

Recebido: 31/12/2024

Aprovado: 13/03/2025

DESAFIOS FISCAIS NA ERA DIGITAL: A TRIBUTAÇÃO DE IA E ROBÔS

TAX CHALLENGES IN THE DIGITAL AGE: TAXING AI AND ROBOTS

Henrique Paiva de Araújo¹

Grace Ladeira Garbaccio²

- ¹ Doutorando em Direito Constitucional no Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Pesquisa (IDP). Mestre em Direito Tributário pela Universidade Católica de Brasília (UCB). Especialista em Direito Tributário e Processual Tributário pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Bacharel em Direito pelo Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Auditor Fiscal da Receita do Distrito Federal (GDF).
- ² Doutora em Direito Ambiental e mestra em L'aménagement et de L'urbanisme pela Université de Limoges (França). Bacharela em Direito pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e em Administração pela Fundação João Pinheiro (FJP). Professora convidada de mestrado em Direito Ambiental pela Università degli Studi di Roma La Sapienza (Itália), do programa internacional da Université Paris 1 Pantheon-Sorbonne (França) e da Université Laval (Canadá). Professora de pós-graduação *lato sensu* da Faculdade FIA de Administração e Negócios (FFIA), da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), de pós-graduação da Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM) e de pós-graduação *stricto sensu* do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP).

SUMÁRIO: Introdução. 1.Os desafios fiscais contemporâneos. 2. Propostas de tributação sobre IAS e robôs. Conclusão. Referências.

RESUMO: A denominada Revolução Industrial 4.0, impulsionada por tecnologias como inteligência artificial, internet das coisas e robótica avançada, vem alterando a forma como vivemos e trabalhamos. O advento dessas inovações promete mais eficiência e produtividade, mas também impõe desafios significativos aos sistemas de tributação, uma vez que a automação pode reduzir a base tributária tradicionalmente focada no trabalho humano. Além disso, a substituição do trabalho humano pelas tecnologias pode resultar na queda das receitas fiscais e no aumento dos gastos com programas de requalificação profissional e benefícios para desempregados. Para mitigar esse problema, diversas propostas buscam tributar essas novas tecnologias, promovendo um equilíbrio entre o trabalho humano e a automação, com o objetivo de garantir uma distribuição mais justa dos benefícios econômicos. Este artigo apresenta um panorama desses desafios. Como metodologia, foi realizada uma revisão bibliográfica de fontes nacionais e estrangeiras sobre o tema.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial. Robôs. Norma Tributária Indutora. Tributação na Economia Digital. Tributação 4.0.

ABSTRACT: The so-called Industrial Revolution 4.0, equipped with technologies such as artificial intelligence, the Internet of Things, and advanced robotics, has been changing the way we live and work. The advent of these innovations promises greater efficiency and productivity; however, it brings with it major challenges for tax systems, since automation can reduce the tax base focused on human labor. In addition, the replacement of human labor by technologies can result in a decrease in tax revenues and an increase in spending on retraining programs and unemployment benefits. As a measure to mitigate this problem, there are several proposals to tax these new technologies and try to balance the competition between human labor and automation, aiming to ensure that economic benefits are better distributed. This article seeks to present an overview of these challenges. As a methodology, a review of national and international literature on the subject was used.

KEYWORDS: Artificial Intelligence. Robots. Inductive Tax Rules. Taxation in the Digital Economy. Taxation 4.0.

INTRODUÇÃO

A busca humana pelo aprimoramento de habilidades por meio da tecnologia é uma jornada antiga e contínua. Desde a criação das primeiras ferramentas até a Primeira Revolução Industrial, quando novas máquinas e processos tecnológicos começaram a emergir, a sociedade e a economia passaram por transformações profundas.

Atualmente, vivemos a chamada Revolução Industrial 4.0, também conhecida como Quarta Revolução Industrial. Essa nova era de inovação tecnológica está transformando não apenas os processos industriais, mas a sociedade como um todo. Sua principal característica é a integração de tecnologias digitais, físicas e biológicas, resultando em sistemas de produção mais inteligentes, autônomos e interconectados.

Entre os principais componentes que definem a Revolução Industrial 4.0 destacam-se: Internet das Coisas (IoT),³ Inteligência Artificial (IA) e *Machine Learning* (ML),⁴ *Big Data e Analytics*,⁵ Computação em Nuvem (*Cloud Computing*),⁶ Manufatura Aditiva (Impressão 3D),⁷ Robótica Avançada,⁸ Sistemas Ciberfísicos (CPS),⁹ Realidade Aumentada (AR)¹⁰ e Realidade Virtual (VR).¹¹

A IA não é uma novidade, sua origem remonta à década de 1950, e seu objetivo é criar sistemas capazes de realizar tarefas cotidianas que normalmente exigiriam inteligência humana, como reconhecimento de fala, tomada de decisões e tradução de idiomas. Nas últimas décadas, com o aumento do poder de processamento, o avanço dos algoritmos e a disponibilidade de grandes volumes de dados (*big data*), a IA tornou-se uma parte essencial de diversas indústrias.

Os robôs vêm sendo utilizados na manufatura desde a introdução das linhas de montagem automatizadas. Nos últimos anos, a robótica

3 A IoT permite que dispositivos e máquinas se comuniquem entre si e com os seres humanos, coletando e compartilhando dados em tempo real para otimizar processos e tomar decisões informadas.

4 A IA e o ML são utilizados para analisar grandes volumes de dados, reconhecer padrões e fazer previsões, permitindo a automação de tarefas complexas e a tomada de decisões mais eficazes.

5 O uso de *big data* permite a coleta, o armazenamento e a análise de enormes quantidades de dados provenientes de várias fontes, proporcionando *insights* valiosos para a melhoria de processos e tomada de decisões estratégicas.

6 A computação em nuvem oferece flexibilidade e escalabilidade para armazenar e processar dados, além de permitir o acesso remoto a recursos computacionais.

7 A impressão 3D permite a produção de componentes complexos e personalizados de forma eficiente e econômica, reduzindo o desperdício de materiais e os custos de produção.

8 Robôs modernos são capazes de realizar uma ampla variedade de tarefas com alta precisão e eficiência, colaborando com humanos e outras máquinas em ambientes de produção.

9 Os CPS integram o mundo físico e digital, permitindo a monitorização e o controle em tempo real de processos industriais por meio de sensores e atuadores conectados.

10 Realidade Aumentada (*Augmented Reality* – AR) é uma tecnologia que sobrepõe elementos digitais (como imagens, sons, vídeos e informações interativas) ao mundo real, em tempo real, por meio de dispositivos como *smartphones*, *tablets*, óculos inteligentes e *headsets* especializados.

11 Essas tecnologias são usadas para treinamento, manutenção e suporte remoto, proporcionando uma experiência imersiva e interativa para os usuários.

avançou significativamente, permitindo o desenvolvimento de robôs autônomos capazes de executar tarefas complexas em áreas como saúde, logística e serviços. A integração da IA nesses robôs ampliou ainda mais suas capacidades, possibilitando que eles aprendam com a experiência e se adaptem a novas situações.

Prevê-se que, na próxima década, a integração de dispositivos, máquinas e sistemas interconectados – popularmente chamados de “robôs” –, aliada à automação de processos impulsionada pela IA, promoverá uma transformação substancial na força de trabalho em praticamente todos os setores produtivos e de serviços.

Esse impacto não se limitará às tarefas manuais, nas quais as máquinas vêm substituindo trabalhadores humanos desde a Revolução Industrial, mas também se expandirá progressivamente para o trabalho administrativo e até mesmo para atividades essenciais de profissões liberais.

Como parte da análise desse processo, é importante considerar a ampla gama de opiniões sobre a extensão e a inevitabilidade dessa transição. Muitos argumentam que ela resultará em uma perda líquida significativa de empregos para trabalhadores humanos em um prazo relativamente curto, enquanto outros acreditam que novas oportunidades de trabalho surgirão para compensar as perdas nos empregos tradicionais. Apesar das divergências, há um consenso de que esse avanço causará uma disrupção significativa no mercado de trabalho.

Em 2018, um estudo do Fundo Monetário Internacional (FMI, 2018, p. 13) apontou que, nos países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), 14% dos empregos estão em alto risco de serem totalmente automatizados em um “futuro próximo”, enquanto outros 32% enfrentam um risco substancial de automação em larga escala. Essa conjuntura representa um desafio fiscal duplo para os governos: a redução das receitas provenientes da tributação do trabalho (incluindo contribuições para a seguridade social) e, simultaneamente, o aumento dos custos com programas de requalificação, benefícios de desemprego e iniciativas de emprego público.

Além disso, um possível efeito colateral desse cenário é o aumento da desigualdade de renda e do desemprego tecnológico, fatores que podem fomentar agitações sociais e impulsionar movimentos políticos extremistas.

Por outro lado, um estudo mais recente, intitulado *Perspectivas de Emprego da OCDE 2023: Inteligência Artificial e o Mercado de Trabalho*, analisou os efeitos da IA no emprego e concluiu que, até o momento, a inovação tecnológica tem servido mais ao aumento da eficiência dos trabalhadores em suas funções do que à sua substituição. No entanto, a instituição ressalta que os efeitos completos da IA no mercado de trabalho e nos níveis de emprego

ainda podem levar tempo para se materializar. Segundo o estudo, 27% dos empregos são suscetíveis à automatização.

Além da preocupação com o desemprego, a automação do trabalho humano impacta diretamente a base tributária tradicional, que depende fortemente da renda gerada pelo trabalho. Menos trabalhadores empregados significa menos receita tributária, afetando tanto os impostos sobre a renda quanto as contribuições para a seguridade social. Da mesma forma, a automação pode reduzir substancialmente as contribuições (e outros tributos ligados ao emprego) tanto da parte patronal quanto da parte trabalhadora, comprometendo o financiamento da seguridade social.

Diante desse cenário, surge a proposta de tributar o uso de IA e robôs que substituem a força de trabalho humano. No entanto, essa ideia encontra resistência, com muitos argumentos no sentido de que tal medida representaria um desincentivo à inovação e ao desenvolvimento tecnológico, podendo retardar o progresso humano. Além disso, a implementação de uma tributação específica sobre novas tecnologias levanta desafios complexos, como a definição precisa de “robô” ou “IA” para fins fiscais.

Diante desse cenário complexo, este estudo tem como objetivo apresentar um panorama das discussões e propostas relacionadas à tributação das novas tecnologias. Para isso, a pesquisa concentrou-se na revisão de literatura nacional e internacional sobre o tema, abordando as preocupações e expectativas associadas à adoção generalizada dessas tecnologias, além de destacar as principais soluções propostas.

1. OS DESAFIOS FISCAIS CONTEMPORÂNEOS

Inicialmente, cabe observar que, embora a substituição do trabalho humano por máquinas não seja uma novidade histórica, nem todo avanço tecnológico ou aumento de produtividade trouxe consigo uma tributação mais onerosa ou específica. Por exemplo, no setor agrícola, a substituição de trabalhadores por tratores ou mesmo, nos escritórios, a chegada dos computadores não resultaram na adoção de novos instrumentos fiscais.

Além disso, o surgimento dessas inovações não é, por si só, sinônimo de crise orçamentária para os Estados. Muitas vezes, observa-se que o aumento da eficiência das empresas proporcionado pelas inovações pode levar a um aumento na arrecadação fiscal, mesmo na ausência de uma tributação especial sobre elas.

Por outro lado, em uma economia globalizada, como aponta Bogenschneider (2020, p. 1), a tributação de robôs pode afetar a competitividade de determinadas regiões, além de desincentivar os investimentos necessários. Isso ocorre porque, em um número crescente de atividades, os robôs demonstram ser mais eficientes que os trabalhadores humanos.

Na outra ponta dessa balança, surgem questões sobre justiça fiscal. Embora as novas tecnologias aumentem a produção, elas podem resultar em uma redução na arrecadação de impostos. Mesmo que essa diminuição não seja imediatamente perceptível, pode ocorrer uma distribuição desigual do encargo social fiscal, caso não haja uma regulamentação adequada.

Constata-se, assim, que a automação traz implicações sociais e econômicas significativas. A substituição de trabalhadores humanos por robôs pode reduzir as receitas fiscais e elevar os custos com programas de requalificação e benefícios para desempregados. Embora a automação crie novas oportunidades de emprego, ela também elimina postos de trabalho, agravando as desigualdades econômicas e sociais. Parece evidente que, para resolver essas questões, é necessária uma abordagem global sobre o tema, dado que essas adversidades não ocorrem isoladamente. As questões fiscais relacionadas à automação e à IA são complexas e exigem cooperação internacional para serem resolvidas de maneira eficaz. Abordagens fragmentadas podem resultar em disparidades fiscais e competitivas entre diferentes jurisdições, levando ao que se denomina *race to the bottom*¹² fiscal entre as nações.

Para enfrentar esses desafios, várias propostas têm sido apresentadas, como a criação de um imposto sobre automação, ou seja, tributar um “salário hipotético” dos robôs como se fossem trabalhadores humanos, e/ou recusar deduções fiscais para empresas que utilizam robôs.

Outras ideias incluem tributar o valor agregado das atividades dos robôs e oferecer preferências fiscais para trabalhadores humanos. Essas medidas teriam como objetivo equilibrar a concorrência entre o trabalho humano e a automação, mitigando os impactos negativos resultantes da substituição de trabalhadores.

Em uma visão mais radical, Korinek (2020, p. 244) manifesta a necessidade de atualizar as teorias econômicas sobre tributação. O autor aponta que, tradicionalmente, os sistemas fiscais foram projetados para taxar a renda do trabalho, mas, à medida que o trabalho humano se torna menos relevante, torna-se necessário repensar essas abordagens.

Korinek (2020, p. 245) manifesta que há razões econômicas robustas para interromper a tributação do trabalho humano, mesmo antes de ele se tornar completamente redundante devido à adoção de IA e robótica avançada. Ele compara a tributação do trabalho à tributação do capital e destaca que, do ponto de vista da eficiência econômica, seria mais benéfico tributar o capital

12 A “*Race to the Bottom*” fiscal (em tradução livre, corrida para o fundo do poço fiscal) é um fenômeno econômico em que governos de diferentes jurisdições (países, estados ou municípios) reduzem progressivamente impostos, regulamentações ou outras exigências fiscais e administrativas na tentativa de atrair investimentos, empresas e capitais. Esse processo geralmente ocorre em um contexto de competição global ou regional, no qual as autoridades buscam oferecer um ambiente mais favorável para negócios, mas acabam comprometendo a arrecadação tributária e, potencialmente, os serviços públicos.

a longo prazo, uma vez que tributar o trabalho pode se tornar ineficiente se a automação continuar a substituir os trabalhadores humanos.

Korinek (2020, p. 248) sugere que os proprietários de fatores fixos, como terra e certos recursos naturais, são candidatos naturais à tributação, pois suas propriedades se valorizam com o progresso tecnológico. Somente de forma excepcional a mão de obra qualificada, especialmente aquela que se beneficia do progresso tecnológico, poderia ser um alvo potencial para tributos.

Paralelamente, o autor manifesta (2020, p. 24) que devem ser buscadas fontes alternativas de receita tributária. Nesse contexto, externalidades, como a poluição, seriam alvos ideais para tributação, especialmente diante dos dilemas ambientais que parecem se aproximar.

Sob outro enfoque, Bogenschneider (2020, p. 5) destaca um ponto importante sobre a aplicação da moral tributária às novas tecnologias. Considerando que a IA generativa pode aprender e se adaptar, é necessário avaliar sua propensão a cumprir as obrigações tributárias. Nesse cenário, a adoção de algoritmos que observem o dever de cumprimento da legislação tributária surge como um componente essencial para o funcionamento eficaz do sistema fiscal, devendo ser considerada a capacidade das IAs de aprender habilidades para burlar esse dever.

A mitigação desse problema e o controle das novas tecnologias envolvem a necessidade de explicabilidade dos sistemas de IA, ou seja, a exigência de explicações claras sobre suas decisões e funcionamento, assim como as medidas adotadas para evitar vieses algorítmicos, garantindo que a IA não tenha objetivos ilícitos. Torna-se também necessária a incorporação dessas novas tecnologias pelas Administrações Tributárias, com o objetivo de tornar sua atuação mais ágil e eficaz no combate à evasão fiscal e ao planejamento tributário abusivo decorrente da aplicação das novas tecnologias.

A aplicação de IA pela Administração Fazendária pode contribuir decisivamente para uma melhor conformidade fiscal. Isso ocorre porque, além de assegurar a arrecadação, concretiza o ideal de desburocratização por meio da adoção de procedimentos mais céleres e de fácil entendimento. Com isso, promove-se a simplificação do cumprimento das obrigações tributárias, aproximando mais os contribuintes da Administração Pública.

Com olhar para outra adversidade, Francisco (2023, p. 167) aponta que um dos grandes desafios ao abordar o tema da tributação de IA e robôs é a definição clara e operacional dessas entidades para fins tributários, sem a qual torna-se difícil criar políticas fiscais eficazes. Por isso, é crucial estabelecer claramente o que constitui uma entidade tributável e qual seria a base tributável para IAs e robôs como medida preliminar para formular políticas fiscais adequadas.

A autora (Francisco, 2023, p. 170) analisa a possibilidade de se considerar os robôs como “entidades econômicas” que devem contribuir para a arrecadação fiscal. Uma das alternativas seria atribuir um “salário hipotético” aos robôs, de forma a garantir que as empresas que utilizam automação contribuam de maneira justa para os cofres públicos, com o objetivo de nivelar a distribuição da carga fiscal entre o trabalho humano e a automação.

Outro aspecto importante destacado por Francisco (2023, p. 172) é a necessidade de políticas que incentivem a requalificação dos trabalhadores humanos. A automação está transformando o mercado de trabalho e muitos empregos tradicionais estão sendo substituídos por tecnologias avançadas. Como consequência, programas de requalificação e incentivos fiscais tornam-se essenciais para ajudar os trabalhadores a se adaptarem a essa nova realidade. Nesse sentido, uma medida interessante seria a aplicação dos resultados fiscais provenientes da tributação sobre IA em apoio a essas políticas públicas.

Por fim, a rápida evolução dessas tecnologias, diante da necessidade de um acompanhamento fiscal adequado, exige flexibilidade nas políticas fiscais, o que representa mais um desafio a ser enfrentado. Assim, é fundamental que os sistemas fiscais sejam adaptáveis e capazes de responder rapidamente às mudanças. Uma das sugestões para mitigar esse problema seria a implementação de mecanismos de monitoramento e avaliação contínua, a fim de garantir que as políticas fiscais permaneçam eficazes e relevantes.

2. PROPOSTAS DE TRIBUTAÇÃO SOBRE IA E ROBÔS

Na União Europeia, o debate sobre como lidar com a tributação de IA e robôs é contínuo. Embora algumas propostas tenham sido discutidas, ainda não houve implementação concreta de exações específicas sobre essas tecnologias.

Em 2017, o Parlamento Europeu discutiu uma proposta que visava introduzir um imposto sobre robôs, com o objetivo de criar um fundo para ajudar na requalificação dos trabalhadores que perderiam seus empregos devido à adoção da automação. No entanto, essa proposta foi rejeitada. Muitos parlamentares e especialistas da indústria argumentaram que tal imposto poderia prejudicar a inovação e a competitividade da Europa no setor de robótica. Eles acreditavam que, ao taxar os robôs, as empresas poderiam ser desincentivadas a adotar novas tecnologias, o que poderia retardar o progresso tecnológico.

Embora a proposta de um imposto sobre robôs tenha sido rejeitada, o Parlamento Europeu aprovou uma resolução para regulamentar o desenvolvimento de IA e robótica. A resolução inclui a criação de padrões éticos e um esquema de seguros para cobrir responsabilidades em caso de

acidentes envolvendo carros autônomos. O escopo da regulamentação é garantir que a Europa mantenha um papel de liderança no desenvolvimento de IA e robótica, promovendo a inovação de maneira responsável e ética. Em 2021, a Comissão Europeia atualizou o “Plano Coordenado sobre IA” (2024), com o intuito de acelerar os investimentos e implementar estratégias de IA, além de alinhar políticas comuns de adoção da tecnologia em toda a União Europeia.

O plano inclui iniciativas como parcerias público-privadas, centros de excelência em IA e hubs de inovação digital para facilitar o teste e a implementação de novas tecnologias. Embora esse plano não trate diretamente da tributação de IA ou robôs, ele demonstra o compromisso da UE em promover a adoção segura e ética dessas tecnologias.

Nos Estados Unidos, a discussão sobre como taxar a IA e os robôs ainda está em seus estágios iniciais, mas tem ganhado atenção no meio acadêmico. Assim como na Europa, o debate gira em torno de encontrar uma forma de equilibrar os benefícios econômicos dessas tecnologias com a necessidade de proteger os empregos e a arrecadação tributária.

Em um estudo de 2022 realizado por economistas do MIT (Dizikes, 2024), Arnaud Costinot e Iván Werning sugerem que um imposto sobre robôs pode ser útil, mas recomendam que essa tributação seja modesta. Os autores propõem uma taxa entre 1% e 3,7% sobre o valor dos robôs. O estudo indica que, embora os robôs possam contribuir para a desigualdade de renda, impostos muito altos poderiam frear a inovação e a adoção dessas tecnologias. A pesquisa destaca que pequenos impostos podem ajudar a mitigar os impactos negativos da automação sem prejudicar a competitividade.

Além do estudo do MIT, muitos artigos acadêmicos exploram como a tributação de IA e robôs pode ser usada para redistribuir os benefícios econômicos da automação (Chand; Kostic; Reis, 2020, p. 711). A ideia é que os ganhos de produtividade gerados por essas tecnologias sejam utilizados para financiar programas de requalificação e apoio aos trabalhadores que perderem seus empregos devido à automação.

Embora ainda não haja uma legislação específica para taxar diretamente IA e robôs, existe nos Estados Unidos um movimento crescente para regulamentar o uso dessas tecnologias. A ênfase tem sido na criação de normas éticas e de responsabilidade, especialmente em áreas como carros autônomos e outras aplicações de IA que têm consequências significativas para a segurança e o emprego.

No Brasil, a discussão sobre a tributação de IA e robôs ainda está em seus estágios iniciais e, até o momento, não existem propostas específicas formalizadas para taxar diretamente essas tecnologias. Contudo, há uma crescente preocupação com os impactos econômicos e sociais da automação, o que pode levar a debates futuros sobre possíveis formas de tributação.

A indústria brasileira está passando por um processo de adaptação às novas tecnologias de automação e IA. Embora o país ainda enfrente desafios significativos na adoção dessas tecnologias, especialmente entre pequenas e médias empresas, há um esforço contínuo para integrar robôs e IA em setores como manufatura e serviços. Programas de incentivo federais e estaduais têm sido implementados para fomentar o uso dessas tecnologias em diversas regiões do país, visando contribuir para a descentralização industrial – ainda muito concentrada nas regiões Sul e Sudeste – e aumentar a competitividade nacional (Universal Robots, 2023).

O Brasil promove o desenvolvimento de novas tecnologias por meio de programas de incentivos fiscais, como a Lei n. 11.196/2005 (conhecida como “Lei do Bem”), que, entre outras medidas, estabelece um regime especial de tributação para plataformas de exportação de serviços de tecnologia da informação, confere créditos fiscais e permite a dedução do lucro líquido do valor gasto com pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica na apuração do imposto de renda devido.

Contudo, a substituição da mão de obra humana por robôs e IA se revela um problema ainda mais preocupante no Brasil quando se observa o déficit da previdência, que é um dos principais desafios a serem enfrentados. O país está passando por uma transição demográfica, na qual a população idosa está crescendo mais rapidamente que a população jovem. Com mais pessoas se aposentando e vivendo por mais tempo, há um aumento na demanda por benefícios previdenciários, enquanto a base de contribuintes diminui.

Ademais, o sistema previdenciário brasileiro é baseado em um modelo de repartição, no qual os trabalhadores ativos financiam os benefícios dos aposentados. O desequilíbrio entre as contribuições feitas pelos trabalhadores e os benefícios pagos aos aposentados tem se ampliado, contribuindo para o déficit. Em um sistema tão comprometido, a perda de arrecadação incidente sobre o trabalho revela-se particularmente preocupante.

Em contrapartida, o Brasil apresenta um atraso tecnológico quando comparado a países desenvolvidos, resultado de diversos fatores históricos, econômicos, sociais e políticos, o que afeta o desenvolvimento econômico do país e sua competitividade no cenário global. Nesse contexto, torna-se ainda mais preocupante a adoção de políticas fiscais que desestimulem as inovações. O aumento dos custos para as empresas que investem em automação pode desencorajar a modernização e o desenvolvimento tecnológico, agravando o problema da competitividade global do país.

Todavia, apesar dessas particularidades, observa-se globalmente que, ao tratar da substituição da mão de obra humana por IA e robôs, o dilema é o mesmo: equilibrar a contenção do desemprego com o incentivo à inovação, além da necessidade de manutenção da arrecadação tributária.

Sob essa perspectiva global, no relatório crítico sobre a tributação de IA e robôs, Chand e outros (2020) propõem que, em vez de tributar diretamente essas tecnologias, seriam mais viáveis alternativas, como a tributação dos benefícios econômicos gerados pela automação. A ideia seria focar na redistribuição dos ganhos de produtividade para financiar a requalificação de trabalhadores e outros programas sociais. Isso implicaria que as empresas que se beneficiam de forma significativa da redução de custos e do aumento de eficiência proporcionados pela automação pagassem impostos sobre esses benefícios, os quais seriam direcionados para programas de requalificação de trabalhadores e apoio social.

Assim, percebe-se que algumas propostas mais recentes têm se concentrado na redistribuição dos recursos gerados pela automação para apoiar a força de trabalho. Isso pode incluir incentivos fiscais para empresas que investem em programas de requalificação para seus funcionários ou que mantêm níveis de emprego humano enquanto adotam novas tecnologias.

A Alemanha é um exemplo de país que tem implementado com sucesso programas de requalificação e incentivos fiscais para a manutenção do emprego (Mendes, 2022). Estruturalmente, o modelo de *Mitbestimmung* (cogestão) permite que os trabalhadores não sejam apenas subordinados às decisões da administração, mas participem ativamente da tomada de decisões da empresa. Essa maior interlocução possibilita um equilíbrio mais eficaz entre automação e emprego humano.

Além disso, o país possui uma série de programas governamentais de aprendizagem e requalificação profissional, voltados para diferentes perfis de trabalhadores, desde jovens em início de carreira até profissionais que precisam atualizar suas habilidades para se adaptar às mudanças do mercado de trabalho. Dentre eles destacam-se: (1) o Sistema de Formação Profissional Dual (*Duales Ausbildungssystem*), que combina aprendizado teórico em escolas técnicas com formação prática dentro das empresas; (2) o Programa de Requalificação Profissional (*Umschulung*), destinado a trabalhadores que perderam seus empregos ou que precisam mudar de profissão para setores com maior demanda; (3) o Programa de Aperfeiçoamento Profissional (*Weiterbildung*), focado na atualização de conhecimentos para trabalhadores ativos, garantindo que continuem competitivos no mercado de trabalho; e (4) o Programa Qualificação por Oportunidade (*Qualifizierungschancengesetz*), que apoia empresas na requalificação de funcionários cujas funções estão em risco de automação ou obsolescência (Pateo, 2022).

Singapura adotou um modelo de desenvolvimento contínuo de habilidades e capacitação profissional da população ao longo da vida chamado *SkillsFuture* (CSIS, 2024). Lançado em 2015 pelo governo de Singapura, o programa tem como objetivo garantir que cidadãos e trabalhadores adquiram e atualizem competências essenciais para enfrentar os desafios do mercado

de trabalho em constante evolução, especialmente diante da transformação digital e das mudanças na economia global.

O funcionamento ocorre por meio de créditos de aprendizado de novas tecnologias para todos os cidadãos. Além disso, empresas que investem em treinamento de funcionários também recebem incentivos fiscais significativos, o que contribui para a requalificação contínua e o desenvolvimento profissional.

No Canadá, seu governo oferece incentivos fiscais para empresas que participam do Canada Training Benefit (CTB, Canada, 2022), um programa que subsidia a requalificação profissional e a educação contínua, garantindo que os trabalhadores possam adquirir novas habilidades e se adaptar às mudanças no mercado de trabalho.

Lançado como parte do Orçamento Federal Canadense de 2019, o CTB visa ajudar cidadãos a se adaptarem às mudanças no mercado de trabalho, facilitando o acesso a treinamentos e cursos de atualização. Com isso, o programa contribui para a redução do desemprego estrutural, ao facilitar a transição para setores com maior demanda, uma maior inclusão social, permitindo que trabalhadores de diferentes faixas etárias e setores tenham oportunidades de crescimento profissional e, por fim, uma maior produtividade econômica, ao garantir que os cidadãos estejam capacitados para enfrentar desafios do mercado de trabalho moderno.

Esses incentivos fiscais e os programas de requalificação têm mostrado resultados positivos em termos de adaptação dos trabalhadores às novas demandas do mercado, uma vez que, requalificados, esses estão mais habilitados para empregos de maior valor agregado, melhorando sua segurança empregatícia e aumentando sua renda (WEF, 2023). Ademais, como decorrência dessas políticas públicas, as empresas se beneficiam de uma força de trabalho mais qualificada, o que pode levar a maiores níveis de inovação e produtividade.

Finalmente, sob outra ótica, o advento das novas tecnologias deve ser aproveitado pelas administrações fazendárias como medida para garantir melhor cumprimento da obrigação tributária. Com isso, garante-se não apenas mais recursos para cumprimento dos deveres da Administração Pública, mas uma distribuição da carga tributária mais correta na sociedade e, assim, uma melhor justiça tributária.

Com efeito, a implementação de inovações tecnológicas permite a otimização e maior eficácia e agilidade das ações da Administração Tributária no combate à evasão fiscal, além de consolidar a transparência e a responsabilidade na gestão pública.

Nesse sentido, as Administrações Tributárias têm incorporado de maneira crescente a IA como uma abordagem estratégica para garantir a

conformidade com as obrigações fiscais e aprimorar a eficiência na aplicação dos recursos públicos no desempenho de suas atividades (Lietz, 2021).

Todavia, a alegação de uma maior eficiência da Administração não deve ser utilizada como fundamento válido para a violação de direitos fundamentais, como a legalidade, a igualdade, a privacidade e a proteção de dados. Considerando que a IA é uma tecnologia que minimiza a ação humana, é imperativo ponderar os riscos potenciais de infringir as garantias dos cidadãos.

Com isso, também para a Administração Fazendária é essencial que esses sistemas de IA sejam elaborados de forma a possibilitar a identificação dos critérios que fundamentaram suas decisões.

CONCLUSÃO

A busca humana por maior produtividade é uma constante ao longo da história. Atualmente, vivemos a Quarta Revolução Industrial, caracterizada pela integração de tecnologias digitais, físicas e biológicas que remodelam a sociedade e os processos produtivos de maneira inovadora.

Tecnologias como Internet das Coisas, IA, *Machine Learning*, Big Data, Computação em Nuvem, Manufatura Aditiva, Robótica Avançada, Sistemas Ciberfísicos, Realidade Aumentada e Realidade Virtual têm o potencial de transformar radicalmente o mundo do trabalho.

A IA, por exemplo, evoluiu para desempenhar tarefas complexas antes restritas à inteligência humana, enquanto a robótica avançada permite a automação de atividades autônomas em diversos setores.

Entretanto, essas inovações também impõem desafios significativos. A automação pode resultar na substituição de empregos em larga escala, impactando a arrecadação fiscal e aumentando a necessidade de programas de requalificação profissional e proteção social. Estudos indicam que uma parcela considerável dos empregos atuais está suscetível à automação, exigindo a implementação de políticas eficazes para mitigar os impactos socioeconômicos.

Uma das soluções propostas para enfrentar esses desafios envolve a redistribuição dos recursos gerados pela automação, de modo a apoiar a força de trabalho. Estratégias como incentivos fiscais para empresas que investem em programas de requalificação ou que mantêm níveis de emprego humano enquanto adotam novas tecnologias têm se mostrado eficazes em diversos países.

Exemplos bem-sucedidos incluem a cogestão empresarial na Alemanha, que permite a participação dos trabalhadores nas decisões corporativas; o programa SkillsFuture em Singapura, que oferece créditos de aprendizado contínuo para cidadãos; e o Canada Training Benefit, que concede incentivos

fiscais para empresas que investem na capacitação profissional de seus funcionários.

Essas iniciativas demonstram que, com políticas bem estruturadas, é possível equilibrar inovação tecnológica e segurança no emprego. Para isso, é fundamental que os programas de requalificação estejam alinhados com as demandas do mercado, garantindo o desenvolvimento de habilidades relevantes e acessíveis a todos os trabalhadores, independentemente de sua localização ou setor. Além disso, a análise criteriosa das políticas fiscais associadas à automação é essencial para evitar impactos negativos na economia e na sociedade.

A tributação de robôs e da IA surge como uma alternativa para compensar possíveis perdas na arrecadação e garantir uma distribuição mais equitativa dos benefícios da automação. No entanto, essas medidas devem ser implementadas de forma estratégica, de modo a não desestimular a inovação e o desenvolvimento tecnológico, que são fundamentais para o progresso econômico.

Com isso, as políticas fiscais precisam evoluir para responder a desafios e oportunidades trazidos pela automação e pela IA. Apenas através de uma análise cuidadosa e da implementação de políticas justas e eficazes será possível garantir que a automação beneficie toda a sociedade, enquanto mitigamos os impactos negativos no emprego e na arrecadação fiscal.

Além disso, a modernização das Administrações Tributárias, impulsionada pelo avanço da IA, pode contribuir significativamente para o combate à sonegação fiscal e o aumento da conformidade tributária. Dessa forma, a revolução tecnológica não deve ser vista apenas como um desafio, mas também como uma oportunidade para aprimorar os mecanismos de arrecadação e fiscalização.

Por fim, a Quarta Revolução Industrial apresenta oportunidades sem precedentes para o desenvolvimento, mas também impõe desafios que exigem respostas bem planejadas. A implementação de políticas fiscais equilibradas e o incentivo à requalificação profissional são fundamentais para garantir que a automação beneficie tanto empresas quanto trabalhadores, promovendo um crescimento econômico sustentável e inclusivo. Com uma abordagem coordenada e estratégica, é possível navegar essa nova era tecnológica de forma a maximizar seus benefícios para toda a sociedade.

REFERÊNCIAS

BOGENSCHNEIDER, Bret N. Will Robots Agree to Pay Taxes? Further Tax Implications of Advanced AI. *NCJL & Tech.*, v. 22, p. 1, 2020. Disponível em: <https://scholarship.law.unc.edu/ncjolt/vol22/iss1/2>. Acesso em: 8 jul. 2024.

CANADA. *Canada Revenue Agency (CRA)*. [S.l.]: [s.n.], 2022. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/revenue-agency.html>. Acesso em: 11 fev. 2025.

CENTER FOR STRATEGIC AND INTERNACIONAL STUDIES – CSIS. *Artificial Intelligence and the Future of Singapore's Foreign Workforce*. [S.l.]: CSIS, 2024. Disponível em: <https://www.csis.org/blogs/new-perspectives-asia/artificial-intelligence-and-future-singapores-foreign-workforce>. Acesso em: 10 fev. 2025.

CHAND, Vikram; KOSTIC, Svetislav; REIS, Ariene. Taxing. Artificial Intelligence and Robots: Critical Assessment of potential Policy Solutions and Recommendation for Alternative Approaches-Sovereign Measure: Education Taxes/Global MEASURE: Global Education Tax or Planetary Tax. *World Tax J.*, p. 711, 2020.

DE ARAÚJO, Rayra Farias. Inteligência Artificial: as implicações jurídicas da inteligência artificial nas relações de emprego. *Revista de Direito do Trabalho, Processo do Trabalho e Direito da Seguridade Social*, v. 10, n. 2, 2023.

DIZIKES, Peter. Should we tax robots? *MIT News*, 2022. Disponível em: <https://news.mit.edu/2022/robot-tax-income-inequality-1221>. Acesso em: 8 jul. 2024.

EUROPEAN COMMISSION. *Coordinated Plan on Artificial Intelligence*. [S.l.]: EC, 2021. Disponível em: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/plan-ai>. Acesso em: 30 dez. 2024.

FRANCISCO, Maria Matilde da Costa Lavouras. Disrupções tecnológicas e a relação jurídica tributária: a tributação na era dos multi (uni) versos. *Desafios ao Estado Fiscal*, p. 167-190, 2023. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10316/113325>. Acesso em: 30 dez. 2024.

HARIDY, Rich. EU move to bring in AI laws, but reject robot tax proposal. *New Atlas*, 2017. Disponível em: <https://newatlas.com/eu-robot-law-proposal-passes-parliament/47971/>. Acesso em: 30 dez. 2024.

ROITMAN, Agustin; PERALTA, Adrian. *Technology and de Future of Work*. IMF Working Paper, p.13-14, 2018. Disponível em: <https://www.elibrary.imf.org/view/journals/001/2018/207/article-A001-en.xml>. Acesso em: 31 dez. 2024.

KORINEK, Anton. Taxation and the Vanishing Labor Market in the Age of AI. *Ohio St. Tech. LJ*, v. 16, 2020. Disponível em <https://core.ac.uk/reader/323061992>. Acesso em: 30 dez. 2024.

LIETZ, Bruna. *O uso da inteligência artificial e a fiscalização dos contribuintes na perspectiva dos direitos e deveres da relação tributária*. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2021.

MENDES, Vinícius. A economia política da inteligência artificial: o caso da Alemanha. *Revista de Sociologia e Política*, v. 30, p. 2003, 2022.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. *OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market*. Paris: OECD, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/08785bba-en>. Acesso em: 30 dez. 2024.

PATEO, Felipe Vella; SILVA, Sandro Pereira. O Sistema alemão de qualificação profissional: complementaridades institucionais e desafios contemporâneos. *Revista Tempo do Mundo*, n. 28, abr. 2022. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/13318/1/Tempo_Mundo_28_artigo10_o_sistema_alemao.pdf. Acesso em: 11 fev. 2025.

UNIVERSAL ROBOTS. *Robótica no brasil: conheça a história e o cenário atual do setor no país*. [S.l.]: Universal Robots Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.universal-robots.com/br/blog/rob%C3%B3tica-no-brasil-conheca-a-hist%C3%B3ria-e-o-cen%C3%A1rio-atual-do-setor-no-pa%C3%ADs/>. Acesso em: 30 dez. 2024.

WORLD ECONOMIC FORUM. Relatório sobre o Futuro dos Empregos 2023: Espera-se que até um quarto dos empregos mude nos próximos cinco anos. *News Release*, [2023]. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023_News_Release_Pt_BR.pdf. Acesso em: 10 fev. 2025.