunt, Sakar e Warhurst	2022	1. IA está aumentando a rotatividade da mão de obra ("turnover"). 2. O impacto líquido da IA no emprego é inconclusivo.
Guliyev	2023	Relação inversa entre IA e desemprego. Observou-se que o "displacement effect" é validado para o caso da IA
Lane, Williams e Broecke	2023	A maior parte das firmas que adotaram IA dizem que a tecnologia não afetou o nível de emprego

Fonte: Elaboração dos autores.

4.2. A IA e a Produtividade do Trabalho

Se as consequências das características e da velocidade da introdução da IA nos processos produtivos deixam incertos os resultados sobre a ocupação em geral, isto também ocorre sobre seus impactos na produtividade do trabalho à luz da literatura atualmente conhecida. Os inúmeros estudos consultados mostram que “há mais calor do que luz”, sobre os reais impactos e ganhos de produtividade do trabalho humano.

Esta constatação aparece claramente no estudo de Brynjolfsson, Rock e Syverson (2017). Dois são os pontos principais de conclusão do artigo: (i) há um atraso entre o ganho de produtividade no trabalho e a implementação da tecnologia de IA; e (ii) as ferramentas

atuais de medição econômica devem ser atualizadas para melhor captar o efeito da IA em variáveis como produtividade, PIB e investimentos.

Both the AI investments and the complementary changes are costly, hard to measure, and take time to implement, and this can, at least initially, depress productivity as it is currently measured. (BRYNJOLFSSON; ROCK; SYVERSON, 2017, p. 34)

Nesta direção, o artigo de Gries e Naudé (2018) separa alguns estudos mostrando a existência de visões *otimistas* e *pessimistas*, reforçando, assim, a inconclusividade da literatura econômica quanto aos ganhos produtivos via adoção da IA. Essa dicotomia de resultados pode ser observada no Quadro 2:

Quadro 2 - Impacto da IA na Produtividade: Resultados de Textos Selecionados

Autores	Ano de publicação	Resultado(s)
Pessimistas		
Jones	2009	A dificuldade de pesquisadores saírem da atual barreira das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) é reflexo do ' <i>burden of knowledge</i> '.
Cowen	2016	A maior parte das novas tecnologias gera apenas impactos marginais no bem-estar, não há um grande salto.
Gordon	2018	1. As inovações nas (TIC) têm impacto marginal decrescente na produtividade. 2. O capital humano não está acompanhando o desenvolvimento tecnológico, reduzindo ainda mais a produtividade.
Otimistas		
Mokyr	2014 e 2018	1. Os ganhos do desenvolvimento das TIC são transferidos ao excedente do consumidor, sem que haja medição. 2. A Produtividade Total dos Fatores não é mais um bom método para avaliar as inovações.
Aghion <i>et al.</i>	2017	Os setores com os maiores ganhos de produtividade encolheram, reduzindo a produtividade média da economia.
Syverson	2017	Não há subestimação do impacto das novas tecnologias na economia.
Brynjolfsson, Rock e Syverson	2017	Há um atraso entre a implementação da tecnologia e seu impacto produtivo.

Fonte: Elaboração dos autores, com base em Gries e Naudé (2018).

Existem ainda outros estudos que revelam conclusões na direção da falta de convergência sobre os efeitos da IA na produtividade. Entre os resultados encontrados por Acemoglu e Rastrepo (2018) estão: (i) caso não haja alguma força de contrabalanceamento do efeito de deslocamento das ocupações haverá perda de produtividade; (ii) há ganhos produtivos da implementação da IA, principalmente nas tarefas que já haviam sido automatizadas, pois isto aumenta o potencial de crescimento da produtividade; (iii) a automatização excessiva de tarefas – via IA e *Deep Learning* – gera uma redução da produtividade; e, (iv) se houver *mismatch* entre as habilidades ofertadas e as demandas no mercado de trabalho, a implementação da IA terá efeito de redução da produtividade. Em suas palavras:

Second our analysis highlighted the negative consequences of a shortage of skills for realizing the productivity gains from automation and for inequality. In practice, the problem may be workers acquiring the wrong types of skills rather than a general lack of skills. (ACEMOGLU; RASTREPO, 2018, p. 33)

Em outro estudo, Acemoglu e Rastrepo (2019) afirmam acerca da produtividade que: (i) a reinserção dos indivíduos – que tiveram suas ocupações substituídas por IA – acaba gerando um acréscimo positivo na produtividade; (ii) os ganhos de produtividade serão ga-

rantidos no longo prazo por meio de reformas estruturais da atual conjuntura econômica – sendo exemplos as políticas públicas, a competitividade, as habilidades, as instituições, as pesquisas etc.; (iii) a automatização acelerada sem a criação de novas ocupações incorrerá na estagnação da demanda por trabalho, que, por sua vez, poderá levar a uma redução da produtividade.

Automation, by creating a displacement effect, shifts the task content of production against labor, while the introduction of new tasks in which labor has a comparative advantage improves it via the reinstatement effect. (ACEMOGLU; RASTREPO, 2019, p. 27).

Os autores destacam, também, que o cenário dos baixos ganhos no nível de produtividade é explicado como consequência da automação de tarefas que já apresentavam um alto rendimento.

A possibilidade de recolocação do trabalhador no mercado de trabalho (*Job Matching*) pode, também, ter impactos na produtividade do trabalho. Esses autores apontam, também, o princípio do “*skill mismatch*” como possível consequência para os reduzidos ganhos produtivos observados nas firmas após a implementação da IA. O descasamento entre as habilidades ofertadas pelos trabalhadores e as habilidades demandas para operar as novas ferramentas tecnológi-

cas levam a uma ociosidade da capacidade produtiva das firmas, reduzindo, desta forma, sua produtividade.

O risco social do “*mismatch*” de habilidades – caso o setor de educação não venha a se adaptar às novas capacitações exigidas – vem atrelado ao reforço de fenômenos sociais negativos como a desigualdade social, uma vez que a inserção dos indivíduos no mercado de trabalho pós-IA será cada vez mais difícil.

Evidence linking automation of many low-skilled occupations to wage inequality, labour market polarization and the ongoing decline in manufacturing jobs is interpreted as support for the claim that workers are falling behind in the race against the machine. (BAKHSHI *et al.*, 2017, p. 22)

4.3. Como a IA Afeta o Job Matching?

O termo “*Job Matching*” significa, no jargão de mercado de trabalho, o “casamento entre uma vaga oferecida e um trabalhador adequado”, ou seja, o *Job Match* é o fenômeno do mercado de trabalho no qual o candidato a uma vaga encontra uma oportunidade de seu interesse, e o empregador encontra um candidato à vaga que lhe seja, também, interessante. Caso ambos os lados – empregador e candidato – apresentem interesse mútuo, e

após rodadas de negociação, pode ser que haja um contrato de trabalho.

O ‘casamento’ entre interesses é de importância fundamental para o bom funcionamento do mercado de trabalho, sendo este um dos fatores de influenciam o nível de desemprego. Quanto maior for o custo para realizar essa conversão de objetivos, maior será o tempo que o candidato estará desempregado.²³

Igualmente importante é a qualidade destas correspondências, já que havendo uma baixa qualidade haverá um incentivo por ambas as partes de se buscar uma correspondência alternativa, potencializando a rotatividade do trabalho, cujo fenômeno afeta negativamente tanto as firmas quanto os próprios trabalhadores, com implicações adversas para a formação do capital humano.

Como em qualquer outro mercado, o processo de *Job Matching* sofre com fricções: assimetria de informações, discriminações, o viés de seleção, além de ser custoso e vagaroso para seus participantes. Entretanto, o avanço tecnológico da automatização, como a implementação da IA, aponta na direção de redução destas fricções:

These tools claim they can bring: efficiencies and cost savings, faster and better quality using larger applicant pools, as well as ways of improving diversity and addressing

human bias and discrimination. (BROECKE, 2023a, p. 9).

O contingente de trabalhadores que aplicam para uma vaga de trabalho, regra geral, é crescente, e a utilização da IA permite que as firmas possam analisar mais rapidamente, e com maior precisão, os dados de todos aqueles que se candidatam para suas vagas. O tratamento deste grande número de informações é de complexidade elevada, sendo muito desgastante e quase impossível de ser executada pelas áreas tradicionais de recursos humanos das empresas.²⁴

A implementação da IA nas plataformas digitais que buscam otimizar os *matches* – um exemplo sendo o *Linkedin* – pode trazer resultados extremamente positivos quanto ao *Job Matching*, auxiliando a promover uma redução do viés humano na seleção dos candidatos. Estima-se que estas plataformas serão responsáveis por um total de 72 milhões de empregos adicionais, gerando um acréscimo de 2% ao PIB mundial até 2025. (MANYIKA *et al.*, 2015).

As evidências sinalizam também que, em decorrência da implementação da IA nos processos seletivos de emprego, os candidatos gastarão menos tempo nas burocracias que envolvem as escolhas, podendo, então, utilizar este novo tempo disponibilizado para garantir que a correspondência seja de boa qualidade. Isto tende a diminuir ainda

mais as fricções do mercado, aumentando a qualidade geral dos *matches* e possibilitando a redução da rotatividade da mão de obra no mercado de trabalho, trazendo, assim, impactos positivos para todos os participantes da relação de emprego.

No que diz respeito aos vieses e discriminações na seleção de candidatos, a IA tem a capacidade de ser programada e/ou treinada para que, na realização de correspondências entre as vagas e os candidatos, não haja uma exclusão ou menor favorecimento quanto aos indivíduos pertencentes a determinados subgrupos sociais.

Deste modo, a implementação desta tecnologia pode ser uma importante ferramenta para garantir um processo seletivo mais justo possível. A IA utilizada em plataformas de combinações de vagas e candidatos de empregos acaba por garantir um maior número de contratações de candidatos pertencentes a grupos sociais sub-representados. (COWGILL, 2020).

Entre as principais críticas quanto à aplicação dessa tecnologia para *Job Matching* destaca-se a falta de transparência do funcionamento da IA, de modo que não se sabe exatamente quais as condições e processos que levaram à decisão da *máquina*. Nesse sentido, é necessário cuidado quanto ao próprio viés humano presente no código fonte das máquinas, o qual pode

potencializar a perpetuação de discriminações sociais através da IA dificultando a eliminação desses problemas.²⁵

Outro aspecto relevante é que a implementação dessa nova tecnologia para aprimorar o *Job Matching* ainda não é amplamente difundida no mercado de trabalho por conta de duas principais barreiras. A primeira refere-se à falta de treinamento dos profissionais que usufruirão desta ferramenta, o que tende a limitar bastante sua eficiência. A segunda é justamente a barreira tecnológica, em decorrência das dificuldades de se trabalhar com processos que podem conter ainda algum tipo de viés:

So far, these systems still seem to be far from perfect and riddled with biases, as anyone who has used them can confirm. (ERNST; MEROLA; SAMAAAN, 2018, p. 17).

De qualquer forma, a substituição total de humanos no processo de

Job Matching é improvável, tanto no curto quanto no longo prazo. Isso se deve à grande importância da interação humana em etapas de entrevistas, quando a IA carece de habilidades inatas para realizar um julgamento correto quanto ao candidato, além da dificuldade da coleta, interpretação e segurança de dados. No atual estado das artes tecnológicas e da ciência computacional, há um consenso de que ainda é necessária a supervisão humana quanto às decisões tomadas pela IA com relação ao casamento entre vagas e candidatos.

4.4. A IA Demandará Novas Habilidades no Mercado de Trabalho

Os treinamentos e capacitações mais imediatas têm como alvo principal os grupos de ocupações relacionadas a *softwares*, cognição, interações sociais, gerenciamento de projetos e de pessoas, as quais por apresentarem um elevado po-

tencial de complementaridade com a IA acabam, conseqüentemente, configurando o grupo de profissões mais expostas a esta tecnologia (ALEKSEEVA *et al.*, 2021).

Assim sendo, a demanda do mercado de trabalho, posterior à implementação de IA, será direcionada às áreas onde a atuação da tecnologia é limitada, ou seja, onde ela não consegue atuar com tanta precisão, principalmente nas tarefas relacionadas às habilidades cognitivas avançadas – associadas à resolução de problemas, habilidades sociais e de organização (LANE; SAINT-MARTIN, 2021).

Dentre os impactos dessa tecnologia no mercado de trabalho o Quadro 3, a seguir, destaca quais as principais habilidades de IA demandadas pelas firmas, sinalizando os principais objetivos dos novos treinamentos profissionais no mercado de trabalho.

Quadro 3 - Habilidades Necessárias na Era da IA

	Tipos de habilidades	Exemplos
Habilidades para o desenvolvimento e manutenção de sistemas de IA	Habilidades de IA especializadas	Conhecimento geral de IA (como <i>Machine Learning</i>).
		Conhecimento específico de modelos de IA (" <i>decision trees</i> ", " <i>deep learning</i> ", " <i>neural network</i> ", " <i>random forest</i> ", etc.).
		Ferramentas de IA (" <i>tensorflow</i> ", " <i>pytorch</i> ", etc.).
		Softwares de IA (" <i>java</i> ", " <i>gradle</i> ", " <i>galaxy cluster</i> ", etc.).
	Habilidades da ciência de dados	Análise de dados.
		Software.
		Linguagens de programação, em particular <i>Python big data</i> .
		Visualização de dados.
	Outras habilidades cognitivas	Computação em nuvem.
		Resolução criativa de problemas.
Habilidades transversais	Habilidades sociais.	
	Habilidades de gestão.	
Habilidades para adotar, usar e interagir com as aplicações de IA	Conhecimento elementar de IA	Princípios de <i>Machine Learning</i> .
	Habilidades digitais	Habilidade de utilizar computadores ou um <i>smartphone</i> .
	Outras habilidades cognitivas	Habilidades analíticas.
		Resolução de problemas.
		Pensamento crítico.
		Julgamentos.
	Habilidades transversais	Criatividade.
		Comunicação.
		Trabalho em equipe.
		Multitarefa.

Fonte: Lassebie (2023).

Referente a este quadro cabem os seguintes comentários relativamente às habilidades exigidas pelo mercado de trabalho, as quais podem ser segmentadas em dois grupos majoritários: (i) manutenção dos sistemas de IA e (ii) uso e interação com IA no trabalho. Destaca-se, também, que as habilidades demandadas para o manuseio correto das ferramentas tecnológicas são a educação tecnológica – conhecimento de conceitos básicos e aplicações – e a capacidade cognitiva.

Dentro do grupo de desenvolvimento da IA pode-se segmentar a atuação futura dos profissionais em três categorias principais de ocupações, sendo: os "*trainers*" profissionais encarregados de treinar as IA, os "*explainers*" responsáveis por apresentar as explicações acerca dos resultados apresentados pelas IA para os consumidores e os "*sustainers*", aqueles incumbidos de monitorar a performance da IA, assegurando, assim, um funcionamento ético (ACEMOGLU; RASTREPO, 2018; LANE; SAINT-MARTIN, 2021).

This will not only mean acquiring AI-related skills, but also acquiring skills in areas that AI cannot perform so

well, such as creative and social intelligence, reasoning, skills and dealing with uncertainty. (LANE; SAINT-MARTIN, 2021, p. 9)

O relatório do World Economic Forum (2023) sobre o futuro do trabalho aponta que, até o ano de 2027, o treinamento para aquisição de novas habilidades no mercado de trabalho não será necessário para 39% da força de trabalho, ou seja, 61% de todos os indivíduos dentro do mercado de trabalho necessitarão de algum tipo de treinamento nos próximos quatro anos.

Este mesmo relatório informa que para os integrantes da força de trabalho, no decorrer dos próximos anos, 16% dos participantes receberão treinamento até o ano de 2027, 12% necessitarão de treinamento que não ficará disponível – não existirá –, até 2027, 15% necessitarão de treinamento que será inacessível no futuro e 18% terão sido treinados e reinseridos em seus respectivos cargos até o ano de 2027.

In the next five years, AI and big data will comprise more than 40% of the technology training programmes

undertaken in surveyed companies operating in the United States, China, Brazil and Indonesia. (WORLD ECONOMIC FORUM, 2023, p. 46)

5 Síntese Conclusiva

Este artigo realizou uma resenha da literatura recente referente à evolução da IA, contemplando, principalmente, os elementos históricos e trabalhistas.²⁶ Embora não se questione o enorme avanço que a IA representa como progresso tecnológico da humanidade, perduram, ainda, muitas dúvidas sobre seus reais benefícios, especialmente com relação ao mercado de trabalho e aos ganhos sociais dela resultantes.

A vasta bibliografia consultada, quando observada sob uma perspectiva mais ampla, parece indicar que se está produzindo, ainda, *“mais calor do que luz”* relativamente aos custos e benefícios da IA em praticamente todos os temas investigados. O potencial e os benefícios da IA parecem inegáveis, mas os inúmeros riscos e efeitos adversos que acompanham sua rápida disseminação precisam ser rapidamente controlados.

Em termos específicos, as conclusões mais importantes que emanam da resenha realizada são os seguintes:

1) Em termos históricos, existe um consenso de que o advento re-

cente da IA nada mais representa do que a continuação de um longo processo de automação que acompanha o desenvolvimento da humanidade. Ela difere das tecnologias anteriores porque se aproxima muito da inteligência humana, ameaçando, para alguns, tornar rapidamente obsoleto o trabalho humano, pois a IA tem o potencial de penetrar em praticamente todos os domínios da atividade produtiva;

2) Sob a ótica do mercado de trabalho haverá uma drástica mudança de paradigma na questão do desemprego. O foco do risco de desemprego se deslocará da automação e robotização das atividades manuais rotineiras para aquelas tarefas que atuam utilizando a mente, o raciocínio e a capacidade cognitiva. De fato, as ocupações de maior qualificação e/ou mais altamente educadas estão entre aquelas mais expostas à penetração da IA no mercado de trabalho e, conseqüentemente, apresentam um maior risco de sofrer algum tipo de desemprego;

3) Os estudos empíricos recentes, contudo, são conflitantes com relação ao impacto no desemprego devido à penetração da IA: alguns indicam aumento enquanto outros mostram diminuição, deixando inconclusivo o real impacto da IA no desemprego. Isto pode estar ocorrendo: (i) porque a adoção da IA ainda é relativamente baixa; (ii) em ra-

zão de as empresas confiarem mais no ajustamento voluntário da força de trabalho; ou (iii) até mesmo pela inexistência de ferramentas adequadas para medir corretamente o impacto da IA no desemprego;

4) Aparentemente, a literatura tem mostrado que o maior impacto não é na quantidade, mas sim na qualidade das ocupações que decorrem da penetração da IA, nas várias áreas e setores da sociedade. Inúmeros relatos advindos dos trabalhadores e dos empresários indicam que a IA tem grande potencial para reduzir o tédio e a periculosidade de inúmeras tarefas, promovendo maior segurança no ambiente de trabalho;

5) Do ponto de vista conceitual, parece claro que a IA tem um grande efeito potencial para trazer impactos positivos para a elevação da produtividade do trabalho. Os estudos consultados, contudo, não indicam que isto está ocorrendo no atual estágio da IA. Em parte, isto se deve à não existência de novas ferramentas de medição econômica que possam captar, na plenitude, o impacto na produção. Alguns autores, porém, acreditam que existe um atraso entre o ganho de produtividade no trabalho e a implementação da tecnologia da IA.

Apesar de haver uma percepção positiva do salto tecnológico trazi-

do pelo avanço da IA, existe certo desconforto com a velocidade com que ela vem avançando (muito mais rapidamente que as tecnologias prévias), deixando bastante incertas as implicações para a economia e para sociedade sob as mais diversas óticas. Enquanto os processos de automação e robotização se concentravam em certos setores, a IA tem a capacidade de penetrar em todos os âmbitos e atingir todas as ocupações, em especial as de cunho cognitivo. Isto representa um alerta para que os governos e formuladores de política tentem antever o avanço da IA e tomem ações preventivas para controlar seus efeitos adversos.

Ao se questionar uma máquina capacitada em IA quanto às suas consequências no mercado de trabalho, ela própria forneceu a seguinte resposta:

The impact of AI on workers is likely to be both positive and negative. On the positive side, AI can automate tasks, which can increase efficiency and productivity, and free up workers to focus on more creative and higher-level tasks. This can lead to new job opportunities and higher wages for workers with necessary skills to take advantage of the new technologies. On the negative side, AI can also lead to job displacement as machines and algorithms take over tasks that were previously performed by humans. This could lead to a decline in wages and employment

opportunities for certain types of workers. (BROECKE, 2023b, p. 94)

Observa-se que os impactos dessa tecnologia no mercado de trabalho e na sociedade são de tamanha complexidade que nem mesmo as próprias “Inteligências Artificiais” são capazes de identificá-los por completo.

Referências

- ACEMOGLU, D.; RASTREPO, P. Artificial intelligence, automation and work. **NBER Working Paper**, n. 24196, 2018.
- _____. Automation and new tasks: how technology displaces and reinstates labor. **Journal of Economic Perspectives**, v. 33, n. 2, p. 3-30, 2019.
- ACEMOGLU, D. *et al.* Artificial intelligence and jobs: evidence from online vacancies. **Journal of Labour Economics**, v. 40, n. S1, 2022a.
- ACEMOGLU, D. *et al.* Automation and the workforce: a firm-level view from the 2019 Annual Business Survey. **National Bureau of Economic Research**, 2022b.
- AGHION, P.; JONES, B.; JONES, C. Artificial Intelligence and Economic Growth. **NBER Working Paper**, n. 23928, 2017.
- ALEKSEEVA, L. *et al.* The demand for AI skills in the labor market. **Elsevier Labour Economics**, v. 71, 2021.
- ALGORITHM. In: Cambridge Dictionary, 2023. Disponível em: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/algorithm>. Acesso em: 7 nov. 2023.
- ANYOHA, R. The history of artificial intelligence. **Harvard University Graduate School of Arts and Sciences Blog**, 2017. Disponível em: <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>. Acesso em: 20 jul. 2023.
- ARNTZ, M.; GREGORY, T.; ZIERAHN, U. The risk of automation for jobs in OECD Countries: a comparative analysis. **OECD Social, Employment and Migration Working Papers**, n. 189, 2016a. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>. Acesso em: 9 out. 2023.
- _____. Digitization is unlikely to destroy jobs, but may increase inequalities. **World Bank Blogs**, 2016b. Disponível em: <https://blogs.worldbank.org/jobs/digitization-unlikely-destroy-jobs-may-increase-inequalities>. Acesso em: 20 out. 2023.
- ASSUMPÇÃO, J. C. Deep Blue usa jeitinho para bater humano. **Folha de São Paulo**, maio 1997.
- BAKSHI, H. *et al.* The future of skills employment 2030. **Pearson and Nesta**, 2017.
- BARRAT, J. **Our final invention: artificial intelligence and the end of the human era**. New York: St. Martin's Press, 2013.
- BESSEN, J. E. AI and jobs: the role of demand. **Boston University School of Law, Law & Economics Paper**, n. 17-46, 2017.
- BORDOT, F. Artificial intelligence, robots and unemployment: evidence from OECD Countries. **Journal of Innovation Economics & Management**, n. 37, p. 117-138, 2022.
- BROECKE, S. Artificial intelligence and labour market matching. **OECD Social, Employment and Migration Working Papers**, n. 284, 2023a. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1787/2b440821-en>. Acesso em: 21 jul. 2023.
- _____. Artificial intelligence and the labour market: introduction. In: BASSANINI, A.; BROECKE, S. (Org.). **OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market**, OECD Publishing, p. 93-101, 2023b.
- BRYNJOLFSSON, E.; ROCK, D.; SYVERSON, C. Artificial intelligence and the modern productivity paradox: a clash of expectations and statistics, **NBER Working Paper**, n. 24001, 2017. Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w24001>. Acesso em: 6 out. 2023.

- CHAHAD, J. P. Z. Desemprego tecnológico: fim dos empregos? **Informações Fipe**, n. 443, p. 14-19, ago. 2017. Disponível em: <https://downloads.fipe.org.br/publicacoes/bif/bif443.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2023.
- CHAHAD, J. P. Z.; GOLLO, A. C. O Futuro do Trabalho: Demografia, Ocupação e Qualidade do Emprego. **Informações Fipe**, n. 471, p. 21-35, 2019. Disponível em: <https://downloads.fipe.org.br/publicacoes/bif/bif471.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2023.
- COWEN, T. Is innovation over? The case against pessimism. **Foreign Affairs**, 2016.
- COWGILL, B. **Bias and productivity in humans and algorithms: theory and evidence from résumé screening**. Columbia University, 2020.
- DONEPUDI, P. K.; AHMED, A. A. A.; SAHA, S. Emerging market economy (EME) and artificial intelligence (AI): consequences for the future of jobs. **PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology**, v. 17, n. 6, p. 5562-5574, 2020. Disponível em: <https://archives.palarch.nl/index.php/jae/article/view/1829>. Acesso em: 23 ago. 2023.
- ERNST, E.; MEROLA, R.; SAMAAAN, D. The economics of artificial intelligence: implications for the future of work. **ILO Future of Work Research Paper Series**, n. 5, 2018.
- FELTEN, E. W.; RAJ, M.; SEAMANS, R. The occupational impact of artificial intelligence: labor, skills, and polarization, **NYU Stern School of Business**, 2019.
- FOSSEN, F.; SORGNER, A. New Digital technologies and heterogeneous wage and employment dynamics in the United States: evidence from individual-level data. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 175, p. 121381, 2022.
- FREY, C. B.; OSBORNE, M. A. The future of employment: how susceptible are jobs to computerization? **Oxford Martin Programme on Technology and Employment**, 2013.
- FUTURE OF LIFE INSTITUTE. Pause giant AI experiments: an open letter. **Future of Life Institute**, 2023. Disponível em: <https://futureoflife.org/open-letter/pause-giant-ai-experiments/>. Acesso em: 9 nov. 2023.
- GEORGIEFF, A.; HYEE, R. Artificial intelligence and employment: new cross-country evidence. **OECD Publishing**, n. 265, 2021.
- GORDON, R. Why Has Economic Growth Slowed When Innovation Appears to be Accelerating? **NBER Working Paper**, n. 24554, 2018.
- GPT. In: Cambridge Dictionary, 2023. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english/gpt>. Acesso em: 9 nov. 2023.
- GREEN, A. Artificial intelligence and jobs: No signs of slowing labour demand (yet). In: BASSANINI, A.; BROECKE, S. (Org.). **OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market**, OECD Publishing, p. 102-127, 2023.
- GREENEMEIER, L. AI versus AI: Self-Taught AlphaGo Zero Vanquishes Its Predecessor. **Scientific American**, 18 out. 2017. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/ai-versus-ai-self-taught-alpha-go-zero-vanquishes-its-predecessor/>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- GRIES, T.; NAUDÉ, W. Artificial intelligence, jobs, inequality and productivity: Does aggregate demand matter? **IZA Institute of Labor Economics**, 2018.
- GULIYEV, H. Artificial Intelligence and unemployment in high-tech developed countries: New insights from dynamic panel data model. **Research in Globalization**, v. 7, 100140, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2023.100140>. Acesso em: 9 out. 2023.
- HUNT, W.; SARKAR, S.; WARHURST, C. Measuring the impact of AI on jobs at the organization level: lessons from a survey of UK business leaders. **Research Policy**, v. 51/2, 104425, 2022.
- JONES, B. The Burden of knowledge and the death of renaissance man: is innovation getting harder? **Review of Economic Studies**, v. 76, n. 1, p. 283-317, 2009.
- KEYNES, J. M. Economic possibilities for our grandchildren. **Essays in Persuasion**, 1932.
- KÖKUTI, T. Artificial intelligence in a transforming labour market – new skills are needed? **Journal of Recycling Economy & Sustainability Policy**, v. 2, n.1, p. 21-27, 2023.
- KORINEK, A.; STIGLITZ, J. E. Artificial intelligence and its implications for income distribution and unemployment. In: AGRAWAL, A.; GANS, J.; GOLDFARB, A. (Org.). **The Economics of Artificial Intelligence an Agenda**. University of Chicago Press, p. 349-390, 2019.
- LANE, M.; SAINT-MARTIN, A. The impact of Artificial Intelligence on the labour market: what do we know so far? **OECD Social, Employment and Migration Working Papers**, n. 256, 2021. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1787/7c895724-en>. Acesso em: 22 ago. 2023.
- LANE, M.; WILLIAMS, M.; BROECKE, S. The impact of AI on the workplace: main findings from OECD AI surveys of employers and workers. **OECD Social, Employment and Migration Papers**, n. 288, 2023.
- LASSEBIE, J. Skills needs and policies in the age of artificial intelligence. In: BASSANINI, A.; BROECK, S. (Org.). **OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market**, OECD Publishing, p. 155-181, 2023.
- LEONG, C. Technology & Recruiting 101: how it works and where is going. **Strategic HR Review**, v. 17.1, p. 50-52, 2018.
- LINKEDIN. Global recruiting trends 2017: what you need to know about the state of talent acquisition. **LinkedIn Talents**, 2017. Disponível em: <https://business.linkedin.com/content/dam/me/business/en-us/talent-solutions/resources/pdfs/linkedin-global-recruiting-trends-report.pdf>. Acesso em: 4 out. 2023.
- MALSEJ, N. et al. The AI Index 2023 Annual Report. **AI Index Steering Committee - Stanford University - Institute for Human-Centered AI**, 2023.

- MANNING, C. Artificial intelligence definitions. **Stanford University – Human Centered Artificial Intelligence**, 2020.
- MANYIKA, J. et al. A labor market that works: connecting talent with opportunity in the digital age. **Mckinsey Global Institute**, 2015. Disponível em: https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/employment%20and%20growth/connecting%20talent%20with%20opportunity%20in%20the%20digital%20age/mgi%20online%20talent_a_labor_market_that_works_executive_%20summary_june%202015.pdf. Acesso em: 3 ago. 2023.
- MCCORDUCK, P. A. The history of artificial intelligence. **IJCAI-77**, v. 2, p. 951-954, 1977.
- MICROSOFT. O que é um chatbot? **Microsoft Power Virtual Agents**, 2021. Disponível em: <https://powervirtualagents.microsoft.com/pt-br/what-is-a-chatbot/>. Acesso em: 28 ago. 2023.
- MOKYR, J. Secular stagnation? Not in your life. In: TEULINGS, C.; BALDWIN, R. **Secular Stagnation: Facts, Causes and Cures**. CEPR, p. 83-90, 2014. Disponível em: <https://voxeu.org/content/secular-stagnation-facts-causes-and-cures>. Acesso em: 30 out. 2023.
- _____. The past and the future of innovation: some lessons from economic history. **Explorations in Economic History**, v. 69, p. 13-26, 2018.
- NORDHAUS, W. D. Are we approaching an economic singularity? Information Technology and the Future of Economic Growth. **American Economic Journal: Macroeconomics**, v. 13, n. 1, p. 299-233, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1257/mac.20170105>. Acesso em: 07 nov. 2023.
- OECD. Artificial intelligence in society. **OECD Publishing**, 2019a. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/eedfee77-en>. Acesso em: 20 jul. 2023.
- _____. Recommendation of the council on artificial intelligence. **OECD/LEGAL/0449**, 2019b.
- OECD.AI. AI research publications time series by country. **The OECD Artificial Intelligence Policy Observatory**, 2023. Disponível em: <https://oecd.ai/en/data?selectedArea=ai-research&selecteVisualization=ai-publications-time-series-by-country>. Acesso em: 23 ago. 2023.
- OFFICE OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY. Artificial intelligence and the future of teaching and learning: insights and recommendations. **U.S. Department of Education**, 2023.
- REGONA, M. et al. Opportunities and adoption challenges of AI in the construction industry: a PRISMA Review. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 8, n. 45, 2022.
- RIFKIN, J. N. **O fim dos empregos: o contínuo crescimento do desemprego em todo o mundo**. São Paulo: Makron Books, 1995.
- ROLLINGS, M. The history and evolution of artificial intelligence: a journey through time. **LinkedIn**, 2023. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/history-evolution-artificial-intelligence-journey-mark>. Acesso em: 24 jul. 2023.
- SAES, F. A. M.; SAES, A. M. **História econômica geral**. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2013.
- SMITH, C. et al. **The History of artificial intelligence**. University of Washington, 2006. Disponível em: <https://courses.cs.washington.edu/courses/csep590/06au/projects/history-ai.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2023.
- SOURCE CODE. In: **Cambridge Dictionary**, 2023. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english/source-code>. Acesso em: 14 nov. 2023.
- SYVERSON, C. Challenges to mismeasurement explanations for the US productivity slowdown. **Journal of Economic Perspectives**, v. 31, n. 2, p. 165-186, 2017.
- TABLEAU. The ultimate guide to artificial intelligence (AI): definition, how it works, examples, history, & more. **Tableau**, 2023. Disponível em: <https://www.tableau.com/data-insights/ai/what-is>. Acesso em: 21 ago. 2023.
- TURING, A. M. Computing machinery and intelligence. **Mind**, v. 59, n. 236, p. 433-460, 1950.
- UNEMPLOYMENT. In: **Britannica Money, Encyclopaedia Britannica**, 2023. Disponível em: <https://www.britannica.com/money/unemployment>. Acesso em: 9 nov. 2023.
- US-EU TRADE AND TECHNOLOGY COUNCIL JOINT STATEMENT. The impact of artificial intelligence on the future of workforces in the European Union and the United States of America. **The White House**, 2022. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/12/TTC-EC-CEA-AI-Report-12052022-1.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2023.
- WORLD ECONOMIC FORUM. Future of Jobs Report 2023. **World Economic Forum**, 2023. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023/>. Acesso em: 30 ago. 2023.

1 A seção 2 trará uma história sucinta da evolução da IA.

2 O *ChatGPT* tem como fundamento tecnológico o sistema GPT (*Generative Pre-Trained Transformer*), cuja definição pelo Cambridge Dictionary é: “*GPT is a natural language system that can be used to answer questions, translate languages, and generate text in response to a prompt.*” (GPT, 2023)

3 Destaca-se a carta pública do Instituto do Futuro da Vida (*Future of Life Institute*), na qual se apelava para uma interrupção momentânea do desenvolvimento do *ChatGPT* para que houvesse a criação de regulações à IA. Mais detalhes em Future of Life Institute (2023).

4 Conforme o próprio título demonstra, o artigo completo faz uma resenha mais ampla contendo outros tópicos, os quais serão apresentados na Parte II deste artigo, a ser publicada no próximo número deste Boletim.

- 5 Outros tipos de publicações (20,0%) foram *Livros, Capítulos de Livros* e textos das mais variadas modalidades. Ver Malsej *et al.* (2023).
- 6 De acordo com o Cambridge Dictionary, *algoritmo* se define como: “*a set of mathematical instructions or rules that, especially if given to a computer, will help to calculate the answer to a problem.*” (ALGORITHM, 2023). Especificamente com relação à IA, Manning (2020) afirma que: “*An algorithm lists the precise steps to take, such as a person writes in a computer program. AI systems contain algorithms, but often just for a few parts like learning or reward calculation method.*”
- 7 Existe muita sobreposição entre os termos IA e ML. De forma simplificada, a IA está majoritariamente preocupada com a geração de programas que envolvem atividades de “pensamento”, enquanto a ML tem a preocupação com o treinamento e aprendizado de máquinas para realizarem programas e tarefas específicas. Ver Tableau (2023).
- 8 O leitor interessado em ver a dimensão da IA no setor educacional deve consultar, entre outros, Office of Educational Technology (2023).
- 9 Os resultados da busca da definição de IA nos termos recomendados pelo grupo de especialistas da OECD transformaram-se na *OECD Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*. Para mais detalhes, ver OECD (2019b).
- 10 Termo consagrado em inglês para se referir aos processamentos que cercam a análise de gigantescas bases de dados, sendo inviável a interpretação dos dados sem que haja um tratamento prévio.
- 11 Para o leitor interessado no conteúdo deste teste (jogo), recomenda-se a leitura do texto original de Turing (1950).
- 12 “*Dartmouth Summer Research Project*” foi o evento seminal organizado na Universidade de Dartmouth, no qual se criou o campo de pesquisa de IA.
- 13 OECD (2019a, p. 20). O termo “*AI Winter*”, traduzido para “*Inverno da IA*”, nada mais foi que uma nomenclatura emprestada do temido “*Inverno Nuclear*”, o qual, durante o período da Guerra Fria, ocupava o imaginário de grande parte da população como sendo o responsável pela extinção da humanidade.
- 14 Go é um jogo de tabuleiro estratégico chinês, cujo objetivo dos jogadores é cercar mais territórios do que o seu oponente. Trata-se de um jogo muito mais complexo e difícil de prever do que o jogo de xadrez.
- 15 *Chatbot* é um termo em inglês expresso pela junção das palavras *conversa (chat)* e *robô (robot)*, em que *bot* é a abreviação da palavra. A Microsoft (2021) define *chatbot* como: “*[...] um aplicativo de software que é usado para interagir em conversas humanas de forma natural.*” (Tradução livre dos autores).
- 16 OpenAI é a empresa norte-americana de tecnologia responsável pelo desenvolvimento do *ChatGPT*.
- 17 As obras aqui listadas compõem apenas uma pequena parcela das inúmeras produções de ficção científica que abordaram temas ligados à IA tendo como objetivo apenas revelar seu alcance e identificar suas limitações.
- 18 Em 2004, baseado nos contos de Asimov, surgiu o filme “*I Robot*”, dirigido por Alex Proyas. A história se passa em um futuro no qual robôs são parte integrante da sociedade. Quando um robô comete um crime violento, um detetive precisa desvendar o mistério e lidar com a crescente ameaça das máquinas.
- 19 O nome do computador HAL chama atenção como referência indireta à gigante da computação IBM. Cada uma das letras que identificam o computador é exatamente uma anterior, em relação ao alfabeto, às letras da IBM.
- 20 Curiosamente, o ano de 1984 tem uma simbologia em termos IA. Isso se deve à obra “1984”, publicada em 1949 por George Orwell, cujo retrato de uma sociedade sob constante vigilância compunha as previsões do autor acerca do futuro imaginável – até 1984 – marcando, a partir do ano em questão, o fim dos tempos. O folclore sobre esta obra é de que o ano escolhido por ele para representar o futuro é uma inversão do ano em que redigiu a obra – 1948. Destaca-se, ainda relativamente à IA, sua capacidade de tratamento de grandes bases de dados e de maneira autônoma, a qual possibilita, no tempo próximo, a criação de um sistema de vigilância tão complexo quanto aquele apresentado na obra, com o nome simbólico de *Big Brother*, que perdura até hoje no folclore mundial sobre o tema.
- 21 Parte desta seção foi baseada no texto de Chahad (2017), no qual o autor abordou a questão sobre se o desemprego tecnológico representaria o fim dos empregos.
- 22 Nordhaus (2021), Prêmio Nobel de Economia em 2018, afirma que a IA tem o potencial para elevar sua própria produtividade e potencializar seus conhecimentos a ponto de fazer a inteligência e o trabalho humano supérfluos.
- 23 A definição mais abrangente sobre *desemprego* pode ser encontrada na Enciclopédia Britânica: “*é a condição em que o indivíduo está apto a trabalhar, procurando ativamente por trabalho, mas incapaz de encontrar qualquer tipo de ocupação*” (UNEMPLOYMENT, 2023, tradução livre dos autores). Em termos mais rigorosos, é preciso considerar ainda que a pessoa deve ser um membro ativo da força de trabalho em idade de trabalhar e que está disposta a aceitar uma remuneração compatível com a sua ocupação.
- 24 O crescente número de candidatos às vagas de emprego deve-se à redução do custo marginal para a aplicação em mais uma vaga de ocupação como consequência da digitalização. Ver maiores detalhes em Broecke (2023a), Leong (2018), LinkedIn (2017) e US-EU Trade and Technology Council Joint Statement (2022).
- 25 De acordo com o Cambridge Dictionary, “*código fonte*” (em inglês: *source code*) é definido como: “*the set of computer instructions that have been written in order to create a program or piece of software.*” (SOURCE CODE, 2023).
- 26 Os demais tópicos desta resenha e mencionados no título do texto serão apresentados no próximo número deste Boletim.

(*) Professor Titular da FEA-USP. (E-mail: jpchahad@usp.br).

(**) Bacharelado do Curso de Ciências Econômicas da FEA/USP e Estagiário de Pesquisas da FIPE. (E-mail: tuffy@usp.br).
Os erros, as omissões e outros problemas de edição são de responsabilidade dos autores, que agradecem à Secretária Amira Canário pela formatação final do texto.