



FACULDADE DE DIREITO
UNIVERSIDADE DE LISBOA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE EM DIREITO E CIÊNCIA
JURÍDICA

ANDRÉ NASCIMENTO BRUM

TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS E O IMPACTO NO DIREITO INTERNACIONAL
ECONÓMICO

LISBOA

2025

67042

ANDRÉ NASCIMENTO BRUM

TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS E O IMPACTO NO DIREITO INTERNACIONAL
ECONÔMICO

Dissertação apresentada ao programa de mestrado em
Direito da Universidade de Lisboa, como requisito
parcial para obtenção do grau de mestre.

Orientador: Pedro Miguel Infante Mota

LISBOA

2025

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e irmão, responsáveis por toda ajuda e auxílio na caminhada da construção deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Em um período pós pandémicos decidi que era a hora de trilhar novos rumos em busca de qualificação profissional e amadurecimento pessoal. Saí então do conforto da casa dos meus pais e atravessei o oceano para experimentar novas experiências, desafios e até mesmo algumas dificuldades. Reconheço que fui forte e consegui vencer cada uma das fases e questões que me foram apresentadas. No entanto, sei que não trilhei todo este caminho até aqui sozinho, pois tive o apoio e a participação de pessoas muito especiais. O percurso do mestrado contou com a ajuda de muitas pessoas importantes e eu terei gratidão por toda a vida por tudo o que recebi de cada uma, como o apoio, as palavras de afeto e incentivo, os conselhos e a companhia.

Agradeço em primeiro lugar a Deus, pela gratidão da vida, de viver oportunidades como a que fui inserido em minha passagem por Portugal.

Agradeço aos meus pais e irmão, meus pilares em casa, que a todo instante fizeram-se presente para que este momento valesse cada hora em frente ao computador. Também agradeço a minha namorada Débora, pela calma nos momentos de ansiedade e pelo companheirismo quase ao final da jornada.

Ao começo de 2024, fui surpreendido com o falecimento de meus avós, aos quais muito me incentivaram a buscar meu lugar no mundo, ao estudo e correr atrás de meus objetivos. Então, aos senhores que do céu me acompanham, meu muito obrigado vô Arthur e vó Eloísa.

Ao professor dr. Pedro Infante, meu professor orientador, do qual tenho uma enorme admiração, pois desde o primeiro encontro me senti acolhido e honrado em ter sido aluno e, ao final, por todos os ensinamentos que recebi desde a disciplina de Direito Económico e do investimento, a qual sem dúvida teve grande contribuição para minha transição de carreira para a área do Direito Digital, até esta fase da escrita da dissertação.

Aos meus colegas do curso de mestrado, pelas recomendações de materiais, pelo apoio e pela companhia nas horas de estudo. À FDUL como um todo, por proporcionar encontros e eventos que enriqueceram meus conhecimentos e ser o local onde pude compartilhar ideias e conhecer pessoas que foram fundamentais para a conclusão do curso.

RESUMO

As tecnologias disruptivas têm emergido como forças transformadoras, redefinindo os paradigmas existentes e moldando o panorama socioeconômico contemporâneo. Este trabalho se propõe a analisar o impacto dessas inovações revolucionárias, explorando suas implicações em diversos setores e destacando as mudanças significativas que estão ocorrendo na sociedade, bem como na economia internacional. A combinação de evolução pesquisa e desenvolvimento, geram desafios e, conseqüentemente, promoveram mudanças à forma como as indústrias e sociedades funcionam. A sistemática de criptomoedas, o trabalho em *Home Office*, a empregabilidade de tecnologias setoriais na indústria foram sendo fatores decisivos para que houvesse a ruptura de modelos tradicionais. Não menos importante, a automatização de processos e principalmente a segurança da informação estão em constante evolução. Após o protótipo da tecnologia estar desenvolvida, é necessário que seja colocado em prática para testes de viabilidade e aplicação no mercado.

Palavras-chave: Tecnologias Disruptivas; Inovações; Automatização; Economia Internacional; Indústria.

ABSTRACT

Disruptive technologies have emerged as transformative forces, redefining existing paradigms and shaping the contemporary socioeconomic landscape. This work sets out to analyze the impact of these revolutionary innovations, exploring their implications in various sectors and highlighting the significant changes that are taking place in society, as well as in the international economy. The combination of research and development evolution generates challenges and, consequently, promotes changes in the way industries and societies function. The system of cryptocurrencies, working from home, the use of sectoral technologies in the industry were decisive factors in disrupting traditional models. No less important, process automation and especially information security are constantly evolving. After the technology prototype is developed, it must be put into practice for feasibility testing and market application.

Keywords: *Disruptive Technologies; Innovations; Automation; International economy; Industry.*

NOTA DE ADVERTÊNCIA

A presente dissertação de mestrado foi escrita na Língua Portuguesa segundo seu uso no Brasil, conforme as normas do Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa.

Para a formatação, estilo e citação foram seguidas as diretrizes da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

NOTA DE AUTENTICIDADE

Eu, ANDRÉ NASCIMENTO BRUM, portador do passaporte GD495757, declaro que esta dissertação, intitulada TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS E O IMPACTO NO DIREITO INTERNACIONAL ECONÔMICO, apresentada a Universidade de Lisboa é resultado de meu trabalho original de pesquisa.

Certifico que todas as ideias, dados e trechos textuais provenientes de outras fontes foram devidamente referenciados, em conformidade com as normas acadêmicas e éticas exigidas pela instituição.

Declaro ainda que esta dissertação não contém nenhum material previamente publicado ou submetido por mim ou por terceiros para obtenção de outro título acadêmico, salvo se explicitamente mencionado e devidamente referenciado.

Reconheço que, caso seja constatada qualquer infração às normas de autenticidade e originalidade deste trabalho, estou sujeito(a) às sanções previstas pela legislação vigente e pelas normas internas da Universidade de Lisboa

Por meio desta, reafirmo meu compromisso com a integridade acadêmica e ética na produção deste trabalho.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
2 DEFININDO AS TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS E CONTEXTUALIZAÇÃO.....	16
2.1 As revoluções industriais como ponto de partida para a ‘disrupção’	27
2.2 IA e Economia: Oportunidades e perspectiva na Era da Automação.....	51
3 IOT’e INOVAÇÃO DISRUPTIVA: A REMODELAGEM DA INDÚSTRIA GLOBAL	
.....	72
3.1 aplicações e uso da tecnologia Blockchain.....	82
4 QUESTOES CONVERGENTES E DESAFIOS NA APLICAÇÃO DE	
TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS	88
4.1 Aspectos relativos à proteção de dados em uma era de Big Data.....	89
4.2 A mercantilização dos dados pessoais e um novo paradigma de negócio.....	94
4.2 A transformação do setor trabalhista, social e ambiental na era das tecnologias disruptivas	
.....	102
REFERÊNCIAS.....	118

INTRODUÇÃO

A utilização de instrumentos pelos primeiros seres humanos representou, em parte, um processo de descoberta e desenvolvimento. Os primeiros humanos evoluíram de uma espécie de homínido que já era bípede, possuindo uma massa cerebral equivalente a aproximadamente um terço da dos humanos modernos¹. O emprego de ferramentas permaneceu relativamente constante durante grande parte do início da história humana. Cerca de 50.000 anos atrás, observou-se uma transformação no uso de ferramentas, acompanhada por um conjunto complexo de comportamentos. Muitos arqueólogos acreditam que esses desenvolvimentos estão vinculados ao surgimento de uma linguagem completamente moderna².

A identificação e a aplicação do fogo, uma fonte primária de energia com inúmeras utilidades significativas, representaram um momento crucial na progressão tecnológica da humanidade. A data precisa da sua descoberta não é determinada; indícios de ossos de animais carbonizados no local de origem da humanidade indicam que a domesticação do fogo aconteceu anteriormente³. Em cenário centralizado na Europa, a arquitetura cisterciense, sucedida pela gótica, estabeleceu as bases técnicas sem as quais as edificações renascentistas não seriam viáveis. O advento da prensa móvel teve um impacto significativo na sociedade europeia. A difusão mais eficiente da palavra impressa democratizou o conhecimento, acelerou a propagação de novos conceitos e abriu caminho para a Revolução Científica.

No livro "A extinção dos Tecnossauros", Nicola Nosengo conduz uma visita guiada com o objetivo de tirar proveito dos fracassos, que representam momentos de crise em um sistema, para destacar os clichês nos quais se baseia nossa compreensão da inovação tecnológica, apresentando a tecnologia como um elemento natural que requer uma explicação por parte de uma ciência humana. A abordagem da inovação só é tratada com seriedade pelos humanistas e examinada pelas ciências sociais quando surgem os meios eletrônicos e os sistemas relacionados à informática⁴.

1 cf. HISTORY CHANNEL. **Human Evolution**, 2008.

2 cf. WADE, Nicholas. **Early Voices: The Leap to Language**, 2016.

3 cf. CRUMP, Thomas. **A Brief History of Science**, 2001, p.9.

4. cf. NOSENGO, Nicola. A extinção dos tecnossauros. Campinas, 2008, Editora Unicamp. **A extinção dos tecnossauros. Campinas, 2008, Editora Unicamp.**

5 _____ . **A extinção dos tecnossauros**. Campinas, 2008, Editora Unicamp.

Enquanto economistas como Lionel Robbins deixavam de considerar a técnica na mudança tecnológica dentro de suas disciplinas, o teórico Joseph Schumpeter examinou os processos tecnológicos, diferenciando invenção (ação do cientista, técnico ou inventor) e inovação (ação do empreendedor que comercializa a invenção). Embora essa distinção tenha sido o ponto central de sua análise naquela época, é notável que ela restringiu a compreensão de onde as novas tecnologias surgem e como elas se estabelecem ao longo do tempo.

Para Schumpeter:

"a inovação é possível sem o que chamamos invenção, e a invenção não necessariamente comporta uma inovação [...] entre o processo social que dá lugar às invenções e aquele que dá lugar às inovações não existe uma relação recíproca.

Nosengo argumenta que a inovação desempenha o papel central na invenção, visto que ela é externa ao sistema econômico. Ele também caracteriza o progresso econômico como a integração de recursos produtivos em novos propósitos, retirando-os de seus usos originais. Schumpeter introduziu a noção de "destruição criadora", em que um produto inovador desmantela um equilíbrio existente para dar origem a um novo e superior do ponto de vista tecnológico. Esse processo desestabiliza o sistema capitalista, ao mesmo tempo em que assegura a ordem⁵.

No período pós-guerra, os teóricos se dividiram em dois paradigmas:

Impulso Tecnológico (*Technological Push*): Colocam o avanço do conhecimento científico como o fundamento da inovação e descartam a possibilidade de a demanda do público exercer alguma influência sobre o desenvolvimento tecnológico.

Impulso do Mercado (*Market Pull*): Argumentam que as empresas buscam atender à demanda do mercado oferecendo soluções para seus problemas.

Ambas as concepções são atribuídas a Nathan Rosenberg, autor de "Dentro da Caixa-Preta", publicado em 1991⁶. O autor, em sua obra, menciona o exemplo da ciência metalúrgica, em que a tecnologia claramente impulsionou a ciência. O conceito de demanda é considerado insustentável, entretanto, não se pode afirmar que o desenvolvimento da ciência não impacta diretamente o desenvolvimento de tecnologias. Técnica e mercado evoluem de maneira concomitante.

Nos últimos anos, os progressos tecnológicos têm alterado a forma como uma variedade de procedimentos é conduzida. É possível notar transformações na área da saúde, na esfera do

entretenimento e, especialmente para este estudo, na organização e execução de serviços e procedimentos empresariais. Quando surge uma tecnologia mais acessível, simples e/ou conveniente, ela provoca uma quebra na estrutura existente e é denominada Tecnologia Disruptiva. Existem dois níveis de ruptura: um localizado, no qual a interrupção permanece dentro dos limites de um mercado ou indústria específicos; e um mais abrangente, no qual a perturbação se dissemina, englobando diversos mercados (SCHUELKE-LEECH, 2018)⁷.

Tecnologias Disruptivas apresentam, igualmente, um considerável potencial para ampliar nichos emergentes de mercado. Existem discussões em torno das características que determinam uma tecnologia como disruptiva, com alguns autores argumentando que uma Tecnologia Disruptiva não precisa necessariamente surgir como mais econômica do que as outras já presentes no mercado (UTTERBACK, 2005)⁸.

Este trabalho adotará o conceito base de Tecnologia Disruptiva: a inovação tecnológica, produto, ou serviço, com características "disruptivas", que provocam uma ruptura com os padrões, modelos ou tecnologias já estabelecidos no mercado⁹. A expressão é uma transposição direta do conceito em inglês "*disrupt*", que denota "interromper", "derrubar" ou "desmoronar", ou ainda "aquilo que perturba o curso normal", causando uma descontinuidade (alguns estudiosos da língua portuguesa indicam que sua tradução mais precisa seria "tecnologia disruptiva"¹⁰.

6 cf. ROSENBERG, Nathan. **Dentro da caixa preta**, 1991.

7 cf. SCHUELKE-LEECH, B.-A. **A model for understanding the orders of magnitude of disruptive Technologies**.

8 cf. UTTERBACK, J. M. **Disruptive technologies: an expanded view**, 2005.

9 cf. CHRISTENSEN, Clayton M. **Disruptive Technologies: Catching the Wave**, 1995.

10 cf. STRECKER, Marion. **A glória da Disrupção**, 2012.

Nos últimos 30 anos, uma série de tecnologias emergentes tem sido abrangida pelo conceito de Indústria 4.0. Este termo refere-se a inovações tecnológicas nos campos de automação, controle e tecnologia da informação aplicadas aos processos de manufatura. A adoção de Sistemas Cyber-Físicos, Internet das Coisas (IoT) e Internet dos Serviços tem impulsionado a eficiência, autonomia e customização dos processos de produção.

Em um contexto jurídico, é crucial explorar como essas tecnologias se aplicam ao direito, especialmente em âmbito internacional. A Indústria 4.0 engloba automação, inovação e integração com novas tecnologias, visando aprimorar a produtividade dos profissionais jurídicos. A inserção de Sistemas de Inteligência Artificial (IA) é um aliado significativo na era digital, agilizando as decisões em resposta à demanda da sociedade por justiça rápida.

Este trabalho visa investigar o impacto das tecnologias disruptivas na desconstrução da estrutura convencional do direito, analisando a relação intrínseca estabelecida pela introdução de novos mecanismos, plataformas e, conseqüentemente, novas legislações e tratados para proteger os direitos no ambiente digital. A Associação Brasileira de Lawtechs e Legaltechs identificou sete características fundamentais do Direito 4.0, incluindo democratização do conhecimento jurídico, interpretação inovadora, fim do argumento de autoridade, criatividade, resolução ágil de disputas, empatia, relevância e acesso, além da capacidade de conexão, abstração e análise¹¹.

Entretanto, o desafio enfrentado reside na proteção de dados. Ronaldo Lemos, ao abordar os desafios éticos na utilização de inteligência artificial no Direito, destaca que: Um dos grandes desafios éticos da utilização de inteligência artificial no Direito é a proteção dos dados. Como o trabalho é feito com a análise de informações coletadas, é importante que os dados sejam confiáveis e que a privacidade dos envolvidos seja preservada."¹²

Dado o contexto proposto acima, o presente trabalho tem como pergunta: *qual o impacto das tecnologias disruptivas no direito internacional econômico e suas esferas?*

11 cf. FERRARI; BECKER, 2020, p. 202

12 cf. LEMOS RONALDO. **Direito e Tecnologia**: 2019. Rio de Janeiro: Editora FGV.

O trabalho tem por *objetivo geral* contextualizar e dissecar o panorama envolvendo tecnologias disruptivas e sua aplicação em inúmeros pontos da economia mundial, bem como no direito internacional econômico. Para alcançar tal objetivo, serão *objetivos específicos*: a) *identificar* na literatura e analisar as tecnologias empregadas na reestruturação do cenário jurídico internacional; b) Elucidar *como* as tecnologias disruptivas atuam em múltiplos setores da sociedade econômica e como diariamente transformam as relações comerciais; c) *investigar* na literatura os principais desafios na aplicabilidade das tecnologias e os impactos já reparados até então;

A *metodologia* de pesquisa aplicada, qualitativa e descritiva, uma vez que investiga e descreve a ocorrência de fenômenos específicos (GIL, 2008) – no caso, a utilização de tecnologias disruptivas no contexto econômico internacional, além da sua inserção em âmbito jurídico; além disso, aplicou-se a revisão sistemática de literatura, a qual de acordo com Brereton, apresenta como resultado o cenário atual de uma determinada área de pesquisa. Isso é realizado por meio de uma busca sistemática em bases científicas, ou seja, seguindo um protocolo detalhado e bem definido, com o objetivo de identificar e analisar todos os estudos relevantes presentes nas mesmas. Os artigos encontrados são então avaliados segundo critérios definidos pelos pesquisadores, de forma a manter apenas aqueles que sejam considerados relevantes para a revisão¹³.

A organização deste trabalho está centrada em quatro capítulos, incluído este que compreendeu o contexto, o problema, os objetivos e a metodologia selecionada.

No *capítulo 1*, será apresentada a definição detalhada do que são as Tecnologias Disruptivas, nuances e conceitos derivados; também será objeto de estudo do capítulo a contextualização e, por consequência, a aplicabilidade atual no cotidiano.

No *capítulo 2*, serão apresentados exemplos de tecnologias disruptivas como *BlockChain*, *Inteligência Artificial* e a *Internet das coisas (IoT)*, bem como a intensidade com que cumprem o seu papel.

No *capítulo 3*, serão abordados os reais impactos que os dispositivos do capítulo anterior apresentam nos mais diversos setores da economia mundial e do direito, como a saúde, educação, indústria e justiça.

No *capítulo 4*, apontados o contexto, exemplos, e impactos nos capítulos anteriores, terá lugar no capítulo final, os desafios inerentes ao uso de tais tecnologias e a dependência de sua

utilização; ainda, serão discutidas questões éticas e oportunidades emergentes, bem como a perspectiva de evolução contínua possibilitada pelas tecnologias disruptivas.

13 cf. BRERETON, P. et al. *Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain*.

2 DEFININDO AS TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS E CONTEXTUALIZAÇÃO

Com base nos conceitos, teorias e sistematizações derivadas da observação empírica do economista Joseph Schumpeter (1997, 2003), juntamente com os desenvolvimentos e novas abordagens introduzidas pelo professor Clayton Christensen (1997, 2003), destaca-se a "Teoria do Desenvolvimento Econômico". Nesse contexto, a compreensão do ciclo econômico, a identificação das novas combinações como impulsionadoras do desenvolvimento e a aplicação do conceito de destruição criativa emergem como as principais contribuições de Schumpeter.

O economista austro-húngaro Joseph Schumpeter propugnava pela integração da economia com a sociologia como meio de aprimorar a compreensão das teorias econômicas. Ele argumentava que a abordagem matemática, predominante na época, não se revelaria suficiente para apreender a complexidade intrínseca à dinâmica econômica.

O ciclo econômico delineado por Schumpeter foi minuciosamente explorado em "A Teoria do Desenvolvimento Econômico: Uma Investigação sobre Lucros, Capital, Crédito, Juro e o Ciclo Econômico," publicado em 1911. Durante o período que abrange o final do século XIX e o início do século XX, testemunhamos a introdução de inovações significativas, como a lâmpada, o automóvel e o telefone. Essas soluções desempenharam papéis essenciais nas transformações políticas globais, contribuindo para o fortalecimento dos Estados Unidos como uma potência econômica proeminente. Foi nesse contexto de mudanças profundas que Schumpeter desenvolveu sua compreensão do ciclo econômico¹⁴.

Inicialmente, a economia é concebida em um estado de equilíbrio, onde cada oferta encontra sua correspondente demanda e todas as transações comerciais são atendidas. Durante o período subsequente de consumo, esse processo se repetiria. O sistema econômico, por si só, não passaria por alterações automáticas. Pode-se visualizar que, ao término do período econômico, os produtos de todos os indivíduos se agrupam em um local específico, sendo distribuídos conforme princípios preestabelecidos. Essa suposição é bastante aceitável até esse ponto, uma vez que não acarreta mudanças substanciais nos fatos. Podemos afirmar, então, que cada indivíduo contribui para esse amplo reservatório social e, posteriormente, recebe algo em retorno. Cada contribuição corresponde a uma reivindicação de outro indivíduo em algum ponto do sistema, sendo a quota de cada um disponibilizada em algum lugar (SCHUMPETER, 1997, p. 28)¹⁵.

A estabilidade prevista no modelo de fluxo circular contínuo e constante também é aplicável aos valores, conforme a visão de Schumpeter (1997). Ele sustenta que os valores surgem da interação entre o indivíduo e a sociedade, ambos exercendo influência e sendo influenciados reciprocamente. Schumpeter ressalta que os preços não representam o valor social de um produto ou serviço, mas constituem apenas o desfecho de processos moldados pela pressão de diversas valorações individuais (SCHUMPETER, 1997). Ao reconhecer a variedade de motivos para o consumo, Schumpeter resume a atividade econômica como um processo direcionado para a satisfação de necessidades¹⁶.

No entanto, esse equilíbrio é quebrado pelo fenômeno do desenvolvimento, fundamentalmente caracterizado pela inovação e pela transformação. Geralmente, as inovações no sistema econômico não se manifestam de modo que as novas necessidades surjam espontaneamente nos consumidores, e, em seguida, o aparato produtivo se ajusta em resposta a essa pressão. Em vez disso, é o produtor que, normalmente, instiga a mudança econômica, educando os consumidores conforme necessário. Eles são, por assim dizer, orientados a desejar novidades, ou coisas que se diferenciam em algum aspecto daquelas às quais estavam acostumados (SCHUMPETER, 1997).¹⁷

O autor ainda destaque cinco cenários em que a inovação e/ou novas combinações são o motor principal do desenvolvimento:

- 1) Introdução de um novo bem ou uma nova qualidade de um bem; 2) Introdução de um novo método de produção ou comercialização; 3) Abertura de um novo mercado; 4) Conquista de uma nova fonte de oferta de matéria-prima; 5) Estabelecimento de uma nova organização em uma indústria, como a criação de um monopólio, ou a fragmentação de uma posição de monopólio (SCHUMPETER, 1997).

14 cf. SCHUMPETER, Joseph A. **Teoria Do Desenvolvimento Econômico**: Uma Investigação Sobre Lucros, Capital, Crédito, Juro E O Ciclo Econômico. São Paulo: Editora Nova Cultural Ltda., 1997.

15 *ibid.* São Paulo, 1997, p. 28.

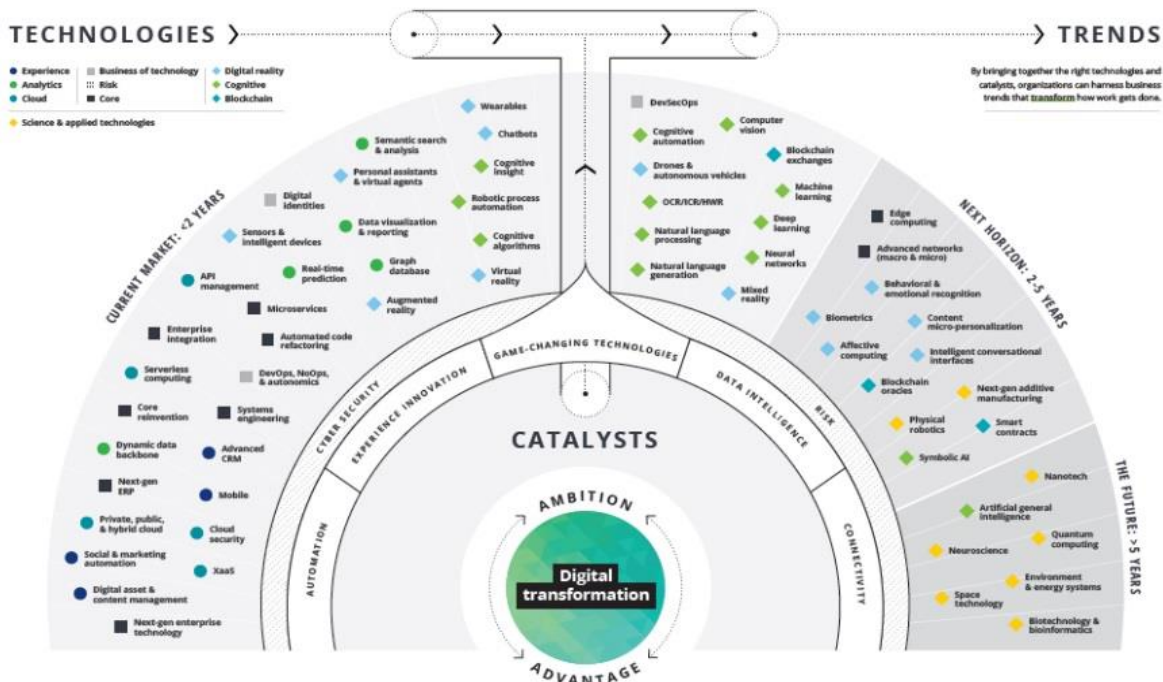
16 *ibid.* São Paulo, 1997, p. 67.

17 *ibid.* São Paulo, 1997, p. 76.

Por fim, e não menos importante, "Capital" não representa o acervo de bens tangíveis de uma comunidade, mas sim uma reserva monetária que concede ao empreendedor o "domínio" sobre os elementos de produção, redirecionando-os de antigas ocupações para os novos propósitos demandados pela inovação. Refere-se à "quantidade de meios de pagamento prontamente transferíveis aos empresários" a qualquer momento. Esses fundos de capital são obtidos através das instituições bancárias que geram crédito.

Para Napoleoni (1973)¹⁸, o crédito desempenha, no sistema schumpeteriano, o mesmo papel que uma autoridade planejadora desempenha numa economia centralizada: nesta economia, através de uma ordem da autoridade, os recursos são desviados do emprego corrente para novas formas de utilização e na economia capitalista o crédito nas mãos do empresário permite que o mesmo utilize para seus fins parte da riqueza do sistema.

Sendo assim, nos últimos anos, tem havido um considerável influxo de tecnologias emergentes em várias esferas. Em decorrência disso, a gama de utilizações de uma tecnologia para a modernização e a transformação digital de uma organização é extensa¹⁹. A figura 1 exemplifica essa afirmação.



Fonte: Deloitte (2019)

18 cf. NAPOLEONI, Cláudio. **A teoria econômica no século XX**. Rio de Janeiro, Presença, 1973.

De acordo com a Deloitte, três inovações tecnológicas emergiram como agentes de disrupção. Essas tecnologias têm um significativo potencial transformador, desde que sejam efetivamente implementadas em variados cenários organizacionais, superando os desafios iniciais inerentes a cada uma²⁰. A realidade digital encontra-se cada vez mais inserida no contexto empresarial em sua estrutura base, de tal maneira que tecnologias vistas como avanços tecnológicos dez anos atrás, hoje são tratadas como corriqueiras, aliado ao fato de que semanalmente surgem novas tecnologias capazes de utilizarem o posto de disruptoras.

A realidade digital, o Blockchain e as tecnologias cognitivas apresentam desafios e oportunidades inovadoras. Mesmo organizações originadas no ambiente digital estão buscando maneiras de incorporar essas novas tecnologias em seus procedimentos. Contudo, o principal obstáculo repousa sobre as empresas, e até mesmo nos governos, que não surgiram no contexto digital. Muitas empresas que tiveram sua origem pré-digital agora reconhecem a necessidade de passar por um processo de Transformação Digital para manterem sua competitividade.

A utilização de tecnologias digitais tornou-se fator imprescindível no mundo empresarial, bem como no cenário jurídico. Se por um lado empresas de múltiplos setores adotaram a tecnologia como motor de desenvolvimento, o direito internacional passou por transformações da mesma maneira. No âmbito jurídico, as tecnologias disruptivas têm desempenhado um papel significativo na transformação do setor. Estas inovações tecnológicas têm o potencial de redefinir as práticas tradicionais e otimizar a prestação de serviços legais.

O machine learning aliado à inteligência artificial propiciam ferramentas que podem analisar grandes volumes de dados legais, realizar pesquisas jurídicas, prever resultados de casos, e automatizar tarefas rotineiras, proporcionando eficiência e economia de tempo; *Legaltech* e *Lawbots*: Empresas de tecnologia jurídica que oferecem soluções inovadoras para otimizar processos legais, desde a automação de documentos até plataformas de resolução de disputas online.

Há, ainda, espaço para outras concepções do que são tais tecnologias disruptivas.

Na visão de Drucker e Christensen (2015), são reconhecidas como força de disrupção: A tecnologia, definida como aplicação empiricamente comprovada do conhecimento;

20 cf. DELOITTE INSIGHTS. **Digital reality in government**: How AR and VR can enhance government services. Local: editora, 2019.

A globalização, vista como a crescente expansão das relações sociais interdependentes entre todas as regiões do mundo; as mudanças demográficas que ocorrem com a crescente urbanização, o crescimento das cidades, o aumento dos índices de desenvolvimento humano e os fenômenos migratórios massivos que afetam a estrutura do mercado de trabalho e o desenvolvimento económico dos países e regiões²¹.

À medida que os ciclos de processos tendem a encurtar, as necessidades de mão de obra, os arranjos de horários de trabalho e, por conseguinte, os métodos de remuneração e incentivos passam por modificações. Novas tecnologias de produção e prestação de serviços, respaldadas por robótica, inteligência artificial, nanotecnologia e computação quântica, exigem mudanças significativas tanto no conteúdo quanto nos sistemas educacionais. Isso leva as empresas a ajustarem os conjuntos de habilidades de seus colaboradores e, assim, a adaptarem suas abordagens na gestão de talentos humanos.

As recentes inovações em tecnologia da informação e telecomunicações também impactam as atividades administrativas e de suporte. Muitas tarefas anteriormente desempenhadas por pessoal dedicado à coleta, organização ou processamento de informações estão sendo substituídas por facilidades oferecidas no ambiente digital. Da mesma forma, alteram a maneira como a empresa interage com clientes, bancos e outras instituições financeiras. Uma mudança notável ocorre na diminuição da necessidade de presença física em instalações de serviço, influenciando futuras decisões sobre a localização dessas instalações. Os sistemas de gestão de estoque em armazéns estão cada vez mais sendo substituídos por sistemas robóticos, e já são evidentes transformações nas operações de transporte, distribuição e entrega, impulsionadas pela disseminação de drones e veículos autônomos²².

O termo “tecnologia disruptiva” é multisetorial e, sendo assim, é capaz de inserir-se em todas as ramificações cotidianas. E, como este trabalho tem cunho jurídico, passamos a análise de pontos evolutivos trazidos pela tecnologia. O direito é, simultaneamente, um reflexo e um resultado de cada comunidade que, contemporaneamente, o molda e é moldada por ele. A compreensão circunstancial do universo pelos indivíduos, dessa forma, gera-lhe evidentes influências e modificações.

21 cf. DRUCKER, P. &. (2015). **On innovation**. Massachusetts: HBR.

22 cf. CASTILLO COTO, A. L. (2018). **Un acercamiento al impacto de las tecnologías disruptivas**. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 1(3), 63-71.

Baseando-se nessa premissa, Tércio Sampaio Ferraz Jr.²³ recorre a Hannah Arendt, em seu trabalho "A condição humana", para elaborar a tese de que, no atual contexto burocratizado das sociedades ocidentais, o direito se revela como "um fenômeno decisório, uma ferramenta de poder, e a ciência jurídica como uma tecnologia"²⁴. É intrigante observar, portanto, especialmente em um ensaio voltado para a regulamentação de tecnologias emergentes, que, nos dias atuais, o próprio campo jurídico deve ser encarado como uma tecnologia social. Ele desempenha o papel de um sistema organizador de meios para alcançar objetivos socialmente desejáveis, em uma relação pragmaticamente instrumentalizada.

Assumindo a caracterização de tecnologia social, torna-se mais evidente no campo jurídico a atenção voltada para sua eficácia, a partir das análises sociológica e econômica. Isso ocorre na medida em que o direito necessita considerar não apenas sua própria implementação, mas também as repercussões sociais dela resultantes²⁵. A legitimidade dos enunciados jurídicos gerados por nossa sociedade, portanto, está condicionada primordialmente à sua utilidade prática, à capacidade de instrumentar objetivos previamente estabelecidos, como proferir decisões e promover interesses públicos legalmente especificados, entre outros²⁶.

Reconhecer essa funcionalidade não implica em desvalorizar o direito ou questionar sua integridade. Pelo contrário, é uma forma de admitir uma realidade existente e facilitar a criação de conceitos e modelos jurídicos mais alinhados com essa perspectiva. Significa orientar esforços para harmonizar a teoria com a prática. Esse processo é semelhante ao que deve acontecer em relação às novas tecnologias que têm um impacto significativo na vida contemporânea. No campo jurídico, essas tecnologias não devem encontrar uma abordagem antiquada que, presa a formas de viver do passado, se coloque apenas como um obstáculo imóvel ao seu progresso.

23 cf. FERRAZ JR., Tércio Sampaio. **Introdução ao estudo do Direito**: técnica, decisão, dominação. São Paulo: Atlas, 2010, p. 2.

24 cf. ARENDT, Hannah. **A condição humana**. Tradução de Roberto Raposo. Pós-fácio de Celso Lafer. 10 ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2007.

25 cf. TEUBNER, Gunther. **After legal instrumentalism**: strategic models of post-regulatory law. In: TEUBNER, Gunther. *Dilemmas of Law in the welfare state*. Berlin, Walter de Gruyter, European University Institute, Series A-Law 3, 1986, p. 306.

26 cf. FERRAZ JR., Tércio Sampaio. **Introdução ao estudo do Direito**: técnica, decisão, dominação. São Paulo: Atlas, 2010, p. 64

À medida que o fenômeno disruptivo avança, provocando mudanças e, eventualmente, consolidando-se para estabelecer bases sólidas, também desencadeia transformações sociais. Isso resulta no aumento do apelo para que o sistema jurídico seja influenciado, ajustando-se às demandas dos atores econômicos antigos e novos, consumidores, e todos aqueles com interesses nas disputas em questão. Nesse momento, a funcionalidade do direito é convocada a desempenhar seu papel, enfrentando o desafio de não reprimir as inovações, mas sim permitindo o desenvolvimento que elas oferecem. Contudo, esse desafio deve ser enfrentado sem negligenciar outros valores que também requerem proteção, tais como a promoção da concorrência, a segurança nacional e individual, a preservação da propriedade, a garantia dos direitos adquiridos, bem como a salvaguarda da privacidade.

De maneira geral, existem pelo menos dois motivos particulares pelos quais as inovações disruptivas desafiam o sistema jurídico: (i) frequentemente, elas se posicionam em lacunas dos regimes jurídicos existentes, incorrendo em custos menores e, assim, potencialmente adquirindo uma vantagem competitiva sobre os agentes econômicos já consolidados no mercado para atingir resultados econômicos positivos de forma mais rápida e substancial; e (ii) utilizando principalmente plataformas digitais e canais de comunicação, como a internet, avançam de maneira a expandir exponencialmente suas atividades rapidamente, tornando-se "grandes demais para serem banidas" (*too big to ban*)²⁷.

O *WhatsApp*, aplicativo de comunicação que viabiliza a troca de mensagens instantâneas por smartphones, exemplifica claramente esse ponto. Inicialmente concebido para a troca de mensagens escritas, o aplicativo expandiu suas funcionalidades para incluir a transferência de mensagens multimídia. Além disso, passou a permitir a realização de chamadas de voz, tudo isso apoiado em uma rede de dados fornecida por operadoras de telefonia móvel e utilizando o número de telefone celular do usuário.

²⁷ A expressão é uma clara alusão ao título do livro *Too big to fail*, formulado em referência às empresas que, por assumirem proporções muito grandes em seus mercados, teriam em sua eventual falência um risco sistêmico que comprometeria muito mais do que apenas sua própria atividade empresária, obrigando a um resgate pelo governo em hipóteses como essa. A expressão *too big to ban* foi empregada por WOHLSEN, Marcus. *Uber's Brilliant Strategy to Make Itself Too Big To Ban*. *Wired*. (Jul.) 2014. Disponível em: . Acesso em: 27 fev 2024.

O serviço cresceu de forma colossal desde sua implantação. Para que se tenha a dimensão, no início de 2016, alcançou a marca de mais de 1 bilhão de usuários ativos apenas no Brasil²⁸. Autodenominando-se como uma empresa de internet com sede no exterior, a regulação jurídica destinada às operadoras de serviços de telefonia móvel pessoal, imposta por lei e pela ANATEL, não incidiria de maneira clara sobre o WhatsApp. A empresa não estaria sujeita aos encargos regulatórios setoriais da categoria, como tributos, taxas regulatórias e demais parâmetros operacionais. Além disso, essa situação gera um impasse com as operadoras de telefonia, que acusam o WhatsApp de desviar suas principais receitas por meio do serviço de comunicação por chamadas de voz, em razão de um fato adicional: até o momento, o aplicativo não cobra de seus usuários e tampouco possui qualquer outra fonte de receita²⁹.

O caso da empresa mencionada acima figura um bom exemplo, com finalidade digital, de como determinadas bases operam em terreno concreto, promovendo serviços e trocas no mundo dos fatos que geram disputa, provocando o direito a exercer seu papel de equalizador das relações sociais. Com efeito, cabe ao jurídico proteger e promover a proteção de direitos fundamentais, utilizando-se de ferramentas, ou combinação delas, que se revelem mais bem habilitadas a gerarem os incentivos mais adequados para se alcançar as finalidades socialmente pretendidas.

Assim, a solução mais plausível em eventos como esse é a advento da regulação. Isso porque, como conceitua Marcos Juruena Villela Souto: “A função regulatória deve ser exercida de forma equidistante dos interesses, com vistas a um ponto ótimo, que concilie os interesses de consumidores, fornecedores e do Poder Público”³⁰. Dessa maneira, cumprirá à regulação, em tais casos, viabilizar o avanço tecnológico, o desenvolvimento e a prestação de serviços de maior qualidade aos seus consumidores, ao mesmo tempo em que deverá tutelar a concorrência, tanto permitindo novos entrantes quanto impedindo práticas anticompetitivas pelos agentes econômicos envolvidos, velhos ou novos.

28 cf. FOLHA DE SÃO PAULO. **WhatsApp chega a 1 bilhão de usuários**. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/tec/2016/02/1736093-whatsapp-chega-a-1-bilhao-de-usuarios.shtml>

29 cf. BBC. **Como o WhatsApp grátis pretende ganhar dinheiro**. Disponível em: <<http://www.bbc.com>>. Acesso em: 27 fev 2024.

30 cf. SOUTO, Marcos Juruena Villela. **Função Regulatória**. Revista Diálogo Jurídico, Salvador, CAJ – Centro de Atualização Jurídica, n. 11, fev. 2002. Disponível em: <<http://www.direitopublico.com.br>>. Acesso em: 28 fev 2024

É sempre relevante revisitar os elementos que caracterizam uma tecnologia como disruptiva ou não: (i) ser mais do que um aprimoramento incremental, gerando uma transformação drástica no mercado que, por consequência, frequentemente resultará em uma significativa redução, ou até mesmo na eliminação, dos participantes de mercado anteriormente estabelecidos, como exemplificado pelo impacto dos iPods para os fabricantes de walkmans, por exemplo; e (ii) proporcionar não apenas novos produtos, mas também novos modelos de negócios (como notavelmente observado na estrutura de negócios implementada atualmente, destacando empresas como a Uber e Airbnb).²⁷.

A ruptura pode ser iniciada não apenas por recém-chegados ao mercado, mas também por participantes econômicos já estabelecidos, que, ao reformular seu próprio nicho de atuação, encontram um ambiente propício para liderar o setor renovado. Isso fica evidente no exemplo da Nespresso, em que a Nestlé, uma empresa já presente no setor, redefiniu a maneira de preparar café, causando um impacto significativo na rotina diária de milhões de pessoas²⁸. O conceito fora concebido há quase três décadas atrás, mas é preciso olhar ainda mais longe na história para notar eventos de inovações tecnológicas que promovam a chamada destruição criativa e, com isso, enfrentem a resistência do *status quo*.

Retornando ao século XVI, é exemplarmente ilustrativo o relato apresentado por Daron Acemoglu e David Robinson sobre a criação de uma máquina de tricotar que substituiria a atividade manual e individual por um processo mecanizado na produção têxtil. De acordo com os autores, em 1583, William Lee teria retornado de seus estudos na Universidade de Cambridge para se tornar o pároco local em Calverton, Inglaterra. Nesse período, Elisabeth I (1558-1603) havia decretado que seus súditos sempre usassem um barrete de tricô. Lee percebeu que as tricoteiras fabricavam essas peças de vestuário item a item, o que consumia muito tempo. Ao observar sua mãe e irmãs trabalhando com agulhas, Lee teve então a ideia que marcou o início da mecanização da produção têxtil: se cada peça era confeccionada por duas agulhas e uma linha de fio, por que não usar várias agulhas para guiar o fio?

31 cf. OCDE. Jeremy West. **Hearing on disruptive innovation**. 2015, p. 2-3. Disponível em: <https://www.oecd.org/> . Acesso em: 20 fev 2024.

32 cf. OCDE. Jeremy West. **Hearing on disruptive innovation**. 2015, p. 4. Disponível em: <https://www.oecd.org/> . Acesso em: 20 fev 2024.

O insight conduziu-o à fixação pela criação de uma máquina que libertasse as pessoas da incessante atividade manual de tricotar. Em 1589, sua invenção, a máquina de tricotar meias, foi concluída. Cheio de entusiasmo, Lee alugou um edifício em Londres para instalar a máquina e buscou uma audiência com Elisabeth I para demonstrar o quanto ela poderia ser útil, ao mesmo tempo solicitando uma patente para proteger a ideia contra possíveis cópias por terceiros. Utilizando representantes no Parlamento e no Conselho Privado, Lee conseguiu que a Rainha Elisabeth visitasse a máquina, mas a reação dela foi devastadora; não apenas recusou conceder a patente, mas também o repreendeu: "Que audácia, Senhor Lee. Pense nas consequências que tal invenção poderia causar aos pobres súditos. Certamente, levaria à sua ruína, privando-os de empregos e tornando-os mendigos". Desanimado, Lee mudou-se para a França em busca de oportunidades; após enfrentar insucessos lá também, retornou à Inglaterra e solicitou a patente a Jaime I (1603-1625), sucessor de Elisabeth. Jaime I também recusou, utilizando a mesma justificativa de Elisabeth²⁹.

Acemoglu e Robinson são certos em suas considerações a partir do caso, desenvolvendo raciocínio que pode ser replicado para o que atualmente se experimenta com o movimento de resistência ante as inovações efervescentes na sociedade contemporânea³⁰:

A reação à genial invenção de Lee destaca o ponto central deste livro. O receio da destruição criativa é a principal razão pela qual não ocorreu uma melhoria sustentada nos padrões de vida entre as revoluções neolítica e industrial. A inovação tecnológica contribui para a prosperidade das sociedades humanas, porém também implica na substituição do antigo pelo novo, assim como na destruição dos privilégios econômicos e do poder político de alguns. Para alcançar um crescimento econômico duradouro, são necessárias novas tecnologias e novos métodos de realizar tarefas (...). No final das contas, não foi a preocupação com o destino dos possíveis desempregados devido à invenção de Lee que levou Elisabeth I e Jaime I a recusarem a patente; foi o medo de perderem politicamente - isto é, o receio de que aqueles prejudicados pela máquina pudessem gerar instabilidade política e ameaçar o seu poder.

33 cf. ACEMOGLU, Daron; ROBINSON, James. **Por que as nações fracassam**: as origens do poder, da prosperidade e da pobreza. Trad. Cristiana Serra. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012, p. 143.

34 cf. ACEMOGLU, Daron; ROBINSON, James. **Por que as nações fracassam**: as origens do poder, da prosperidade e da pobreza. Trad. Cristiana Serra. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012, p. 144.

Outro exemplo notável, que superou as resistências oponentes e provocou uma ruptura profunda com a situação existente, está na substituição da tração animal em leitos carroçados por locomotivas a vapor operando em trilhos metálicos, as ferrovias. Na verdade, a máquina a vapor já tinha sido aprimorada por James Watt em 1769, marcando o início da substituição da força humana ou animal pela pressão gerada pelo vapor. Contudo, foi em 1804 que Richard Trevithick construiu e testou um veículo capaz de se deslocar sobre trilhos utilizando a alta pressão do vapor, assemelhando-se às locomotivas modernas, mas foi apenas em 1825, no entanto, que ainda na Inglaterra se deu a utilização de tração mecânica quando da inauguração da empresa ferroviária Stockton & Darlington, após a locomotiva a vapor ter sido aperfeiçoada por George Stephenson, conferindo-lhe maior aderência aos trilhos³¹.

Este breve relato histórico do cenário em que as ferrovias surgiram e se expandiram aborda o impacto abrangente que tiveram na sociedade, cativando entusiastas e provocando inquietações entre aqueles que percebiam nelas uma ameaça significativa às suas práticas de manufatura, transporte por tração animal ou embarcações, entre diversas outras atividades. Desde sua concepção, as ferrovias foram associadas ao desenvolvimento e progresso. Romperam com o estado estabelecido e, por conseguinte, adquiriram a denominação de revolucionárias.

Em última análise, as inovações que transformam radicalmente as abordagens anteriormente adotadas pelos seres humanos são movimentos intrínsecos à própria existência e desenvolvimento da humanidade e da sociedade. Essas evoluções tornam-se progressivamente mais complexas, dependendo da inventividade criativa capaz de aprimorar tarefas e enfrentar os novos desafios por meio de abordagens anteriormente inimagináveis. Nesse sentido, o contexto no qual essas inovações emergem molda circunstâncias essenciais para compreender as forças motrizes por trás das transformações.

Na contemporaneidade, destacam-se principalmente: (i) os impactos de uma crise financeira global; (ii) o excedente de produtos de posse individual decorrente de uma sociedade caracterizada pelo consumo intensivo; e (iii) notáveis avanços tecnológicos, incluindo os na área de comunicação, que facilitam a integração global de mercados e a tradicional transição de inovações militares para o cenário civil e empresarial. Por estas razões, as inovações disruptivas na atualidade podem ser atribuídas, em grande parte, a: (i) expansão da economia compartilhada; (ii) evolução de plataformas tecnológicas; e (iii) introdução de novos métodos para desempenhar funções já existentes, como é o caso dos drones.

A economia compartilhada envolve a troca de excesso de capacidade de ativos de propriedade individual por remuneração em uma escala que não seria possível sem o uso de tecnologias modernas.⁴⁵ Seus exemplos mais atuais: Airbnb e Uber. Nos dois casos, o ativo econômico transacionado é a capacidade ociosa, seja para hospedagem ou transporte³².

E por que esse tipo de abordagem, simultaneamente, encontra espaço em um contexto de crise financeira e depende do progresso de plataformas tecnológicas? Existem duas razões principais: (i) a crise financeira implica a necessidade de buscar outras fontes de renda para a subsistência. Na ausência de recursos, nada é mais eficaz do que otimizar a utilidade econômica do que já está disponível; e, por sua vez (ii) as plataformas tecnológicas assumem a responsabilidade de conectar as partes envolvidas, conferindo escala às transações ao criar efeitos de rede e, além disso, oferecem um sistema de incentivos capaz de promover controle mútuo e confiança entre os participantes da transação.

2.1 As revoluções industriais como ponto de partida para a “disrupção”

O avanço das tecnologias da informação e sua integração nos procedimentos de produção vem revolucionando a indústria convencional, elevando-a a um novo nível de progresso organizacional. Com o intuito de explorar as vantagens dessas tecnologias para reforçar a competitividade no cenário global, uma reorientação nos métodos de fabricação está sendo no centro de um debate mundial. Tratam, portanto, de dispositivos “inteligentes” aos quais podem se comunicar de forma autônoma ao longo de uma cadeia de valores.

A primeira revolução industrial, que teve início no final do século XVIII, assinalou a passagem dos métodos de fabricação artesanais para processos mecanizados. Essas alterações não apenas transformaram a economia, incrementando a eficiência produtiva, mas também impactaram significativamente o cotidiano das pessoas. Desde então, a indústria tem experimentado metamorfoses tanto em seus mecanismos de produção quanto em suas práticas de gestão.

35 cf. CASTRO, Bertholdo de. **Na trilha das ferrovias**. Rio de Janeiro: RELER, 2005, p. 12; e SANTOS, Sílvio dos. **Transporte ferroviário: história e técnicas**. São Paulo: Cengage Learning, 2011, p. 2

36 cf. BOTSMAN, Rachel. **The sharing economy lacks a shared definition**. Fast Company. 2013. Disponível em: Acesso em: 25 fev 2024.

A revolução industrial foi um período de grande desenvolvimento tecnológico que teve início na Inglaterra, na segunda metade do século XVIII, e se espalhou pelo mundo, causando grandes transformações. Ela garantiu o surgimento da indústria e consolidou o processo de formação do modelo mais aceito no mundo contemporâneo, o capitalismo.³⁷

Na visão de Peter Burnham, o capitalismo industrial marcou o desenvolvimento do sistema fabril de produção, caracterizado por uma complexa divisão do trabalho entre e dentro do processo de trabalho, além da rotina das tarefas de trabalho. Posteriormente, o modo de produção capitalista passou a ser robotizado³⁸. No âmbito social, a revolução industrial foi um marco transformador do sistema social, uma vez que os estados envolvidos em trocas e comércio dificilmente entrariam em conflito³⁹.

Durante o processo de revolução da indústria, A incorporação de novas tecnologias tornou-se um elemento crucial para o crescimento e atualização, o que despertou o interesse dos proprietários das indústrias em ampliar constantemente seus ganhos. Nesse cenário, o paradigma industrial original passou por transformações significativas. Caracterizou-se pela descoberta implementação da eletricidade, transformação do ferro em aço, o surgimento e modernização dos meios de transporte, o avanço dos meios e comunicação, o desenvolvimento da indústria química e de outros setores. Como resultado, maiores lucros, especialização do trabalho e ampla utilização de tecnologias⁴⁰.

37 cf. Zimbalist, Sherman and Brown, Andrew, Howard J. and Stuart (outubro de 1988). **Comparing Economic Systems: A Political-Economic Approach**. [S.l.]: Harcourt College Pub. pp. 6–7. ISBN 978-0-15-512403-

38 cf. BURNHAM, Peter (2003). **Capitalism: The Concise Oxford Dictionary of Politics**. [S.l.]: Oxford University Press.

39 cf. Michael Doyle no seu pioneiro trabalho, "Kant, Liberal Legacies, and Foreign Affairs", *Philosophy and Public Affairs* (1983) 205, 207–208, aplicou a a teoria àqueles chamados "estados liberais" que definiu como "Estados com alguma forma de democracia representativa, uma economia de mercado baseado em direitos de propriedade privada, e proteção constitucional de direitos civis e políticos." A teoria é ocasionalmente chamada a "Teoria liberal de Paz" Por exemplo, Clemens Jr., Walter C. *Teoria da Complexidade como uma Tool for Understanding and Coping with Ethnic Conflict and Development Issues in Post-Soviet Eurasia*. *International Journal of Peace Studies*.

40 cf. SILVA, M. C. A. da.; GASPARIN, J. L. **A Segunda Revolução Industrial e suas influências sobre a Educação Escolar Brasileira**. 2015.

Entre as principais características da segunda revolução industrial, encontram-se a inserção dos modelos produção. O modelo *fordista* teve como grande novidade técnica e em termos de organização da produção no chão de fábrica foi a introdução da esteira rolante, que ao fazer o trabalho chegar ao trabalhador numa posição fixa, conseguiu dramáticos ganhos de produtividade. A implementação do fordismo não significou apenas um novo modo de organização racional do trabalho e da produção, mas também a constituição de um novo modo de vida. O intuito de Ford além de dominar a capacidade produtiva, era dominar o aspecto ideológico que para David Harvey significava⁴¹:

“produção de massa significava consumo de massa, um novo sistema de reprodução da força de trabalho, uma nova política de controle e gerência da força de trabalho, uma nova estética e uma nova psicologia, em suma, um novo tipo de sociedade democrática [...]. O Fordismo equivaleu ao maior esforço coletivo para criar, com velocidade sem precedentes, e com uma consciência de propósito sem igual na história, um novo tipo de trabalhador e um novo tipo de homem. Os novos métodos de trabalho são inseparáveis de um modo específico de viver e de pensar a vida”.

A introdução da esteira rolante surgiu na tentativa de dar ritmo e controle ao trabalho, que por outro lado, gerava extremo desgaste aos trabalhadores. A indústria Ford exige uma discriminação, uma qualificação, para os seus operários que as outras indústrias ainda não exigem; um tipo de qualificação diferente, nova, uma forma de consumo de força de trabalho e uma quantidade de força consumida no mesmo tempo médio mais onerosa e extenuante do que as outras empresas.

A origem do fordismo está intimamente ligada aos fundamentos do taylorismo, que estabeleceu uma clara distinção entre planejamento e execução, assim como uma minuciosa divisão de tarefas, visando aumentar a eficiência e a produtividade nas fábricas. Esses princípios envolvem uma rígida padronização dos ritmos e dos movimentos, uma estrita segregação entre o labor manual e intelectual, e o controle meticuloso do tempo dedicado a cada operação, entre outras técnicas e métodos de trabalho. Cabe observar ainda que, durante o período de expansão do fordismo, os ganhos de produtividade do modelo foram, em boa parte, repassados para os assalariados, tanto de forma direta, como aumento dos salários, quanto indireta, por meio do Estado do bem-estar social keynesiano⁴².

41 cf. HARVEY, David. **Condição Pós-Moderna**. São Paulo:1992, Loyola

42 cf. LIPIETZ, A. O. **Audácia**: uma alternativa para o século XXI. São Paulo,1992. SP: Nobel.

Desde os anos 30, o mundo capitalista encontrou uma solução para uma crise econômica, apoiando-se na intervenção estatal, que passa a regular, normatizar e também a fornecer bens e serviços para a sociedade. Nos países subdesenvolvidos, eufemisticamente designados como emergentes, a crise de 30 foi superada por meio da atuação do Estado, que passa a operar não apenas fabricando insumos básicos, mas também sendo parceiro e investidor em inúmeros projetos considerados prioritários para o desenvolvimento dessas economias nacionais. Um dos principais indicadores de que a crise econômica já vinha de longa data em algumas das principais economias capitalistas foi a queda da produtividade do trabalho. Tais indicadores podem ser encontrados nas falas de Pindyck e Rubinfeld⁴³:

Durante o período pós-Segunda Guerra Mundial, dois aspectos têm sido particularmente preocupantes para os norte-americanos. Primeiramente, nos Estados Unidos, o aumento da eficiência tem ocorrido de forma menos veloz em comparação com a maioria das outras nações desenvolvidas. Em segundo lugar, para todas as nações desenvolvidas, o crescimento da eficiência nos últimos vinte anos tem sido consideravelmente mais reduzido do que foi no período anterior.

O subsequente crescimento econômico dos países europeus resultou em pleno emprego na Europa Ocidental durante os "Trinta Gloriosos", entre 1946 e 1976, caracterizando um período de notável avanço econômico. Segundo Eric Hobsbawm, durante essa fase de expansão global, os "Anos Dourados", houve melhorias substanciais nas condições de emprego e renda para os trabalhadores em muitos países, elevando os índices de educação, expectativa de vida e bem-estar. No entanto, é relevante destacar que os países menos desenvolvidos não compartilharam do mesmo progresso. Apesar disso, a Alemanha Ocidental e o Japão, que foram completamente devastados pela Segunda Guerra Mundial, lograram se recuperar dos estragos sofridos e emergiram como potências industriais e tecnológicas, atingindo patamares elevados de desenvolvimento humano a partir de meados da década de 1960⁴⁴.

Silva et. al., (2002) esclarecem que a Terceira Revolução Industrial surge como consequências dos avanços tecnológicos do século XX e XXI. Os autores explicam que mais do que um desejo tecnológico a Indústria 3.0 trouxe uma renovação no processo econômico, político e social, com grande dinamismo e alta complexidade⁴⁵.

43 cf. PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia**. São Paulo: Makron Books, 1994.

44 cf. HOBBSAWM, Eric. **A era dos extremos**. 2ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1999. p. 253.

Diante das notáveis descobertas e avanços tecnológicos, a Terceira Revolução Industrial, conhecida também como Revolução Técnico-Científica e Informacional, é caracterizada pelo surgimento de novas formas de inovação tecnológica. Estas são evidenciadas pelos progressos na área da computação, automação, comunicações, transporte, biotecnologia, química avançada e nanotecnologia⁴⁶. Ainda que amplamente notáveis tais avanços,

Nas economias ocidentais, durante os anos 70, as empresas enfrentam um agravamento do quadro econômico devido à diminuição na procura por produtos industrializados. Isso resulta em um aumento do excesso de capacidade ociosa e dos custos fixos. Diante desses desafios, buscam uma maior racionalização dos investimentos e reduzem o quadro de funcionários, o que contribui para o aumento do nível de desemprego, já elevado em comparação com períodos anteriores de maior crescimento econômico.

Buscam-se novas estratégias tecnológicas para reduzir despesas e aumentar a eficiência, tais como a ampliação da utilização da microeletrônica, automação, realocação de fábricas e encerramento de unidades consideradas inadequadas e dispendiosas. Adicionalmente, surge a competição japonesa nas décadas de 70 e 80, que apresentava melhores resultados devido à sua antecipação às mudanças organizacionais e tecnológicas desde os anos 50. De acordo com Harvey (1992)⁴⁷:

A profunda recessão de 1973, agravada pela crise do petróleo, claramente sacudiu o mundo capitalista da letargia sufocante da "estagflação" (estagnação na produção de bens com alta inflação de preços) e desencadeou uma série de processos que minaram o compromisso fordista. Como resultado, as décadas de 70 e 80 foram um período tumultuado de reconstrução econômica e ajustes sociais e políticos. Dentro do cenário social criado por todas essas oscilações e incertezas, uma série de novas experiências nos campos da organização industrial e da vida social e política começaram a surgir. Essas experiências podem representar os primeiros sinais da transição para um regime de acumulação totalmente novo, associado a um sistema de regulação política e social claramente distinto.

Nas principais economias capitalistas, as mudanças podem ser resumidas nos pontos abaixo descritos, conforme a visão de Diehl e Vargas (1996, p. 97-98):

45 cf. SILVA, D. B. da. et al. **O Reflexo da Terceira Revolução Industrial na Sociedade**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2012, Curitiba. Curitiba, ABEPRO, 2012.

46 cf. BOUCHERAT, X. **Industry 4.0 and the rise of smart manufacturing**. Automotive Megatrends Magazine, Q2, p. 59-61, 2016

47 cf. HARVEY, David. **A condição pós-moderna**. São Paulo: Loyola, 1992

- a). Indústria microeletrônica como novo paradigma tecnológico, liderada pelo Japão.
- b). Terceirização do processo produtivo, expulsando custos das empresas.
- c) Competição baseada em qualidade e diferenciação de produtos.
- d) Implementação de sistemas flexíveis de organização produtiva e trabalho, com maior integração e cooperação entre empresas.
- e) Integração mais estreita entre financiamento, fornecimento e produção, comandada por grandes empresas oligopolistas.
- f) Surgimento de empresas concentradas, multiindustriais, com um importante braço financeiro, operando internacionalmente.

Essa nova maneira de atuação do capital, segundo Passos (1996), resultou nas seguintes modificações⁴⁸:

1. Crescimento exponencial da interligação dos mercados financeiros, cambiais e de capitais das principais praças financeiras globais. A impressionante capacidade de processamento, transmissão e armazenamento de informações em tempo real pelos sistemas computacionais contemporâneos, combinados com uma extensa rede de telecomunicações via satélite, possibilita que até mesmo pequenos operadores participem diretamente ou por intermediários em diversos mercados globais, praticamente em tempo real;
2. A intensificação das estratégias competitivas internacionais dos poderosos oligopólios industriais, que já dominam os principais e mais dinâmicos mercados globais, resulta em uma concentração renovada da concorrência em torno de um reduzido número de empresas americanas, europeias e japonesas. Estas empresas praticamente controlam o mercado mundial em setores como automobilístico, aeronáutico, farmacêutico, eletrônico de consumo, petroquímico, material elétrico pesado, metais não ferrosos, químico pesado, bens de capital personalizados, equipamentos de medição e outros que formam o núcleo dinâmico das sociedades industriais. As barreiras à entrada de novos empreendedores nesses setores estão se tornando ainda mais significativas;
3. Reorganização dos sistemas de controle das corporações oligopolistas globais, visando a redução das margens de decisão nos vários níveis hierárquicos de suas redes internacionais de subsidiárias. Por meio da telemática, a gestão empresarial adquire uma dimensão global direta. Aquisição de matérias-primas e sua transformação,

armazenamento e transporte são geridos em redes logísticas globais, enquanto componentes e subconjuntos de peças padronizadas otimizam os recursos localizados em diversos países. Plantas industriais são realocadas com base na complementaridade do mercado global, não mais apenas como redes de produção integradas em níveis nacionais. Especificações de produtos são estabelecidas de forma unificada em escala global (por exemplo, o carro global), ao mesmo tempo em que há uma diferenciação crescente para atender às diversas necessidades e preferências dos clientes em cada país. Por fim, há uma intensa reconcentração das atividades de pesquisa e desenvolvimento de processos e produtos em centros de pesquisa tanto públicos quanto privados nos países onde a base científica e tecnológica é mais avançada;

É importante destacar que embora tais empresas, seja de interesse público ou privado, ao passo que lançavam novas tecnologias no mercado mundial, era através de um processo interno que seu desenvolvimento principal ocorria. O processo de criação de novos mecanismos beirava a clandestinidade, uma vez que dificilmente a criação de um produto completamente novo era oriundo da alta administração⁴⁹. Diante da impossibilidade de engenheiros emplacarem suas ideias em grande escala, novas empresas foram surgindo no mercado - as *Start-ups*. Assim como a empresa de origem, tinham notável dificuldade em atrair novos clientes e compradores, fato que passou a ser contornado a medida que tais empresas passaram a focar seus recursos em mercados alternativos, incertos, atendendo a características específicas de clientes.

A introdução de um novo valor ou necessidade na economia gera perturbações e desencadeia uma busca por equilíbrio. A inovação é imitada ou replicada de maneira similar, restabelecendo o equilíbrio temporariamente, até que uma nova combinação de tecnologias ou métodos de produção surja, reiniciando o ciclo.

48 cf. PASSOS, Carlos Artur Kruger. **Indústria brasileira e globalização**: alguns desafios a enfrentar. Curitiba, 1996.

49 cf. CHRISTENSEN, Clayton M. **O dilema da inovação**: quando novas tecnologias levam empresas ao fracasso. Rio de Janeiro, p. 87. 2023.

O ímpeto de mudança que transforma a economia, desmantelando estruturas antigas e gerando novos paradigmas, é o que Schumpeter denomina *destruição criativa* ou *criadora*. Para exemplificar o processo de transformação industrial, ele menciona a transição da energia produzida por rodas d'água para as usinas modernas, e também a evolução dos serviços postais, começando com carruagens e culminando em trens e aviões⁵⁰.

Considerando o conceito de destruição criativa, a dinâmica da competição ideal revela um prognóstico mais negativo. A implementação de novos métodos de produção e bens inovadores é praticamente impensável sob as condições da competição perfeita. Sob a competição perfeita, os preços são maleáveis, enquanto no monopólio, são fixos. No entanto, no contexto da destruição criativa, preços flexíveis podem acarretar desastres fatais. Na competição perfeita, não há margens de lucro excedentes, mas no ambiente capitalista, esses lucros assumem novas funções vitais. A competição perfeita não é apenas impraticável, mas também inferior, incapaz de ser considerada um paradigma de eficácia⁵¹.

Tal qual toda a obra de importante relevância, inúmeros os críticos discorreram sobre as ideias Schumpeterianas, sejam elas de maneira positiva/complementar, ou através de críticas.

Rosenberg, por exemplo, ressaltou que no processo dinâmico do progresso tecnológico, certas discrepâncias e instabilidades são essenciais para que uma inovação técnica, de fato, estimule o crescimento econômico. É indubitável, afirma o autor, que essas discrepâncias despertam a atenção dos colegas para resolver os desafios decorrentes desse novo cenário⁵².

As ideias de Schumpeter foram fundamentais para a elaboração da obra de Clayton Christensen, anteriormente citada “O dilema da Inovação”. Através da obra, Christensen constata que:

- a) o investimento em tecnologias de sustentação ao invés das tecnologias disruptivas; b) a falta de observação de que as tecnologias podem avançar mais rápido que a demanda do mercado; c) o entendimento de que o investimento em tecnologias disruptivas não é uma decisão financeira racional

50 cf. SCHUMPETER, Joseph A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1984;

51 cf. ROSENBERG, Nathan. **Inside the black box: technology and economics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1982. 304p.

Por assim dizendo, o conceito de tecnologias disruptivas estaria mais associado a um processo de inovação revolucionária, pela introdução no mercado de novos produtos ou serviços com melhores características ou menor custo para o consumidor⁵³:

As tecnologias disruptivas trazem ao mercado uma proposta de valor diferente da que estava disponível anteriormente. Geralmente, tecnologias disruptivas apresentam desempenho inferior aos produtos estabelecidos no *mainstream*. Mas eles têm outras características que alguns clientes marginais (e geralmente novos) valorizam. Produtos baseados em tecnologias disruptivas são normalmente mais baratos, mais simples, menor e, frequentemente, mais conveniente para uso (CHRISTENSEN, 1997, p. 11).

De acordo com a primeira observação de Christensen ao direcionar os seus recursos de pesquisa para o desenvolvimento de tecnologias de sustentação, a organização melhora o seu serviço, mas esquece da possibilidade de criar novos mercados ou do surgimento de soluções muito mais inovadoras e capazes de resolver a necessidade do consumidor com maiores benefícios, como mais conforto ou menor custo.

Na segunda constatação, compreende-se que o aumento das pesquisas visando oferecer produtos superiores aos concorrentes ou garantir margens melhores acaba por proporcionar ao consumidor mais do que ele requer ou está disposto a pagar. O avanço da tecnologia de suporte surge posteriormente e ultrapassa o que o segmento de mercado de alto padrão solicita. No contexto da tecnologia disruptiva, a demanda por aprimoramentos surge no segmento de mercado de menor renda após o avanço tecnológico, o que assegura que a demanda seja atendida no momento adequado.

Na terceira constatação do autor, sobre investir em tecnologias disruptivas, não recebe boa compreensão, visto que essas tecnologias são normalmente mais simples e baratas, geralmente produzem pouco lucro, margens mais baixas e são comercializadas em mercados emergentes ou insignificantes.

Na continuidade da discussão sobre o impacto estrutural econômico, Christensen aponta uma série de tecnologias que ao decorrer do tempo foram modificadores importantes no cerne da indústria.

52 cf. CHRISTENSEN, Clayton M. **O dilema da inovação**: quando novas tecnologias levam empresas ao fracasso. Rio de Janeiro, p. 11. 1997.

O primeiro estudo de caso levantado pelo autor diz respeito aos discos rígidos. Observa-se como as empresas líderes de mercado em discos rígidos foram desafiadas e eventualmente superadas por novas tecnologias que inicialmente não atendiam às necessidades dos clientes principais⁵⁴. O argumento construído é simples, mas de grande relevância, partindo do ponto que:

“Aqueles que estudam genética evitam estudar humanos”, ele observado. Porque as novas gerações surgem apenas a cada trinta anos ou mais, leva muito tempo para entender o causa e efeito de quaisquer alterações. Em vez disso, eles estudam as moscas das frutas, porque são concebidos, nascem, amadurecem e morrem tudo em um único dia. Se você quiser entender por que algo acontece nos negócios, estude a unidade de disco indústria, essas empresas são o que há de mais próximo de frutas moscas que o mundo dos negócios algum dia verá. (CHRISTENSEN, 2016 p.44)

Com essa colocação, compreende-se que o estudo dos discos rígidos foi escolhido por Christensen devido à velocidade com que esse setor evoluiu, proporcionando exemplos práticos de inovação conforme ele a define. Além disso, busca entender como as empresas desse setor enfrentaram as mudanças e quais foram as estratégias bem-sucedidas que adotaram para adaptar seus produtos, visando entregar o melhor aos seus consumidores. É fundamental analisar tanto os esforços que tiveram êxito quanto aqueles que fracassaram, bem como os motivos por trás desses resultados.

Antes de entender como esses avanços foram realizados, é necessário descrever a função de um disco rígido dentro de um computador. Esse é um dos componentes utilizados para armazenar dados em um computador, operando de forma similar a um toca-discos, com eletroímãs, responsáveis pela leitura e gravação do conteúdo no disco. Dentro dele, há dois motores elétricos: um responsável pelo posicionamento das cabeças e outro que regula a atividade a ser realizada, seja de armazenamento ou de leitura, respectivamente.

A gravação ou leitura ocorre através da rotação, quando a mudança acontece rapidamente, a polaridade das cabeças do disco é invertida, gerando uma corrente elétrica que, ao passar pelo sistema, determina a atividade a ser executada. Essa polaridade é baseada no sistema binário, com 1 representando positivo e 0 representando negativo, o que permite que, quando flui para a cabeça de leitura, a atividade ocorra, e a atividade oposta seja realizada da mesma forma. Portanto, entende-se que a unidade de disco é o componente que possibilita a leitura e gravação nos discos rígidos dos computadores.

53 cf. Harvard Business Review Press.

Em 1956, a IBM introduziu o IBM 350 Disk Storage Unit, parte do sistema RAMAC (Random Access Method of Accounting and Control). Este foi o primeiro disco rígido, utilizando discos magnéticos para armazenar dados. Ele possuía 50 discos de 24 polegadas e tinha uma capacidade de armazenamento de aproximadamente 5 megabytes. Os discos giravam a 1200 RPM, e o acesso aos dados era feito através de cabeças móveis.

O principal motivo da IBM ter desenvolvido a primeira unidade de disco foi para que pudesse suprir suas próprias necessidades, mas o que não era previsto ou esperado era de que com isso surgiria uma indústria de discos rígidos paralela, que seria capaz de suprir dois mercados distintos, sendo eles o PCM (*plug-compatible market*), o mercado compatível com plugues e OEM (*original equipment market*), sendo este o mercado de equipamentos originais⁵⁴.

Ambos os mercados possuíam objetivos distintos. No PCM, o enfoque estava na produção de cópias aprimoradas dos discos rígidos da IBM, vendendo-os diretamente aos consumidores da empresa, porém a um preço mais baixo. Em contraste, enquanto concorrentes como Control Data e Univac estavam integrados e trabalhando na produção de suas próprias unidades de disco, surgiram novas companhias. Um exemplo é a Nixdorf, que iniciou este segundo mercado de equipamentos originais, conhecido como OEM.

No contexto do PCM (Fabricantes de Marcas Próprias), empresas como a Nixdorf aproveitaram a oportunidade para criar um mercado de equipamentos originais (OEM), fornecendo componentes ou produtos completos para outras empresas, que então os vendiam sob suas próprias marcas. Essas empresas OEM não estavam simplesmente copiando os produtos da IBM; elas estavam desenvolvendo versões aprimoradas ou adaptadas que atendiam a nichos específicos do mercado ou ofereciam preços mais competitivos. Isso contrasta com as estratégias de empresas integradas como Control Data e Univac, que fabricavam suas próprias unidades de disco e competiam diretamente com a IBM.

Com isso, durante os anos 70, o mercado se desenvolve como Christensen coloca: Em 1976, foram produzidos cerca de US\$ 1 bilhão em unidades de disco, das quais a produção cativa representava 50% e a PCM e OEM cerca de 25% cada.”⁵⁵.

54 cf. IBM Archives: **IBM 350 disk storage unit**. 23 de Janeiro de 2003.

55 cf. CHRISTENSEN, Clayton M. **O dilema da inovação**: quando novas tecnologias levam empresas ao fracasso. Rio de Janeiro, p. 48, 2016.

Mantendo a abordagem sobre a tecnologia e tecnologias disruptivas, importante discorrer sobre a aplicação de mobilidade: Uber. Criada em 2009 por Travis Kalanick e Garrett Camp em São Francisco, a empresa Uber utiliza um aplicativo móvel para conectar passageiros com motoristas que transportam pessoas em troca de uma remuneração financeira. A Uber segue o modelo tradicional de pagar uma empresa para transportar um indivíduo de um ponto A para um ponto B. Assemelha-se ao serviço oferecido pelos taxistas, embora alguns o classifiquem como um serviço de carona paga, podendo os motoristas do Uber usar seus veículos pessoais para transportar os passageiros⁵⁶.

Os motoristas são solicitados diretamente pelo aplicativo, utilizando os serviços de geolocalização e conexão móvel dos smartphones. A Uber categoriza os tipos de veículos e a estrutura tarifária conforme a preferência do cliente. O serviço mais popular é o UberX, que tem menor custo e utiliza veículos que não são considerados de luxo. Como opção intermediária, há o Uber Select, que oferece carros mais confortáveis. A opção Black Car é mais sofisticada, exigindo um sedã preto com bancos de couro para maior conforto. O SUV oferece um veículo maior, com capacidade para até seis pessoas. Outros tipos de serviços incluem o Uber Bag e o Uber Pool, que permite compartilhar a corrida com outros passageiros que estão indo na mesma direção. Além disso, há variações do serviço voltadas para a entrega de encomendas, como o UberEATS, que possibilita ao parceiro realizar a entrega de comida usando sua bicicleta.

No contexto da Uber, há benefício mútuo. Para o motorista, ao se cadastrar como potencial motorista, uma série de verificações são realizadas para determinar se o motorista está qualificado para utilizar a plataforma de serviços do Uber. Para dirigir, o motorista precisa ativar o aplicativo, e não há um tempo mínimo ou máximo diário ou semanal para que ele trabalhe, oferecendo assim flexibilidade de horário para que possa trabalhar conforme sua conveniência. Após aceitar a solicitação de um cliente, o aplicativo exibe na tela as informações necessárias, e o motorista precisa confirmar a corrida. Em seguida, o aplicativo informa quem é o passageiro e onde ele está localizado. A empresa Uber permite que o parceiro defina seus próprios horários, efetuando o pagamento pelas corridas realizadas pelo motorista semanalmente⁵⁷.

Ainda, como forma de viabilizar caso o potencial parceiro não possua carro próprio, a Uber oferece opções de veículos para locação, prontos para uso, com os custos de manutenção e seguro já incluídos no valor da mensalidade. Além disso, os motoristas recebem descontos exclusivos em postos de combustível e oficinas mecânicas. Os parceiros da Uber também têm acesso a descontos na compra de aparelhos telefônicos e planos de celular. A empresa ainda

oferece descontos aos motoristas para a aquisição de novos veículos, através de parcerias com diversas concessionárias.

Para os clientes, há uma extensa lista de comodidades: **Viagens Agendadas:** Os clientes podem agendar viagens com até 30 dias de antecedência, garantindo que terão um carro disponível quando precisarem; **Diversidade de Veículos:** Há uma variedade de tipos de veículos para escolher, incluindo UberX, Uber Planet, UberXL, Uber *Black*, entre outros, atendendo a diferentes necessidades e preferências; **Perfil Familiar:** Permite concentrar as viagens de familiares em uma única conta, facilitando o acompanhamento dos destinos e centralizando o pagamento; **Segurança:** A Uber realiza checagem de antecedentes criminais de todos os motoristas parceiros, buscando oferecer maior segurança aos usuários; **Vouchers:** Os clientes podem receber vouchers para cobrir custos de viagens e pedidos, o que pode ser uma forma de fidelização ou incentivo por parte de empresas; **Uber Central:** Uma ferramenta que permite solicitar viagens para terceiros, mesmo que eles não tenham o aplicativo da Uber instalado, ideal para empresas que desejam oferecer viagens a clientes ou colaboradores; **Pagamentos e Relatórios:** Os usuários têm acesso a relatórios detalhados com os dados das viagens e podem acompanhar os gastos mensais de forma simplificada⁵⁸.

Novas combinações ou inovações, segundo Schumpeter, que caracterizam o desenvolvimento econômico, podem ser observadas na trajetória de crescimento da empresa Uber. O movimento oposto, que busca barrar esse progresso relatado pela mídia, representa a instabilidade prevista por Schumpeter na busca por um novo equilíbrio no fluxo econômico. O surgimento de uma nova qualidade de um bem ou serviço – primeiro caso de combinação para o desenvolvimento econômico – pode ser visto no modelo de negócios da Uber através das opções de escolha do veículo que realizará o transporte. A personalização do serviço, de acordo com o tipo de carro e o nível de conforto desejado pelo cliente, é uma característica distinta do que já existia no mercado.

A abertura de um novo mercado é identificada por Schumpeter como a terceira possível combinação para o processo de destruição criativa das soluções preexistentes. A constatação de que o Uber promoveu a abertura de um novo mercado foi observada no artigo publicado pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE), datado de dezembro de 2015, “Rivalidade após entrada: o impacto imediato do aplicativo Uber sobre as corridas de táxi porta-a porta” escrito por Luiz Alberto Esteves.

Esteves avaliou o impacto econômico imediato da chegada do Uber nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Brasília. Para isso, utilizou dados de corridas de dois aplicativos de táxi durante 31 dias em 2014 e os mesmos dados por 31 dias em 2015, após a entrada do Uber. Como grupo de controle, observou Porto Alegre e Recife, cidades onde o Uber ainda não estava presente. Os resultados obtidos não fornecem qualquer evidência de que o número de corridas de táxis contratadas nos municípios do grupo de tratamento tenha apresentado desempenho inferior ao do grupo de controle (sem a presença do aplicativo Uber no período após sua entrada). Em termos de exercícios empíricos aplicados à política antitruste, isso significa que não podemos sequer assumir (pelo menos nos períodos aqui analisados) a hipótese de que os serviços prestados pelo aplicativo Uber estivessem (até maio de 2015) no mesmo mercado relevante dos serviços oferecidos pelos aplicativos de táxi 99taxi e Easy Taxi⁵⁹.

Na teoria de Schumpeter, o mercado anterior à inovação encontra-se bem posicionado, é lucrativo, não tem grandes quedas nem grandes crescimentos e geralmente assume uma posição de monopólio, o que representa uma fonte de investimentos mais segura. Esse mercado não desaparece instantaneamente. Em um momento inicial, o novo mercado não é tão lucrativo pois depende de investimentos, mas tem grande potencial de crescimento e de retorno financeiro. Com o passar do tempo o novo mercado cresce e o mercado antigo diminui ao ponto de precisar se adaptar ou ser destruído. A utilização das tecnologias móveis como um novo método de comercialização do transporte de passageiros caracteriza a adaptação do mercado de táxis.

Apesar de inúmeros benefícios trazidos pela chegada da empresa de mobilidade urbana, muitos foram as dificuldades encontradas. Quando se instalou no Brasil no ano de 2014, houve uma nítida resistência de um mercado até então monopolizado, bem como dificuldades do Direito no enquadramento da plataforma às normativas existentes. Na França, diretores da plataforma chegaram a ser presos, sendo os mesmos condenados a indenizar a União Nacional de Táxis⁶⁰. A matéria virou tema de estudo anual do Conselho de Estado francês⁶¹.

A Comissão Europeia noticiou recentemente que estuda desafiar, como violadora dos Tratados da EU, a Lei Thevenoud, de 2014, que dispõe que os carros com motoristas devem retornar a uma base entre as corridas, restringe o uso de softwares para encontrar clientes nas ruas e proíbe serviços sem licenças, entre outras medidas⁶².

A Uber opera em Portugal desde 2014, em Lisboa, Porto e na região do Algarve, com um serviço de veículos de alta gama e um modelo econômico. A sua chegada ao país não foi bem recebida pelos taxistas, assim como ocorreu em outros países. Em abril de 2015, em resposta à ação cautelar movida pela Associação Nacional dos Transportes Rodoviários em Automóveis Ligeiros (ANTRAL), que acusava a empresa americana de violar as regras de acesso e exercício da atividade e de concorrência, o Tribunal Cível de Lisboa ordenou o encerramento do seu site⁶³. No dia 10 de outubro de 2016, mais de 6 mil taxistas saíram às ruas em protesto contra a plataforma Uber, resultando em grandes tumultos. Um motorista da Uber chegou a ter seu carro apedrejado. Esta foi a maior manifestação de taxistas contra a Uber até então. Embora tenha enfrentado dificuldades legais em Portugal, a Uber agora opera em 18 localidades portuguesas, incluindo Braga, Coimbra, Évora, Lisboa, Porto, Viseu e toda a região do Algarve.

Outra questão levantada é de que muitos motoristas sequer moram nos endereços fornecidos a Uber, gerando insegurança nos usuários. A empresa também é destaque negativo no quesito de reclamações de seus condutores, devido ao comportamento insultuoso e agressivo de alguns motoristas⁶⁴.

57 cf. UBER. **Dirigir com a UBER, tem suas vantagens**. 2018. Disponível em:<<https://www.uber.com/pt-BR/>>. Acesso em: 26. mai. 2024.

58 cf. UBER. **A viagem que você procura**. 2018. Disponível em:<<https://www.uber.com/pt-BR/ride/>>. Acesso em: 26. abr. 2024

59 cf. ESTEVES, Luiz Alberto. **Rivalidade após entrada**: o impacto imediato do aplicativo Uber sobre as corridas de táxi porta-a-porta. Brasília: Departamento de Estudos Econômicos - Dee, 2015. Disponível em: <[http://www.cade.gov.br/upload/Rivalidade após entrada - o impacto imediato do aplicativo Uber sobre as corridas de táxi.pdf](http://www.cade.gov.br/upload/Rivalidade%20ap%C3%B3s%20entrada%20-%20o%20impacto%20imediato%20do%20aplicativo%20Uber%20sobre%20as%20corridas%20de%20t%C3%A1xi.pdf)>. Acesso em: 27 mai. 2024.

60 cf. HARTMANN, Christian. **Diretores do Uber são presos em Paris**; entenda por que o serviço é ilegal. RFI, jun.2015. Disponível em: <http://br.rfi.fr/franca/20150629-diretores-do-uber-sao-presos-em-paris-entenda-por-que-oservico-e-ilegal>. Acesso em: 25 abr. 2024.

61 cf. CONSEIL D'ÉTAT. Étude annuelle 2017. **Puissance publique et plateformes numériques: accompagner l' "ubérisation"**. 2017. Disponível em: <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapportspublics/174000714.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2024.

Em que pese os inúmeros benefícios advindos da implementação tecnológica aos processos produtivos, um estudo mais aprofundado sobre o avanço da automação e da IA sobre os postos de trabalho torna-se inevitável para que seja possível mitigar os efeitos negativos dessa nova realidade. Como anteriormente mencionado, apesar de os benefícios advindos das IAs, um estudo discorrendo sobre os impactos no setor laboral se torna imprescindível. Ainda que por muitos seja exagerada a preocupação com o desemprego estrutural, diversos postos de trabalho já foram eliminados ou reduzidos devido à adoção de novas tecnologias, uma quantidade cada vez mais significativa de pesquisas científicas tem levado a crer que o que se vivenciará com os avanços proporcionados pela Revolução 4.0 será um cenário sem precedentes.

Para Sérgio Iglesias Nunes de Souza, a IA⁶⁵:

[...] o método cibernético de adoção de soluções por programas de computador não previstos anteriormente pela vontade humana. Assim, através da inteligência artificial há a possibilidade de o sistema do computador adotar soluções baseando-se em situações ou ordens de comando humano anteriores para hipóteses novas semelhantes, com base na experiência adquirida, em um processo de automação da vontade. Contudo, essa vontade não é a vontade humana, mas o desiderato encontrado pela máquina, irrefletida e infértil pela parte, programador ou do seu próprio criador [...].

Assim, surgem dois temas componentes da inteligência artificial: *Machine Learning* e *Deep Learning*. A *Machine Learning*, ou Aprendizagem de Máquina, permite que computadores, utilizando-se de algoritmos, reconheçam padrões e façam previsões sobre determinados fatos e/ou eventos, tomando decisões de forma autônoma, sem que pareça que foram explicitamente programados para isso. Por exemplo, a sugestão de séries e filmes que aparece ao fazer login na Netflix, os vídeos exibidos na página inicial do YouTube, as postagens do Facebook, Twitter e Instagram, e as recomendações de músicas do Spotify são listas personalizadas, geradas a partir de técnicas de Aprendizagem de Máquina que preveem qual a melhor sequência lógica para apresentar os resultados em suas plataformas⁶⁶.

Como citado, há um pensamento de que os empregos dos humanos não irão acabar, pois ainda que algum dia os “robôs sejam melhores em tudo, nós ficaremos com as tarefas em que somos menos-piores, como reza a teoria das vantagens comparativas.”

Assim, máquinas são incapazes de empregar o senso crítico para compreender o mundo da mesma forma que nós, humanos. Por exemplo, a IA do Google Fotos, ao realizar o reconhecimento facial de um casal de pessoas negras, não conseguiu diferenciar a pele humana da pele de um gorila, incluindo uma legenda inadequada na imagem. Portanto, existem habilidades ou capacidades que a IA não conseguirá substituir nos humanos, tais como: paciência, confiança, relacionamento interpessoal, solução de problemas, criatividade, comunicação, ética, consciência, intuição, empatia, co-criação, flexibilidade, otimismo, entre outras.

Por outro lado, “os entes dotados de IA são capazes de sentir empatia”. Estudos indicam que, nos próximos 50 anos, as máquinas irão substituir os humanos em diversas atividades. Por exemplo, operações no mercado financeiro, pesquisas matemáticas, realização de cirurgias, negociações empresariais e trabalhistas serão conduzidas por máquinas, que terão como diferencial a ausência de emoções e a previsibilidade de resultados eficientes. Além disso, prevê-se que as máquinas elaborarão artigos de jornal, apresentarão telejornais, produzirão best-sellers, e redigirão monografias e dissertações, beneficiando-se da capacidade de revisar todos os trabalhos acadêmicos já publicados sobre qualquer assunto em todas as línguas em um curto período⁶⁷. No entanto, essa visão otimista ignora os profundos impactos éticos, sociais e econômicos dessa substituição. A falta de emoções, enquanto vantagem em certos contextos, pode levar a decisões desumanizadas e insensíveis. Além disso, a substituição de habilidades humanas por máquinas ameaça o valor do trabalho intelectual e criativo, e levanta questões sobre a originalidade e autenticidade das produções. A previsão de uma eficiência infalível não considera as limitações e vieses inerentes aos algoritmos, que podem perpetuar erros e injustiças em grande escala.

62 cf. REUTERS. Disponível em: <<http://tecnologia.terra.com.br/comissao-europeia-desafiara-lei-de-taxis-francesa-apos-queixa-do-uber,6c008e2e079c686c43f4d025e25e137e0933mj7s.html>>. Acesso em: 26 maio 2024. O texto da notícia narra a preocupação da Comissão com a preservação da livre concorrência e com a necessidade de se assegurar a permanência do processo de inovação: “Um porta-voz da Comissão disse que o órgão estava analisando como poderia ‘encorajar o desenvolvimento de novos e inovadores serviços e o uso temporário de ativos, sem favorecer um modelo de negócios em detrimento do outro’”.

63 cf. BANCALEIRO, Cláudia. **Uber proibida de operar em Portugal**, 2015. Disponível em:<<https://www.publico.pt/2015/04/28/sociedade/noticia/uber-proibida-de-operar-em-portugal-1693930>>. Acesso em: 26 mai. 2024.

64 cf. Aumentam queixas contra motoristas estrangeiros de TVDE em Portugal. Insegurança durante as viagens está entre as reclamações mais frequentes. Disponível em:<<https://executivedigest.sapo.pt/noticias/aumentam-queixas-contra-motoristas-estrangeiros-de-tvde-em-portugal-inseguranca-durante-as-viagens-esta-entre-as-reclamacoes-mais-frequentes/>>. Acesso em: 26 mai. 2024.

Maior parte das empresas já enfrenta a dualidade evolutiva entre trabalhadores e tecnologia, até que ambos consigam cooperar e trabalharem juntos. A implementação destas novas tecnologias permitirá a realização de atividades e tarefas produtivas que não podem ser realizadas por seres humanos, tais como a edição e análise de dados em massa, ou na substituição do trabalhador em ambientes muito difíceis, insalubres ou perigosos, estando assim a proteger a sua saúde⁶⁸.

A percepção de redução de risco por parte dos trabalhadores é um dos aspectos mais significativos deste estudo e corrobora o ponto de vista de Bossmann, que sugere que, se a transição for viável e bem-sucedida, um dia podemos olhar para trás e considerar o trabalho realizado pelos humanos para a sobrevivência como bárbaro e até desumano⁶⁹. A AESST também menciona que, nas últimas décadas, com o uso da IA, as consequências para a saúde dos trabalhadores foram principalmente físicas (lesões musculoesqueléticas, problemas de visão, dores de cabeça, obesidade e estresse). As lesões musculoesqueléticas têm se tornado mais proeminentes, afetando não apenas os trabalhadores, mas também os jovens que crescem utilizando novas tecnologias.

A perspectiva de Bossmann e da AESST sobre a redução dos riscos físicos devido à adoção da IA é, de fato, relevante. No entanto, há uma necessidade de uma análise mais profunda dos impactos a longo prazo. A visão de que o trabalho humano, necessário para a sobrevivência, será visto como bárbaro e desumano é uma simplificação que desconsidera as complexidades e o valor do trabalho humano além da mera sobrevivência. Trabalhos manuais e físicos têm um valor cultural, psicológico e social que não pode ser facilmente substituído por máquinas.

Ademais, embora a IA possa mitigar alguns riscos físicos, ela não elimina todos os perigos e pode introduzir novos tipos de estresse e problemas de saúde mental, como ansiedade devido à insegurança no emprego e a sensação de desvalorização profissional. A dependência excessiva de tecnologias também pode exacerbar problemas de saúde relacionados ao sedentarismo e ao uso prolongado de dispositivos digitais entre jovens.

Portanto, enquanto a redução dos riscos físicos é um objetivo importante, é crucial adotar uma abordagem holística que considere os impactos emocionais, psicológicos e sociais da integração da IA no ambiente de trabalho. A transição para um futuro automatizado deve ser cuidadosamente gerenciada para garantir que os benefícios sejam equitativamente distribuídos e que os novos desafios sejam adequadamente abordados.

Com o advento da automação e da inteligência artificial, o potencial de reduzir tarefas monótonas e repetitivas, exigindo a criação de oportunidades para que as pessoas assumam funções mais complexas. Essa transição do trabalho físico predominante no mundo pré-industrial para o trabalho cognitivo, que caracteriza o emprego estratégico e administrativo em nossa sociedade globalizada⁷⁰, será acompanhada pela necessidade de adaptação de leis e regulamentos. Além disso, é essencial estabelecer acordos coletivos de trabalho harmonizados por grupos operacionais internacionais. O objetivo seria definir normas uniformes para todos os trabalhadores globalmente, como no caso das horas de trabalho.

Tal transição é um processo inevitável, dado o avanço tecnológico e a necessidade de maior eficiência. No entanto, essa transformação não ocorre sem desafios significativos. A substituição de trabalho manual por tarefas cognitivas pode agravar as desigualdades sociais se a capacitação e a educação não forem adequadas e acessíveis para todos os segmentos da população. A adaptação de leis e regulamentos é crucial, mas a implementação prática dessas mudanças pode enfrentar resistência tanto de governos quanto de setores empresariais que podem ver nas novas regras um aumento de custos ou uma perda de competitividade.

Os acordos coletivos internacionais são uma proposta válida para garantir condições de trabalho justas globalmente, mas a viabilidade de tais acordos é complexa. Diferenças culturais, econômicas e políticas entre países podem dificultar a uniformização de normas trabalhistas. Além disso, garantir o cumprimento dessas normas em um cenário global pode ser desafiador, exigindo um esforço coordenado e um mecanismo de fiscalização eficaz.

Portanto, enquanto a visão de um futuro onde a tecnologia liberta os trabalhadores de tarefas tediosas e cria novas oportunidades é atraente, é fundamental considerar os obstáculos práticos e sociais que precisam ser superados para que essa transição seja equitativa e benéfica para todos.

65 cf. SOUZA, Sérgio Iglesias Nunes de. **Responsabilidade civil e a inteligência artificial nos contratos eletrônicos na sociedade da informação**. Revista dos Tribunais, São Paulo, v. 877, ano 97, nov. 2008, pág.33-34.

66 cf. HINOHARA, Luciane. **Inteligência Artificial, Machine Learning e Deep Learning**. In: PINHEIRO, Patrícia Peck. Direito digital aplicado 3.0. São Paulo: Thompson Reuters Brasil, 2018. pág. 40.

67 cf. BARBOSA, Mafalda Miranda. **Inteligência Artificial e Blockchain: Desafios para a Responsabilidade Civil**. Revista de Direito da Responsabilidade, Coimbra, ano 1, 2019.

68 cf. AESST. **O futuro do trabalho: a robótica**. EU-OSHA, pp. 1-5.

69 cf. BOSSMANN, J. (2016). **Ethical issues in artificial intelligence**.

Além do mais, lucro gerado pelo trabalho realizado pelas máquinas vai inteiramente para a conta dos seus donos. Assim, há uma evidente concentração de riqueza nos países desenvolvidos, causando graves problemas políticos e sociais. Diante disso, alguns pesquisadores sugerem como solução para a sobrevivência das pessoas a aquisição de ações das empresas de tecnologia, com o apoio de incentivos fiscais dos governos. Logo, os acionistas podem simplesmente viver da renda, enquanto as máquinas produzem.

A inteligência artificial (IA) e o aprendizado de máquina são considerados métodos avançados no setor industrial. No entanto, há uma carência de evidências concretas que comprovem a eficácia dessas técnicas e demonstrem um retorno sobre o investimento (ROI) atrativo para os acionistas das empresas. Além disso, os resultados gerados pelos algoritmos de aprendizado de máquina estão diretamente ligados à competência dos desenvolvedores. Conseqüentemente, o êxito na aplicação da IA no setor industrial ainda é restrito, enfrentando diversas barreiras e limitações para o avanço de novas pesquisas que possam transformar esse campo em uma disciplina focada na criação, validação e utilização do aprendizado de máquina para aumentar a eficiência produtiva.

O desenvolvimento de pesquisas promove soluções para aplicações industriais e atua como uma ponte que conecta estudos acadêmicos e indústrias que implementa^{71 72}. Assim, este estudo tem como objetivo investigar as barreiras e limitações na aplicação de IA no setor industrial, propondo uma estrutura metodológica que possa ser adotada para validar e aplicar o aprendizado de máquina de forma eficaz, garantindo um retorno sobre o investimento atrativo para os acionistas e promovendo a eficiência produtiva.

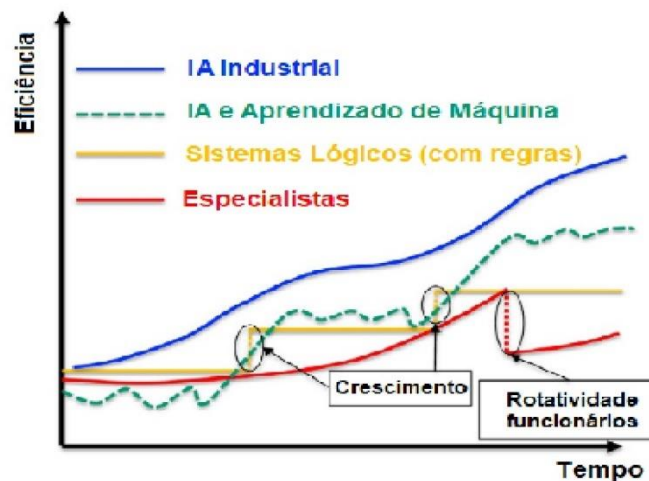
Há alguns elementos importantes da inteligência artificial industrial a serem considerados: I) Tecnologia Analítica; II) Tecnologia de Big Data; III) Tecnologia de computação na nuvem; IV) Domínio do conhecimento; V) Evidência;⁷²

70 cf. OLSHER, D. J. (2015). **New Artificial Intelligence Tools for Deep Conflict Resolution and Humanitarian Response**.

71 cf. LEE, J. et al. **Inteligência artificial na indústria: uma revisão**. Revista de Engenharia, v. 35, n. 2, p. 123-145, 2018.

72 cf. ZHONG, R. et al. **Big Data e Computação em Nuvem na Manufatura**. Journal of Manufacturing Systems, v. 44, p. 200-210, 2017.

A tecnologia analítica é um componente fundamental da inteligência artificial (IA), que, isoladamente, não é eficaz se os demais componentes não estiverem presentes. O Big Data e a Computação em Nuvem são cruciais para fornecerem dados ao sistema de IA. Já o Conhecimento de Domínio e a Evidência são elementos que permitem compreender o problema, fornecer dados relevantes ao sistema de IA preparar o sistema para coletar dados de maneira correta e com qualidade, entender as conexões existentes no sistema e os parâmetros de produção exigidos, e, além disso, validar os dados gerados pelo sistema de IA. A figura 2, (adaptada de LEE, J. et al. 2018), demonstra a eficiência entre um sistema industrial tradicional com IA ao longo do tempo.



O crescimento da eficiência baseada em Especialistas apresenta o menor ganho para as indústrias, uma vez que após superar a curva de aprendizado em determinado momento irá ocorrer a rotatividade do funcionário e, por consequência, perda de parte do conhecimento adquirido previamente. Em relação aos Sistemas Lógicos, considera que o crescimento existe apenas em momentos que novas regras e parâmetros de ajustes são inseridos nos sistemas que suportam o incremento da eficiência. Já os sistemas que possuem IA, com capacidade de resolver problemas, apresentam crescimento após identificar oportunidades de otimização em relação ao cenário atual.

A eficiência baseada em especialistas humanos é considerada como tendo o menor benefício para as indústrias devido à rotatividade de funcionários. Esse ponto é válido, pois a perda de conhecimento é um problema real e significativo quando especialistas saem da empresa. A curva de aprendizado pode ser prolongada e custosa, e a dependência de indivíduos

específicos pode tornar a empresa vulnerável. No entanto, essa abordagem também pode oferecer flexibilidade e insights humanos que sistemas automatizados podem não ser capazes de replicar, especialmente em situações complexas e imprevistas.

Os sistemas lógicos, que dependem de regras e parâmetros fixos, são considerados eficientes apenas quando novas regras e parâmetros são inseridos. Esta observação destaca uma limitação importante: a rigidez dos sistemas lógicos. Embora possam ser extremamente eficazes em tarefas específicas e bem definidas, eles carecem da capacidade de adaptação e aprendizado contínuo. Essa abordagem pode resultar em melhorias incrementais e pontuais, mas pode não ser suficiente para enfrentar mudanças rápidas e dinâmicas no ambiente industrial.

Os sistemas de IA são apresentados como a solução mais promissora, com a capacidade de resolver problemas e identificar oportunidades de otimização. Este é um ponto forte, pois a IA pode aprender e adaptar-se continuamente, oferecendo potencial para melhorias significativas e sustentáveis na eficiência. No entanto, a implementação de IA também enfrenta desafios consideráveis, como a necessidade de grandes volumes de dados de alta qualidade, a complexidade do desenvolvimento e a integração com sistemas existentes. Além disso, a IA pode ser vista como uma "caixa preta", onde a falta de transparência e compreensão sobre o funcionamento interno pode gerar resistência e desconfiança por parte dos usuários

Como visto, a integração entre os processos na indústria 4.0 é essencial. Comumente, adotam-se sistemas avançados, sensores de última geração, acelerado processamento de dados e algoritmos específicos. A implementação de tais ferramentas busca produzir produtos customizados ao menor custo possível e no menor tempo. Além disso, melhorar a infraestrutura já existente e reduzir o problema logístico. A figura 3 (adaptada de de Zhong et al. 2017), apresenta as relações setoriais existentes em uma proposta de indústria 4.0:

I) Desenho inteligente: Busca o rápido desenvolvimento de produtos com auxílio de novas tecnologias, como realidade virtual (VR - Virtual Reality) e realidade aumentada (AR - Augmented Reality). Softwares de desenvolvimento CAD (Computer-aided design) e CAM (Computer-aided manufacturing) possuem funções específicas para interagir com os Espaços ciberfísicos em tempo real;

II) Máquinas inteligentes: A utilização de máquinas inteligentes pode ser alcançada com o auxílio de robôs inteligentes e vários outros dispositivos capazes de coletar informações e comunicar-se uns com os outros em tempo real. Por exemplo, uma máquina inteligente capaz

de coletar dados e enviá-los para um sistema de computação na nuvem, para quando próximo do término de processamento de uma peça sincronizar com as operações subsequentes;

III) Controle em tempo real: Um sistema de produção adaptativo pode ser alcançado com a utilização de espaços ciberfísicos. Controles inteligentes executam comandos para otimizar os resultados em diferentes máquinas inteligentes através de um sistema de computação na nuvem;

IV) Cronograma inteligente: A programação da produção pode ser otimizada incluindo avançados modelos e algoritmos com dados coletados dos sensores e máquinas. A capacidade de cálculo, modelagem e simulação de cenários possibilita melhor utilização dos recursos;

Como mencionado, a indústria 4.0 somado às inteligências artificiais produz ferramentas cruciais em uma cadeia produtiva. A utilização de modelos preditivos, os quais são modelos são construídos a partir de algoritmos que identificam padrões nos dados e extrapolam esses padrões para fazer estimativas sobre eventos futuros. Eles são fundamentais para ajudar as empresas a tomarem decisões informadas, otimizarem processos, reduzirem custos operacionais e melhorarem a eficiência. Aliado a essa ferramenta, a utilização de tecnologias avançadas e estratégicas para gerenciamento de estoque, como os sensores e a *IoT (Internet das Coisas)*.

Entre os anos de 2010 e 2014, as empresas dedicadas ao desenvolvimento e criação de tecnologias de Inteligência Artificial movimentaram, aproximadamente, 5 milhões de dólares, destacando o impacto crescente dessas tecnologias no mercado e na indústria..

Já entre os anos de 2015 a 2016, foram gastos aproximadamente 11,45 trilhões de dólares, usando apenas um limitado número de empresas. Com o passar dos anos, esse número foi cada dia aumentando e isso por alguns motivos. Primeiro, a inteligência artificial restará presente em todo e qualquer processo em uma indústria moderna. Por exemplo, venda global de robôs industriais foi de pouco mais de 50.000 unidades em 2009 para cerca de 225.000 unidades em 2014⁷⁴. O segundo motivo que contribui para essa contínua ascensão é a participação da Índia e da China nesse mercado. O número de robôs industriais vendidos para a Ásia quase chega a triplicar em um intervalo de 5 anos, durante 2010 e as expectativas para 2018.

A China está implementando o ambicioso plano "Made in China 2025", com o objetivo de posicionar o país como líder mundial em tecnologias avançadas, incluindo inteligência artificial (IA), até 2030. Sob este plano, o governo chinês está financiando empresas de IA e instituições de pesquisa para promover o rápido e abrangente desenvolvimento desta tecnologia. O plano foi concebido pelo Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação (MIIT), com a contribuição de 150 especialistas da Academia de Engenharia da China.

Este documento estatal identifica setores prioritários, como: a) novas tecnologias de informação avançadas; b) automação de máquinas e ferramentas; c) equipamentos aeroespaciais; d) biotecnologia e produtos médicos avançados. A estratégia do governo chinês inclui políticas destinadas a acelerar a transferência de tecnologia, requisitos de licenciamento, aquisições estratégicas de empresas estrangeiras e atividades de engenharia reversa⁷⁵.

Já a Índia está adotando a IA em diversos setores, incluindo agricultura de precisão, saúde, educação, serviços financeiros e governança digital. Startups indianas estão desenvolvendo soluções adaptadas às necessidades locais e aos desafios específicos do país, como a prestação de serviços de saúde em áreas remotas e a melhoria da eficiência agrícola. O governo indiano lançou a Estratégia Nacional de IA para estabelecer o país como um líder global em IA até 2030. Esta estratégia visa fomentar o desenvolvimento de tecnologias de IA através de investimentos, parcerias público-privadas e colaborações internacionais.

74 cf. **The rise of the machines**: economic and social consequences of robotization. UniCredit's Economics & FI/FX Research, 2016.

75 cf. O Governo Trump colocou a chinesa Fujian Jinhua numa lista de entidades que não podem comprar produtos de empresas norte-americanas, medida semelhante à adotada contra a também chinesa ZTE. Destaque-se que a Fujian Jinhua está no centro do MIC 2025, por se tratar de uma das maiores fabricantes de chips da China.

Logo, o segunda a Lei de Moore, o aumento da IAs se dá exponencialmente, assim sendo, a produtividade aumenta à medida que as tecnologias da Inteligência Artificial são aprimoradas, o que aumenta, conseqüentemente, o impacto na economia global.

2.2 IA e Economia: Oportunidades e perspectiva na Era da Automação

À medida que a Inteligência Artificial é introduzida na indústria, ela inevitavelmente aumenta a produtividade e, conseqüentemente, a riqueza, ao mesmo tempo em que aumenta a demanda total por empregos. Esse fenômeno segue a mesma lógica de outras tecnologias anteriores: ao aumentar a produtividade, os custos de produção de bens econômicos diminuem, o que por sua vez aumenta a demanda por esses bens. Esse aumento na demanda, aliado à criação de novos setores na indústria, contribui para a criação de novos empregos.

No entanto, a introdução de tecnologias baseadas em Inteligência Artificial apresenta uma peculiaridade significativa: os empregos criados estão sob ameaça. Isso ocorre porque a automação impulsionada pela IA pode substituir algumas funções anteriormente desempenhadas por humanos. Embora a IA crie novas oportunidades de emprego em áreas emergentes e em funções que exigem habilidades complementares às da máquina, há um desafio crescente em garantir que as pessoas tenham as competências necessárias para ocupar essas novas posições⁷⁶.

A literatura recente aponta que as inteligências artificiais têm refletido em maiores lucros, conseqüentemente maiores salários aos trabalhadores, porém não são todos os trabalhadores que usufruem deste ganho salarial. O fato é que as tecnologias beneficiam os trabalhadores de alta qualificação, ao passo que prejudicam o de baixa ou média qualificação. Os trabalhadores altamente qualificados não enfrentam ameaças à automação de seus empregos, ao contrário dos trabalhadores de qualificação média e baixa. Isso se deve ao fato de que esses profissionais executam funções que não podem ser automatizadas. Esse tipo de trabalho, realizado pelos trabalhadores altamente qualificados, é caracterizado como tarefas não-rotineiras e sua automatização é praticamente comprometida. Por outro lado, os trabalhadores com qualificação média e baixa desempenham funções que podem ser automatizadas, o que os coloca em risco de serem dispensados e substituídos por máquinas ou robôs. Em contraste, esse tipo de trabalho, realizado por trabalhadores de baixa e média qualificação, é caracterizado como tarefas rotineiras⁷⁷.

A Indústria 4.0, está trazendo a IoT, para as empresas, com as máquinas interagindo entre si, coletando e analisando dados, podendo armazená-los em nuvem, permitindo ainda, identificar e solucionar problemas sem a interferência humana, tomando decisões eficientes sozinhas. O marco inicial da Indústria 4.0 foi a integração da Internet das Coisas (IoT) e a Internet dos Serviços (IoS) no processo de manufatura. O aumento de dispositivos capazes de se comunicarem entre si e coletarem dados do ambiente e usuários (por exemplo, smartphones, veículos, eletrodomésticos, sistemas de iluminação, entre outros), em conjunto com Big Data, computação em nuvem e novas tecnologias para processamento de dados, abrirá espaço para a criação de novos modelos de negócios e poderá transformar o relacionamento entre empresas, clientes e fornecedores. Serão modificadas as divisões entre indústria e serviços, assim como as fronteiras industriais.

Dito isso, fica evidenciado que a mão de obra será substituída parcialmente. É inevitável que as empresas exijam a flexibilidade de seus colaboradores em lidar com a tecnologia, além de demonstrar interesse em atualizarem-se constantemente em relação as novas funções iminentes. Porém, aqueles os quais apresentarem dificuldades de adaptação, estarão em alto risco de exclusão social. E isso, acaba por refletir em algo frequente em nossa sociedade: Profissionais altamente qualificados são aqueles que possuem elevados níveis de educação, geralmente oriundos de famílias cuja renda é suficiente para proporcionar esse acesso. Por outro lado, profissionais de baixa e média qualificação vêm de famílias cuja renda não cobre os custos de uma educação de alto nível. Como os salários dos trabalhadores altamente qualificados tendem a aumentar, enquanto os rendimentos dos trabalhadores de baixa e média qualificação tendem a estagnar ou diminuir, a desigualdade de renda, já existente, tende a se acentuar.

Ao associar a alta qualificação exclusivamente à capacidade financeira de uma família, subestima-se o potencial e talento dos indivíduos provenientes de contextos econômicos mais desfavorecidos. Além disso, essa visão ignora a necessidade de políticas públicas eficazes que democratizem o acesso à educação de qualidade para todos, independentemente da renda familiar.

76 cf. BODDY, D.; HERSHBEIN, B.; KEARNEY, M. **The future of work in the Age of the Machine**. The Hamilton Project, 2015.

77 cf. MARCOLIN, L; MIROUDOT, S.; SQUICCIARINI, M. **Routine jobs, employment and technological innovation in global value chains**. OECD Science, 2016.

A pressão por melhor qualificação o aponta para uma crescente demanda por reciclagem e elevação de padrões médios de formação/capacitação para padrões mais elevados, com importantes impactos sobre os sistemas educacionais, de formação, qualificação e reciclagem profissional. Além disso, a demanda pode aumentar ao passo que a demanda poderá crescer até mesmo para trabalhadores sem vínculo empregatício ou como pequenos empreendedores⁷⁸.

A flexibilidade, anteriormente citada, deverá ser aprimorada pelos trabalhadores, assim como a agilidade, capacidade de liderança e comunicação interpessoal, resiliência, focando em tarefas ligadas a habilidades intrinsecamente humanas que as máquinas ainda não serão capazes de desenvolver, mesmo quando essas transformações atingirem estágios mais avançados, como pensamento lógico, resolução de problemas, habilidades sociais e emocionais, oferecendo expertise, treinamento e fomentando a criatividade.

Segundo o IBA⁷⁹:

“a automação criará uma oportunidade para que aqueles que trabalham usem as habilidades humanas inatas que as máquinas têm mais difíceis de replicar (...). Por enquanto, o mundo do trabalho ainda espera que homens e mulheres empreguem tarefas rotineiras que não ampliem essas capacidades inatas o máximo que puderem”

Em 2013, foi publicado um relatório da Oxford Martin School, conduzido por Carl Benedikt Frey e Michael Osborne, que calcularam que 47% dos empregos existentes nos Estados Unidos são passíveis de automação⁸⁰. O relatório apresentava uma série de previsões sobre a evolução das ocupações decorrentes da automação de atividades nos Estados Unidos. Suas estimativas indicavam que quase 43% das ocupações nesse país estão em risco devido ao impacto da chamada computorização das profissões, especialmente na área de Aprendizado de Máquina (*Machine Learning*), ou seja, os avanços no software de previsão e controle de processos.

Em recente pesquisa sobre automação e seus impactos sobre o trabalho, a consultoria McKinsey examinou o trabalho que pode ser automatizado até 2030 e os empregos que podem ser criados no mesmo período.

78 cf. INTERNATIONAL BAR ASSOCIATION (IBA 2017). GLOBAL EMPLOYMENT INSTITUTE. **Artificial intelligence and robotics and their impact on the workplace**. Apr. 2017.

79 cf. *ibid*, p.53.

80 cf. FREY, Carl-Benedikt; OSBORNE, Michael. **The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?** Oxford, Sept. 2013.

Entre as principais tendências, destaca-se que tecnologias de automação, incluindo inteligência artificial e robótica, impactarão 60% das ocupações no mundo, considerando que pelo menos 30% do trabalho realizado em atividades poderá ser automatizado até 2030. O impacto será mais significativo em trabalhos técnicos e de qualificação média, onde cerca de metade de todas as atividades poderá ser automatizada. A pesquisa indica que, mesmo havendo trabalho suficiente para garantir o pleno emprego até 2030, grandes transições estão por vir, superando a escala de mudanças históricas de transições anteriores que afetaram a agricultura e a manufatura.

Os cenários projetados sugerem que, em 2030, entre 75 e 375 milhões de trabalhadores (3 a 14% da força de trabalho global) precisarão mudar de categorias ocupacionais. Além disso, todos os trabalhadores precisarão se adaptar, pois suas ocupações evoluem junto com máquinas cada vez mais capazes. Algumas dessas adaptações exigirão maior nível educacional ou demandarão mais tempo em atividades que requerem habilidades emocionais, criatividade, capacidades cognitivas avançadas e outras habilidades relativamente difíceis de automatizar. O estudo também aponta que a continuidade da polarização da renda nos Estados Unidos e em outras economias avançadas poderá aumentar a demanda por ocupações de alto salário, enquanto a maioria das ocupações de salários médios tenderá a diminuir⁸¹.

A Price Waterhouse Coopers (PWC), em seu estudo *"Will robots really steal our jobs?"*, também aborda o impacto potencial da automação sobre o emprego a longo prazo. A PWC aponta que o avanço da Inteligência Artificial (IA), robótica e outras formas de "automação inteligente" pode causar uma grande disrupção nos mercados de trabalho. Para explorar esse tema, analisa um conjunto de dados compilados pela OCDE, que examina detalhadamente as tarefas realizadas por mais de 200.000 trabalhadores em 29 países (27 da OCDE, além de Cingapura e Rússia), estimando a proporção de empregos existentes que podem estar em alto risco de automação até 2030 para cada um desses 29 países, em diferentes setores da indústria, diversas ocupações dentro das indústrias e para trabalhadores de diferentes sexos, idades e níveis de escolaridade⁸².

81 cf. MCKINSEY & COMPANY. **Jobs lost, jobs gained**: workforce transitions in a time of automation. Dec. 2017.

82 cf. PWC (PricewaterhouseCoopers). **Will robots really steal our jobs?** An international analysis of the potential long term impact of automation. Feb. 2018. Disponível em: <<https://www.pwc.co.uk/economics>>.

Segundo a PWC, por volta de meados da década de 2030, até 30% dos postos de trabalho podem ser automatizados em 29 países selecionados. No entanto, a proporção estimada de empregos existentes com alto risco de automação no início da década de 2030 varia consideravelmente entre os países, dependendo das características de suas economias, mercados de trabalho e forças de trabalho. Estas estimativas oscilam entre 20 e 25% em algumas economias do leste asiático e nórdico, que têm níveis educacionais médios relativamente elevados, para mais de 40% em economias da Europa Oriental, onde a produção industrial ainda depende significativamente de trabalho manual. Países como o Reino Unido e os EUA, cujas economias são predominantemente baseadas em serviços, mas que também possuem uma presença considerável de trabalhadores menos qualificados em tarefas rotineiras, podem enfrentar automação substancial a longo prazo em níveis intermediários da estrutura de emprego.

Ainda de acordo com a PWC, até 2030 a automação seguirá um processo evolutivo em três ondas distintas:

a) Onda de algoritmo: Esta fase inicial está concentrada na automação de tarefas computacionais simples e na análise de dados estruturados, especialmente nas áreas de finanças, informação e comunicações. Essas tecnologias já estão em fase avançada de implementação;

b) Onda de aumento: Nesta fase, o foco está na automação de tarefas repetitivas, como preenchimento de formulários e troca de informações através de suporte tecnológico dinâmico. Além disso, inclui a análise estatística de dados não estruturados em ambientes semicontrolados, como o uso de drones aéreos e robôs em armazéns. Espera-se que esta onda atinja sua plena maturidade durante a década de 2020.

c) Onda de autonomia: Esta fase avançada de automação visa automatizar o trabalho físico, a destreza manual e a resolução de problemas em situações dinâmicas do mundo real, como na fabricação e transporte, por exemplo, veículos sem motoristas. Essas tecnologias estão em desenvolvimento e devem alcançar plena maturidade em escala econômica apenas na década de 2030.

Cada uma dessas ondas representa uma etapa na evolução da automação, abrangendo desde tarefas computacionais simples até a automação de processos físicos complexos e responsivos.

Por fim, a automação tende a impactar mais os homens a longo prazo, especialmente devido ao avanço dos veículos autônomos e outras máquinas que substituirão muitas tarefas manuais, onde a presença masculina no emprego é mais prevalente. No entanto, durante as fases iniciais e intermediárias da automação, as atividades desempenhadas atualmente por mulheres podem enfrentar um maior risco, devido à sua maior representação em funções administrativas e outras áreas intermediárias. O estudo publicado pelo FMI destaca que a mecanização afeta desproporcionalmente mais mulheres do que homens. A pesquisa indica que, em 28 países da OCDE, além de Chipre e Singapura, os empregos ocupados por mulheres estão em maior perigo comparativamente aos empregos masculinos. Isso se deve principalmente ao fato de que as mulheres tendem a ocupar mais postos de trabalho com tarefas rotineiras, independentemente do setor ou tipo de trabalho⁸³.

Uma dimensão crucial do avanço das novas tecnologias, incluindo Inteligência Artificial, automação e manufatura avançada, é a mudança nas interações entre emprego e educação. Em um artigo especial, o *The Economist* destacou essa dimensão, enfatizando que as mudanças tecnológicas exigirão vínculos mais robustos e contínuos entre educação e mercado de trabalho. Em países desenvolvidos, a relação tradicional entre aprender e ganhar costumava seguir uma fórmula simples: buscar o máximo de educação formal possível desde cedo e colher as recompensas correspondentes ao longo da carreira. Estudos indicam que cada ano adicional de educação formal está associado a um aumento de 8-13% nos ganhos por hora⁸⁴.

O modelo atual da economia disruptiva apresenta um novo estilo de produção chamado "economia sob demanda", onde se destaca que "as tecnologias inovadoras na internet possibilitam que plataformas virtuais contem com vastos grupos de prestadores de serviços, que ficam à disposição aguardando uma solicitação de serviço por parte de um cliente⁸⁵. A economia começará, progressivamente, a perceber as mudanças que ela proporciona, como a tendência de que profissionais tenham, cada vez menos, vínculos exclusivos de trabalho, expandindo a Gig Economy, também conhecida como trabalho freelance. Esta é a forma como o mercado de trabalho está se adaptando à era digital, favorecendo trabalhos temporários ou secundários.

83 cf. KOCHHAR, Kalpana; BRUSSEVICH, Mariya; DABLA-NORRIS, Era; KAMUNGE, Pooja KARNANE, Christine; KHALID, Salma and GASPAR, Vitor. **Gender, Technology, and the Future of Work**. IMF –Fiscal Affairs and Human Resources Departments, SDN/18/07, Oct. 2018.

84 cf. THE ECONOMIST. **Lifelong learning is becoming an economic imperative**. Special Report – Learning and earning, Jan. 12th 2017. Disponível em: <<https://www.economist.com/special-report/2017/01/12/lifelonglearning-is-becoming-an-economic-imperative>>.

Como a indústria 4.0 está em crescimento constante e atingindo múltiplos setores sociais de maneira mais rápida do que era esperado, a preocupação com educação, formação, qualificação deve fazer parte de um conjunto de políticas frente as enormes transformações da Indústria 4.0, no sentido de orientar seus resultados⁸⁶:

Por exemplo, “ciência cognitiva industrial” e “biônica da automação” são sugeridas como cursos de graduação inovadores que lidam principalmente com a pesquisa e a otimização da interação entre sistemas de robô e funcionários. Além da área de robótica, serão necessários cursos de extensão na área de big data. A demanda dos empregadores por artistas de dados e cientistas de dados ou desenvolvedores de big data está aumentando rapidamente. Os principais temas para o campo profissional da ciência de dados incluem a pesquisa de dados de todos os tipos e suas estruturas. A educação uniforme nesta área ainda não está disponível. Os governos são responsáveis não apenas por tornar a educação possível, mas também por focar os interesses dos jovens em empregos técnicos e de TI em idade precoce. Isso aumentará o número de graduados no longo prazo.

Tal preocupação tem sido demonstrada em várias pesquisas, que ressaltam a importância de se repensar os sistemas de educação, treinamento, especialização, no sentido aumentar a capacitação e oferecer aos trabalhadores as novas habilidades e exigências colocadas por essa nova onda de profundas transformações produtivas, tecnológicas e organizacionais⁸⁷.

Nesse contexto, é crucial que os sistemas educacionais e outras instituições se adaptem e aprimorem os currículos relacionados às novas exigências nas áreas de ciências naturais e biológicas, matemática, engenharia, tecnologia e comunicação. Isso inclui um foco renovado e prioritário nas competências emergentes essenciais para a força de trabalho, como criatividade, capacidade de análise crítica, inovação e habilidades de comunicação. É essencial que esses esforços não apenas ajudem a nivelar o campo de jogo, mas também posicionem essas nações em um patamar competitivo mais elevado, alinhando-se aos avançados padrões produtivos, tecnológicos e organizacionais observados globalmente. Isso é crucial para alcançar e manter níveis superiores de qualidade de vida, cultura e interação social⁸⁸.

85 cf. SIGNES, Adrián Todolí. **O Mercado de trabalho no Século XXI**: on-demandeconomy, crowdsourcing e outras formas de descentralização produtivas que atomizam o mercado de trabalho.

86 cf. IBA, 2017, p.24

87 cf. ILO – INTERNATIONAL LABOR ORGANIZATION. **O Futuro do Trabalho**: Iniciativa do Centenário. Conferência Internacional do Trabalho, 104a Sessão. Relatório do Diretor Geral. Relatório 1. Genebra 2015.

88 cf. IBA, 2017, p.25

Aprofundando no setor social impactado pela revolução digital, percebe-se considerável inserção no âmbito da saúde. o diagnóstico é que o paradigma da medicina vai mudar: de tentativa e erro: para medicina de natureza muito mais preventiva do que curativa, e que se baseia na compreensão de como o mecanismo molecular de uma determinada doença se comporta e como ele pode ser objeto de intervenção⁸⁹. É bastante frequente o uso de scanners intraorais para capturar imagens enviadas por dentistas via internet, permitindo que protéticos fabriquem próteses por meio de impressoras 3D. Robôs e sistemas inteligentes têm desempenhado um papel significativo na área da saúde, especialmente em diagnósticos de alta precisão e em procedimentos relacionados ao cuidado e à salvaguarda da vida. Em farmácias hospitalares, robôs são empregados na distribuição de medicamentos, proporcionando maior segurança, eficiência e redução de custos.

A gestão de jornada do paciente através do monitoramento de todas as interações do paciente com o sistema de saúde, como consultas, exames, procedimentos e internações, identificando padrões e tendências nesses dados, revelando áreas que podem ser otimizadas para maior eficiência. Além disso, a robótica médica, melhorando a precisão e eficiência da cirurgia robótica. Em suma, os robôs podem ajudar na reabilitação de pacientes, por exemplo, ajudando-os a recuperar a função motora após um acidente vascular cerebral.

É evidente que, através de pesquisas e estudos, a tecnologia torna tanto o modelo de negócio quanto o trabalho propriamente dito mais atraente. É claro que, por meio de pesquisas e estudos, a tecnologia torna tanto o modelo de negócio quanto o trabalho em si mais atrativos. O discurso oficial de liberdade e flexibilidade na nova economia, amplamente promovido por empresas, se manifesta na prática através da transferência de riscos e do aumento do controle sobre os trabalhadores. Essa liberdade, na realidade, implica na falta de garantia de salário e no aumento dos custos fixos que ficam a cargo dos trabalhadores⁹⁰.

No contexto da tecnologia e inovações, o mercado de trabalho é facilitado pelas plataformas digitais e os APPs (*Application Programming Interface*), ou seja, são *softwares* capazes de interligar usuários à funções e comandos de plataformas⁹¹.

89 cf. COUTINHO, Luciano. **O futuro da indústria**. Transcrição de Palestra. II Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação (II ENEI). Carta IEDI, 2017.

90 cf. ANTUNES, R.; FILGUEIRAS, V. **Plataformas Digitais, Uberização do trabalho e regulação no capitalismo contemporâneo**. Contracampo, Niterói, v. 39, n. 1, p. 27-43, abr./jul. 2020.

A economia digital deu origem a uma nova estrutura institucional conhecida como plataformas *peer-to-peer*. Essas plataformas oferecem camadas de confiança, reputação e experiência conforme necessário, reduzindo a necessidade de especialização prévia para se qualificar como provedor de serviços. Quase qualquer pessoa talentosa pode agora se tornar um anfitrião de meio período através do Airbnb, uma plataforma de compartilhamento de propriedades, ou um vendedor de artesanato ocasional através do Alibaba, uma plataforma de compartilhamento de produtos. Apesar da perspectiva otimista em tais plataformas, inseguranças também são geradas, pois a falta de regulamentação adequada pode deixar os fornecedores vulneráveis a condições de trabalho precárias, benefícios limitados e instabilidade financeira. Além disso, a dependência crescente dessas plataformas pode ampliar as disparidades econômicas entre aqueles que conseguem se adaptar rapidamente e aqueles que enfrentam barreiras de acesso ou não possuem as habilidades necessárias para participar plenamente dessa economia emergente.

Diante desse cenário da indústria 4.0, principalmente com a chegada da automatização através de robôs, levanta-se o seguinte questionamento: Devem os robôs pagar impostos?

À medida que a sociedade avança em direção ao que Klaus Schwab, fundador do Fórum Econômico Mundial, denominou como a Quarta Revolução Industrial, tanto bots de hardware quanto de software substituirão uma grande quantidade de trabalhadores em um ritmo acelerado. Em análise realizada pelo Banco Mundial em 2016 estimou que aproximadamente dois terços de todos os empregos nos países em desenvolvimento são passíveis de automação, porém um número significativo de empregos nos países desenvolvidos também será eliminado.

O co-fundador da Microsoft, Bill Gates, propôs recentemente a ideia de tributá-los e usar os fundos para requalificar pessoas que perderam seus empregos para a automação. Para ele⁹²:

(...) Neste momento, o trabalhador humano que faz, digamos, 50 mil dólares de trabalho em uma fábrica, que a renda é tributada e você recebe imposto de renda, imposto previdenciário, tudo isso (...) seria de esperar que tributássemos o robô a um nível semelhante”.

91 cf. LEE, A.; KAWAHARA, T.; SHIKANO, K. **Julius -an open source real-time large vocabulary recognition engine**. Proc. European Conference on Speech Communication and Technology, p. 1691-1694, 2001.

92 cf. BBC. **Por que empresários como Bill Gates defendem a cobrança de impostos sobre robôs?** Disponível em: < <https://www.bbc.com/portuguese/geral-48668181> >. Acesso em: 28 jun. 2024.

Além de Bill Gates, o fundador da Tesla e SpaceX, Elon Musk, argumenta que a sociedade terá de dar às pessoas uma renda básica universal para substituir a renda perdida devido à tecnologia. Entretanto, o problema ainda é bastante nebuloso pois não há um consenso sobre o que ou quem financiaria tal renda. São inúmeras as questões: Um imposto sobre robôs? Um imposto sobre o consumo? Um imposto sobre a riqueza? Ou quais deveriam ser os níveis de impostos, uma vez que o financiamento?

Martin Ford, autor do livro "Rise of the Robots" (2015), que explora o impacto da tecnologia e a possível ameaça de um futuro com menos empregos, afirmou à CNBC recentemente que, além de tributar os proprietários de tecnologia e robôs, outras fontes para financiar programas de renda básica universal poderiam incluir impostos sobre a riqueza, o consumo ou o carbono. Segundo ele, essa receita fiscal poderia fornecer aos consumidores o poder de compra necessário para impulsionar a economia⁹³.

Penso ser bastante complexa a adoção de uma medida desta categoria, ainda que seja uma solução potencial, pois a implementação desses impostos pode ser politicamente complexa e encontrar resistência por parte dos setores afetados, como os proprietários de capital e os consumidores. Além disso, a eficácia dessas medidas em sustentar um consumo robusto e promover o crescimento econômico a longo prazo requer análises mais detalhadas sobre seu impacto sobre a competitividade global, a distribuição de renda e a capacidade de inovação das empresas.

Para Carl Frey, pesquisador da Universidade de Oxford, há um cenário deprimente do que já foi o coração da indústria dos Estados Unidos, uma região conhecida como "*Rust Belt*" ("cinturão da ferrugem"), que engloba cidades como Flint, Detroit e Cleveland, consideradas em um passado não tão longínquo as pontas de lança do crescimento da economia americana.

Na visão do pesquisador:

"A automação prejudicou as cidades industriais. Nesses lugares, o número de novos matrimônios está caindo, o crime está aumentando, há um crescimento nas mortes relacionadas a drogas, álcool e nos suicídios."

93 cf. FORD, Martin. **Is the "Robot Tax" Supported by Bill Gates a Good Idea?** Disponível em: <<https://mfordfuture.com/2017/02/23/is-the-robot-tax-supported-by-bill-gates-a-good-idea/>>. Acesso em: 26 jun 2024.

Ainda, Frey relata que os trabalhadores desses municípios estão perdendo a guerra pelo emprego para os robôs, que se espalharam pelas linhas de montagem e têm, cada vez mais, substituído a mão de obra humana.

Uma vantagem da tributação de robôs diz respeito ao impacto duplo nas finanças públicas. Trabalhadores desempregados não contribuem com os impostos sobre a folha de pagamento e, em muitos países, também são elegíveis para receber benefícios como o seguro-desemprego. Em outras palavras, eles representam um ônus duplo para as finanças públicas. Por isso, para compensar a perda de receita decorrente do desemprego estrutural causado pela maior automação da indústria americana, muitos economistas e estudiosos defendem a criação de um "imposto sobre robôs".

Entretanto, como poderia ser cobrado o imposto sem necessariamente ir até a fábrica e atestar a presença física? Como solução ou hipótese, poderia haver um tributo que incida sobre automação e que seria pago especialmente por aqueles negócios com baixo nível de geração de empregos. Em paralelo, o governo deveria reduzir a tributação sobre o trabalho em si e, conseqüentemente, fomentaria a contratação. A verba oriunda da tributação poderia financiar programas de requalificação e reduzindo o risco de uma ruptura mais violenta.

A exemplo, países como Coreia do Sul, Japão e Itália já discutem a tributação dos robôs desde que esses consigam efetuar atividades complexas o suficiente para substituição do trabalho manual, conferindo assim, personalidade jurídica. No ano de 2017, o Parlamento Europeu produziu um relatório intitulado de ‘‘Report with Recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics⁹⁴’’, abordando pela primeira vez de uma vez que evidenciada a substituição de trabalhadores humanos por máquinas, taxar os robôs apareceria como medida de auxílio aos desempregados. Em matéria de números, de acordo com a Federação Internacional de Robótica, a densidade de robôs inseridos em fábricas é de 141 robôs para cada 10.000 trabalhadores.

A discussão ao redor do problema em questão é muito mais ampla do que apenas robótica e trabalhadores. Ela avança sobre pautas sociais, éticas e de direito, ao passo que a tecnologia impacta diretamente na vida das pessoas. O pesquisador Jerry Kaplan ao considerar que o governo detém controle sobre a política monetária, uma abordagem pautada na redistribuição da riqueza gerada por aumentos de produtividade e eficiência⁹⁵:

Esse controle monetário assume muitas formas. Pode ser inespecífico, por exemplo, quando o governo distribui ou coleta moeda física ou ajusta a taxa pela qual os bancos podem tomar empréstimos (a taxa de fundos federais). Ou pode ser específico, como quando o governo emite moedas com usos restritos, como vale-refeição. O governo também pode influenciar fortemente, se não controlar, o uso de ativos privados, criando incentivos ou desincentivos. Por exemplo, permitir deduções fiscais para contribuições de caridade tem o efeito pretendido de aumentar a filantropia, enquanto multas de retirada antecipada de contas de aposentadoria incentivam a poupança. Ou o governo pode simplesmente proibir o uso de ativos para determinados fins ou sob certas circunstâncias, como tornar ilegal a compra de medicamentos sem receita médica. Portanto, o governo não apenas tem um controle considerável sobre como os ativos são distribuídos e usados, mas também pode criar formas novas e restritas de ativos para promover objetivos sociais. Isso oferece a possibilidade de redistribuir a riqueza de maneiras mais palatáveis do que tributar os ricos para subsidiar os pobres.

Ainda assim, assim com o impasse na definição tributária dos serviços típicos da economia digital, como aqueles fornecidos pela Uber, Netflix, Airbnb, Spotify, Amazon, entre outros, a estruturação de uma possível "taxa sobre robôs" enfrenta diversos desafios em sua concepção. Algumas das dificuldades residem na definição de robôs e na diferenciação entre 'robôs inteligentes' e máquinas, sua natureza jurídica, além do tratamento tributário adequado. Nesse contexto, surge a oportunidade de incidência do tributo sobre a propriedade do robô ou sobre a capacidade do próprio robô, mediante a atribuição de personalidade jurídica, entre outras propostas.

A identificação do robô ao qual o imposto se aplicaria é importante, visto que há vários níveis de automação. Diferente dos casos típicos de robôs que substituem trabalhadores em empregos tradicionais, como veículos de transporte autônomos, caixas eletrônicos e terminais de check-in de companhias aéreas, por exemplo, não são normalmente vistos como robôs.

Sobre a referida diferenciação entre robôs e máquinas, a resolução do Parlamento Europeu anteriormente citada define como inteligente o robô que:

a) apresenta aptidão para aquisição de autonomia através de sensores e/ou da troca de dados com o seu ambiente (interconectividade) e da troca e análise desses dados; b) autoaprendizagem com a experiência e com a interação (critério opcional); c) possuir suporte físico mínimo; d) adaptação do seu comportamento e das suas ações ao ambiente; e) inexistência de vida no sentido biológico do termo.

94 cf. PARLAMENTO EUROPEU. 2017. **Recomendação N° 567 sobre Diretrizes para Regulação de Inteligência Artificial**. Disponível em: < https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2017-0005_EN.html>. Acesso em: 26 jun. 2024

Entre as recomendações presentes no documento, destacam-se também a criação de um sistema de registro para robôs avançados no mercado interno, a instituição de um regime de seguros obrigatórios e fundos de compensação para cobrir eventuais danos causados pelos robôs, além da aplicação de uma taxa única no momento em que o robô é colocado no mercado, ou a imposição de contribuições periódicas ao longo da vida útil do robô.

Assim, a autonomia, a capacidade de aprendizado e a habilidade de tomar decisões emergem como características essenciais na definição de um robô inteligente. Esses conceitos são fundamentais ao considerar a possibilidade de atribuir personalidade jurídica aos robôs, uma hipótese explorada na resolução mencionada anteriormente. Tais noções encontram-se assim mencionadas⁹⁶:

“Insta a Comissão a explorar, analisar e ponderar, na avaliação de impacto que fizer do seu futuro instrumento legislativo, as implicações de todas as soluções jurídicas possíveis, tais como:

(...)

f) Criar um estatuto jurídico específico para os robôs a longo prazo, de modo a que, pelo menos, os robôs autônomos mais sofisticados possam ser determinados como detentores do estatuto de pessoas eletrônicas responsáveis por sanar quaisquer danos que possam causar e, eventualmente, aplicar a personalidade eletrônica a casos em que os robôs tomam decisões autônomas ou em que interagem por qualquer outro modo com terceiros de forma independente”

Outra dificuldade está em diferenciar robôs que substituem o trabalho humano daqueles que o complementam. Por exemplo, uma empresa de mineração subterrânea que utiliza um robô para acessar áreas potencialmente instáveis para extração torna o processo mais seguro para os seres humanos. Assim, um imposto sobre todos os robôs elevaria o custo de propriedade e operação a tal ponto que, se o uso do robô se tornasse economicamente inviável, vidas humanas seriam postas em risco para realizar o trabalho.

Mas e quais seriam as alternativas? Em sendo possível atribuir personalidade jurídica ao robô, a ideia de conceder capacidade tributária aos robôs abre espaço para arranjos como a tributação da renda presumida gerada pelo robô. Isso poderia ser calculado como uma porcentagem do valor de sua produção ou com base em um salário fictício equivalente ao que seria pago a um ser humano com habilidades semelhantes.

95 cf. KAPLAN, Jerry. **Artificial Intelligence**: What Everyone Needs to Know. New York: Oxford University Press, 2016, p. 134.

No entanto, essa abordagem enfrenta desafios significativos na avaliação dessa renda, especialmente quando um robô trabalha em equipe com outros robôs ou seres humanos. Além disso, pode ocorrer que as funções desempenhadas pelos robôs nunca tenham sido realizadas por seres humanos, o que dificulta a referência para calcular os impostos que os robôs devem pagar. Outra possibilidade seria aumentar a carga tributária sobre empresas que utilizam automação para aumentar seus lucros. Esse enfoque parte da preocupação de que a automação de tarefas pode levar a salários mais baixos para os trabalhadores e maiores lucros para os proprietários dos robôs, exacerbando a desigualdade social.

Apesar de preocupantes os cenários envolvendo o mercado de trabalho e os robôs, para Kaplan, as máquinas não estão predestinadas a enfrentarem os seres humanos, uma vez que segundo o pesquisador os perigos dos dispositivos inteligentes não estão associados à filosofia ou a natureza da inteligência artificial, mas a sua engenharia. Além disso, muitas habilidades ficarão obsoletas, aumentando gradativamente a desigualdade social e, ao passo que as máquinas forem mais potentes, velozes e próximas dos seres humanos, as consequências de seus erros serão mais catastróficas, sobretudo caindo em mãos erradas⁹⁷.

Partindo do ponto de vista em que grandes potências mundiais consigam estabelecer a robótica como ponto quase que central de seus polos industriais, questões como a oferta de microcomponentes, circuitos, pesquisas avançadas e disponibilidade de matéria-prima são pertinentes de discussão.

96 cf. Parlamento Europeu. 2017. **Recomendação N° 567 sobre Diretrizes para Regulação de Inteligência Artificial**, op. Cit.

97 cf. ABC News. **Jerry Kaplan**: Os robôs não se levantarão contra nós, são meras ferramentas. 2017. Disponível em: <https://www.abc.es/ciencia/abci-jerry-kaplan-robots-no-levantarse-contra-nosotros-meras-herramientas-201705220133_noticia.html>. Acesso em: 26 jun. 2024

Como questão inicial, levanto a problemática envolvendo o Taipei Chinês e o triângulo EUA-China-Taiwan. Taiwan desempenha um papel vital no mercado global de microchips, sendo um dos principais polos de fabricação de semicondutores do mundo. A relevância de Taiwan nesse setor pode ser entendida ao examinar sua liderança tecnológica, a posição estratégica de suas empresas, e o impacto mundial de sua produção de microchips.

É pertinente, primeiramente, destacar a relevância de um microchip. Também denominado circuito integrado, ele é um componente essencial na era digital, desempenhando um papel crucial em quase todos os dispositivos eletrônicos modernos. Funciona como o "cérebro" desses dispositivos, controlando operações e processando informações com rapidez e eficácia. Permite a miniaturização de aparelhos eletrônicos, viabilizando a criação de dispositivos menores, mais leves e portáteis sem comprometer a funcionalidade, além de contribuir para a redução dos custos de produção. Essencialmente, são a base para o progresso tecnológico em diversas áreas, como inteligência artificial, internet das coisas (IoT), computação em nuvem e telecomunicações, possibilitando inovações que transformam a sociedade.

Taipei é uma região riquíssima e moderna, responsável por 90% da população de semicondutores mundiais, muito embora sejam os Estados Unidos que venham a concentrar as *Big Techs*. Taiwan fabrica atualmente mais da metade dos chips que alimentam nossas vidas, e a Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC), a maior fabricante, é a nona empresa mais valiosa do mundo. Ao passo que Taiwan virou praticamente insubstituível, aumentou sua vulnerabilidade frente a China, a qual frequentemente tem feito ameaças de tomar a ilha. Nas palavras de Chris Miller⁹⁸:

"Praticamente todo celular, a maioria dos computadores e qualquer banco de dados do mundo tem chips produzidos pela TSMC e só ela é capaz de produzir. 90% dos chips de processamento mais avançados do planeta saem de lá".

98 cf. MILLER, Chris. **A guerra dos chips**: A batalha pela tecnologia que move o mundo. Globo Livros; 1ª edição, 2023.

No entanto, em caso de uma invasão chinesa, não há garantia de que as fábricas permaneceriam intactas, o que interromperia o fornecimento de chips para sua vasta indústria eletrônica. Mesmo que as instalações de produção de chips em Taiwan sobrevivam a uma eventual ocupação pela China, é quase certo que seriam excluídas de uma cadeia de suprimentos global crucial para a sua produção. O risco para Taiwan é que as fábricas da TSMC estejam na linha de frente. As instalações estão situadas na estreita planície ao longo da costa oeste de Taiwan, a aproximadamente 130 quilômetros da China. A maioria delas está próxima das chamadas praias vermelhas, consideradas por estrategistas militares como os locais mais prováveis para um desembarque chinês. A sede da TSMC e o complexo de fábricas em Hsinchu, no noroeste de Taiwan, estão a apenas 12 quilômetros da costa⁹⁹.

Os Estados Unidos seguem como líder do setor, seja ele através de pesquisas, desenvolvimento e design, mas acabou por terceirizar grande parte para Taiwan, ou seja, A perda da produção de um único ano de Taiwan interromperia a cadeia de suprimento eletrônico internacional.

Uma ferramenta crucial para proteção e controle, e que desempenha um papel estratégico significativo, é o Acordo de Wassenaar. Esse é um regime internacional de controle de exportações que tem como objetivo promover a segurança global e a estabilidade regional por meio da supervisão da transferência de armas convencionais e tecnologias de uso dual, ou seja, aquelas que podem ser utilizadas tanto para fins civis quanto militares. Criado em 1996, o acordo inclui 42 países membros, englobando a maioria das nações desenvolvidas, como Estados Unidos, Rússia, países da União Europeia, Japão e outros. Seus principais objetivos são: a) evitar a proliferação de armamentos e tecnologias sensíveis; b) promover a transparência; c) coordenação entre os membros. O Acordo não impõe obrigações legais vinculativas, mas estabelece diretrizes que os países membros concordam em seguir voluntariamente. Cada país é responsável por implementar suas próprias leis e regulamentos para controlar as exportações em conformidade com as listas de controle acordadas no âmbito de Wassenaar. A lista de itens controlados é revisada e atualizada periodicamente para refletir avanços tecnológicos e mudanças nas circunstâncias geopolíticas.

99 cf. FORBES. **Indústria de chips de Taiwan surge como frente de batalha no confronto EUA-China.** Disponível em: < <https://forbes.com.br/forbes-tech/2021/12/industria-de-chips-de-taiwan-surge-como-frente-de-batalha-no-confronto-eua-china/>>. Acesso em: 26 ago 2024.

Atualmente, o mundo produz mais de 1 bilhão de chips por ano. Um carro moderno tem entre 1,5 mil e 3 mil chips. O iPhone 12 tem cerca de 1,4 mil semicondutores. Durante a pandemia de COVID-19 em 2022, houve um déficit que afetou tanto empresas mais simples de máquinas de lavar roupa até mesmo a gigante BMW. O processo de manufatura é caro e bastante trabalhoso. Inicia-se com um grande lingote de silício ultrapuro proveniente de um único cristal. Cada lingote pode levar vários dias para ser formado e pode pesar até 100 kg. Após cortar o bloco em lâminas finas com uma serra de diamante, uma máquina utiliza luz para gravar circuitos microscópicos em cada placa. Uma única lâmina pode abrigar centenas de microprocessadores e bilhões de circuitos, mas no fim, o que importa são os resultados apresentados.

Para Shih Chin-tay, engenheiro que liderou o ingresso Taiwan no cenário global de microchips na década 1970, o sucesso das empresas nacionais está concentrado em:

"Tínhamos instalações totalmente novas, com os equipamentos mais modernos. Contratamos os melhores engenheiros. Mesmo os operadores de máquinas eram altamente qualificados. E não apenas importamos tecnologia, mas absorvemos lições de nossos professores americanos e aplicamos melhorias contínuas."

Outro relato de um jovem que passou vários anos trabalhando em uma das maiores empresas de eletrônicos de Taiwan concorda:

"Acho que as empresas de Taiwan são ruins em fazer grandes avanços em tecnologia, mas são muito boas em pegar a ideia de outra pessoa e melhorá-la. Isso pode ser feito por tentativa e erro, modificando continuamente pequenos detalhes. Outra vantagem é que em comparação com outras indústrias de Taiwan, o salário é bom. Então, se você trabalha para uma grande empresa de eletrônicos, após alguns anos você consegue pegar um financiamento, comprar um carro ou se casar. E assim as pessoas aguentam."

Os relatos anteriormente citados denotam ainda mais esse conflito China e Estados Unidos, manipulação de mercado financeiro e guerra de interesses. O acirramento das pressões competitivas derivadas do esforço dos países líderes para empurrar a fronteira tecnológica em direção à Indústria 4.0 teria como objetivo reorganizar os determinantes da dinâmica concorrencial e suprimir os diferenciais competitivos construídos pela indústria chinesa. Por outro, a busca por reduções de custos a partir do permanente deslocamento de unidades produtivas em direção a outros países do leste e sudeste asiático também poderia impactar na redução da competitividade relativa chinesa principalmente em setores de média e baixa intensidade tecnológica.

100 cf. LEE, KAI-FU. (2018). **AI superpower** – China, Silicon Valley and the new world order. Houghton Mifflin Harcourt, Boston.

A tecnologia chinesa está profundamente entrelaçada com a política tecno-nacionalista, o que é evidente nos esforços do governo chinês para a propagação internacional de padrões tecnológicos definidos localmente, com a disputa geopolítica em torno dos padrões de telecomunicações 5G sendo o exemplo mais proeminente. De maneira geral, os esforços para promover tecnologias associadas à Indústria 4.0 reforçam a integração sistêmica entre a estrutura produtiva interna e os objetivos geopolíticos do Estado Chinês. Através de uma abordagem de cima para baixo no fortalecimento do tecno-nacionalismo, a política industrial foca na construção de longo prazo de 40 centros nacionais de pesquisa e desenvolvimento nas tecnologias fundamentais da Indústria 4.0.

Essas diretrizes tecno-nacionalistas de política industrial restringem o acesso das gigantes internacionais de serviços (como Google e Facebook, entre outras) ao mercado chinês, e dado o elevado nível de desenvolvimento operacional e tecnológico das empresas locais, os sistemas cyber físicos baseados em serviços inteligentes parecem ser a área da Indústria 4.0 com maior destaque relativo chinês na guerra tecnológica com os EUA. Tal vantagem ainda se potencializa na medida em que a área de influência econômica e política chinesa na Ásia tem sido utilizada como um vetor para internacionalização de padrões tecnológicos locais.

Nos setores diretamente envolvidos com as atividades manufatureiras, como a criação de sistemas ciber físicos por meio de tecnologias de integração, como robotização, aprendizado de máquina e impressão 3D, a posição da China pode se beneficiar de um parque produtivo robusto e diversificado. Além disso, a presença de uma cadeia de suprimento local complexa e o elevado poder de coordenação dos investimentos feitos pelas grandes empresas estatais também podem favorecer iniciativas de desenvolvimento colaborativo entre empresas privadas, estatais e centros de pesquisa e desenvolvimento. Esses fatores são benéficos para as estratégias de desenvolvimento da China, como o Made in China 2025 e o China Standards 2035.

O plano China Standards 2035 é um plano estratégico do governo chinês para aumentar a influência do país no que diz respeito a padrões tecnológicos e industriais até 2035. A principal ideia é posicionar a China como formador mundial de padrões.

Isso é particularmente significativo em áreas emergentes como inteligência artificial, 5G, impressão 3D e internet das coisas (IoT). Ao estabelecer padrões próprios, a China visa melhorar a competitividade de suas empresas no mercado global, facilitando a exportação de produtos e tecnologias que seguem esses critérios. Isso pode diminuir barreiras técnicas e aumentar a aceitação de produtos chineses em mercados internacionais.

No entanto, conforme destacam Majerowicz¹⁰¹ e Medeiro¹⁰², é precisamente nos segmentos de semicondutores que se encontra a maior limitação para o progresso da política industrial tecno-nacionalista da China. Essa limitação, como já mencionado, parece ser praticamente insuperável no curto prazo, devido a três blocos de restrições impostas direta e indiretamente pelos EUA, intensificando o confronto entre as duas potências. As respostas a esse avanço provêm de restrições americanas – tanto diretas quanto indiretas – que afetam empresas, sejam elas estadunidenses ou não, que utilizem em alguma fase de seu processo produtivo tecnologias de origem americana, impedindo a comercialização de seus produtos e serviços com as principais empresas chinesas envolvidas no desenvolvimento local das tecnologias da Indústria 4.0. Dado que as tecnologias estadunidenses estão presentes em vários segmentos da Indústria 4.0, essas restrições assumem uma magnitude que torna sua superação imediata bastante difícil.

O segundo grupo de restrições refere-se a pressões diretas sobre empresas-chave na cadeia de suprimento de semicondutores para que interrompam suas parcerias com empresas chinesas. Entre os casos mais notáveis estão o término da venda de circuitos integrados de última geração da TSMC para empresas chinesas e a pressão para que a ASML também limite a venda de seus equipamentos de última geração para essas empresas. O objetivo é impedir que elas avancem na cadeia produtiva e superem as restrições impostas pelo acesso aos chips fabricados pela TSMC. É importante ressaltar que a maioria das empresas de tecnologia que utilizam chips de última geração são *fabless*, ou seja, são responsáveis apenas pelo design e desenvolvimento desses chips, enquanto a fabricação fica a cargo de terceiros, predominantemente a taiwanesa TSMC quando se trata de chips avançados.

Esse modelo abrange tanto empresas chinesas como Huawei, ZTE, Xiaomi, Hi-Silicon, Cambricon, Vivo e Oppo, quanto gigantes globais como Apple e Qualcomm. Exceções a essa dinâmica são a sul-coreana Samsung e a americana Intel. Por essas razões, além de restringir a oferta para empresas chinesas, o governo dos EUA tem trabalhado intensamente para persuadir a TSMC a transferir parte significativa de sua produção para novas fábricas a serem construídas nos Estados Unidos.

101 102 cf. MAJEROWICZ, E. e MEDEIROS, C. A (2018). **A política industrial chinesa na geopolítica da era da informação**: o caso dos semicondutores. Rev. Econ. Contemp, v. 22, n. 1.

O terceiro grupo de restrições diz respeito a pressões para que países aliados limitem o acesso de empresas e tecnologias chinesas a seus mercados, com a disputa em torno da definição dos padrões de telecomunicações 5G sendo o principal exemplo. Dessa maneira, além de restringir a valorização do capital chinês, a internacionalização de seus padrões tecnológicos seria bloqueada, pelo menos nesses segmentos. Como resultado desse cenário, e apesar dos avanços nas demais áreas mencionadas, observa-se que a complexidade tecnológica necessária para o desenvolvimento e a fabricação, especialmente de chips semicondutores (incluindo aqueles voltados para inteligência artificial), ainda se configura como a principal lacuna na estratégia chinesa delineada no *Made in China 2025* e nos objetivos esboçados para o *China Standards 2035*. Assim, dado o caráter amplamente abrangente e penetrante dessas tecnologias, superar essa lacuna se torna a pedra fundamental para permitir a expansão das demais tecnologias, com o objetivo de estabelecer um novo paradigma tecno econômico que conceda um espaço hierarquicamente superior ao parque produtivo e às tecnologias chinesas.

A crítica a ser feita é no sentido de a China superar essa lacuna não apenas tecnicamente, mas de assegurar uma posição dominante em uma cadeia de suprimentos vital ao desenvolvimento interno.

Ainda sobre o gigante asiático no mercado mundial, já apresenta significativa liderança no mercado 5G mundial, assim sendo, A China possui uma considerável capacidade para uma guerra cibernética contra os Estados Unidos. As conquistas do país ainda derivam, em grande medida, da adoção de tecnologias ocidentais e, em certos casos, da apropriação indevida de propriedade intelectual. No entanto, a China está traçando seu próprio caminho, demonstrando que sistemas políticos centralizados e planejados podem impulsionar o desenvolvimento de forma mais rápida e eficaz do que os sistemas baseados no livre mercado.

Os chineses monopolizam cerca de 80% das terras raras mundiais e, por consequência, nega-se a exportar para os países rivais, revelando mais uma vertente dessa disputa geopolítica do século XXI.

Para Harold Thibault et Simon Leplâtre, autores do artigo “ China: com a Huawei, a guerra de 5G é declarada”, publicado no jornal *Le Monde*, elicitam que a rápida ascensão da Huawei e seus vínculos com o poder chinês a posicionaram no epicentro da disputa comercial e geopolítica entre a China e os Estados Unidos. O governo norte-americano acusa a Huawei de representar um risco à segurança dos Estados Unidos e alerta seus aliados sobre essa ameaça¹⁰³. Ainda, com seu centro de Pesquisa em Inteligência Artificial, a Huawei alcançou o

segundo lugar em vendas de smartphones, posição anteriormente ocupada pela Apple, mas ainda estava atrás da Samsung, que esperava superar em 2020. Seus aparelhos são mais acessíveis do que os dos concorrentes coreanos ou americanos. Desde 2017, a Huawei é a líder mundial na fabricação de equipamentos para redes móveis, fornecendo antenas, retransmissores e outras infraestruturas para que as operadoras de telefonia móvel possam conectar seus clientes em qualquer lugar. A Huawei se tornou a empresa com o maior número de patentes na Europa. Seus investimentos em pesquisa e desenvolvimento, que totalizaram US\$ 13,8 bilhões (12 bilhões de euros) em 2017, estão no mesmo nível dos gigantes do Vale do Silício. A Huawei está desenvolvendo, com o uso de inteligência artificial, protótipos de carros autônomos e colaborando com a Audi no avanço da direção autônoma para veículos conectados. Sua ascensão em um campo estratégico coloca essa nova gigante no centro da disputa pela supremacia comercial e tecnológica entre a China e os Estados Unidos.

No final de novembro de 2018, o *Wall Street Journal* revelou que o governo dos Estados Unidos estava empreendendo uma grande ofensiva diplomática para persuadir governos e operadoras de telefonia em países aliados a evitarem a instalação de equipamentos da Huawei.

E porque a suspeita quanto a empresa chinesa? Uma vez que a tecnologia 5G é viabilizado pela instalação de um maior número de antenas, permitindo a troca de volumes mais elevados de dados, com terminais móveis em crescente multiplicação: smartphones, veículos, dispositivos médicos, drones. Trata-se de um adensamento da rede, onde tudo se conecta por meio de antenas "inteligentes". Nesta rede, encontram-se "estações de base", tecnologias compactas que oferecem oportunidades passíveis de espionagem e sabotagem.

De acordo com o artigo já citado de Harold Thibault et Simon Leplâtre publicado no *Le Monde*, há um número crescente de países está dando as costas à Huawei. A Huawei foi excluída da licitação para 5G nos Estados Unidos, Austrália, Nova Zelândia e pode ser excluída no Japão, no Reino Unido e no Canadá.

103 cf. THIBAUT, Harold et SIMON, Leplâtre. **China**: com a Huawei, a guerra de 5G é declarada. Disponível em: < https://www.lemonde.fr/international/article/2019/02/01/chine-avec-huawei-la-guerre-de-la-5g-est-declaree_5417769_3210.html#xtor=AL-32280270>. Acesso em: 29 ago 2024.

Com a 5G, as velocidades aumentam consideravelmente, permitindo uma "revolução" dos usos da Internet móvel transmitindo instantaneamente informações como, por exemplo, sobre o movimento e o comportamento de um carro autônomo, quando anteriormente ter um lapso de tempo na transmissão de dados era considerado um perigo. Ainda, o artigo da Le Monde aponta que a Huawei emprega 11.000 pessoas na Europa e criou inúmeras parcerias com universidades europeias como um centro de investigação matemática em Boulogne-Billancourt, a cooperação com universidades como a Humboldt em Berlim e o Instituto Real de Tecnologia, KTH, em Estocolmo.

3 IOT'e INOVAÇÃO DISRUPTIVA: A REMODELAGEM DA INDÚSTRIA GLOBAL

A Internet das Coisas (do inglês Internet of Things (IoT)) emergiu dos avanços de várias áreas como sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação e sensoriamento. De fato, a IoT tem recebido bastante atenção tanto da academia quanto da indústria, devido ao seu potencial de uso nas mais diversas áreas das atividades humanas. Trata-se, portanto, de uma extensão da Internet atual que permite que objetos do cotidiano, dotados de capacidade computacional e de comunicação, se conectem à rede. A conexão à Internet global possibilitará, em primeiro lugar, o controle remoto desses objetos e, em segundo lugar, permitirá que eles atuem como provedores de serviços. Essas novas capacidades dos objetos comuns geram inúmeras oportunidades tanto no campo acadêmico quanto no industrial.

Os objetos inteligentes, possuem papel fundamental na evolução da IoT, uma vez que esses possuem capacidade de comunicação e processamento aliados a sensores, os quais transformam a utilidade destes objetos. Atualmente, não só computadores convencionais estão conectados à grande rede, como também uma grande heterogeneidade de equipamentos tais como TVs, Laptops, automóveis, smartphones, consoles de jogos, webcams, inseridos em uma extensa lista. Entretanto, um dos elementos cruciais para entre esses dispositivos é a padronização da tecnologia. De acordo com os autores Mattern e Floerkemeier, ao empregar o termo "Internet" em "Internet das Coisas", pode-se estabelecer uma analogia com a Web atual, onde, em breve, as "coisas" terão a capacidade de se comunicar entre si, fornecer e utilizar serviços, compartilhar dados e responder a eventos. Outra analogia, mais técnica, é que a IoT pode ser vista como um conjunto de protocolos utilizados em objetos inteligentes¹⁰⁴.

As aplicações previstas para a IoT são inúmeras. Atualmente, fala-se bastante em telemetria, em aplicações que envolvem a coleta de dados em diversos ambientes, na possibilidade de intervenção direta sobre objetos de todos os tipos, na interconexão em rede e

na interação entre os próprios objetos, além da interação entre objetos e pessoas, seja de maneira intencional ou de forma transparente¹⁰⁵.

Como veremos adiante, a tecnologia está associada a outra grande ramificação das tecnologias disruptivas: a *Big Data*, expressão que faz analogia ao fenômeno cósmico do Big Bang, em detrimento da quantidade inimaginável de dados circulando e, são gerados e coletados por objetos e computadores, numa relação interativa sem precedentes, indicando um volume para memorizar e processar, com exigências de latência mínima e disponibilidade ininterrupta.

A explicação resumida para o funcionamento da internet das coisas está no avanço tecnológico do protocolo de rede. Em suma, O protocolo em uso até recentemente, conhecido como IPv4 (Versão 4 do Protocolo da Internet), permitia um máximo de 4,3 bilhões de endereços ($4,3 \times 10^9$). Esse limite foi alcançado, o que significa que novos computadores e dispositivos não poderiam mais se conectar à rede simplesmente por falta de um "endereço" na internet. Devido a essa limitação, a Internet Engineering Task Force (IETF) desenvolveu uma nova versão, chamada *Internet Protocol version 6* (IPv6). Esta é a versão mais recente do Protocolo IP, utilizada para a identificação e localização de computadores e outros dispositivos em rede, possibilitando o roteamento na internet. O protocolo IPv6 usa endereços de 128 bits, permitindo aproximadamente $3,4 \times 10^{38}$ endereços IP. Logo, devido a essa nova característica de endereçamento, praticamente não há limites para quantidades de dispositivos e objetos ligados à internet, o que criou um conjunto de conceitos diferentes (e revolucionários) para suas aplicações, antes relacionadas à imagem de computadores numa rede razoavelmente restrita.

O conceito de "Internet das Coisas" foi introduzido em 1999 por Kevin Ashton, no Laboratório de Auto-ID do MIT, onde eram conduzidos estudos sobre identificação por radiofrequência em rede (RFID) e tecnologias de sensores. A partir daí, já na segunda década do século XXI, a expressão "Internet das Coisas" passou a se referir à integração avançada de dispositivos, sistemas e serviços. Vai além da noção tradicional de comunicação entre máquinas (M2M) e engloba uma vasta gama de protocolos, áreas e aplicações¹⁰⁶.

104 cf. MATTERN, F. e FLOERKEMEIER, C. (2010). **From the internet of computers to the internet of things**. In *From active data management to event-based systems and more*, pages 242–259. Springer.

105 cf. FACCIONI FILHO, Mauro. **Internet das Coisas**: livro didático. Palhoça: UnisulVirtual, 2016. p. 11 – 28

A Internet das Coisas é um conceito que está fora do âmbito das tecnologias, pois não deriva delas, e sim as utiliza para cumprir uma série de funcionalidades. As tecnologias associadas ao “conceito” são muitas, e apenas para citar algumas, temos as que se referem à conexão física dos objetos, ou de infraestrutura básica, como as conexões cabeadas e as conexões sem fio¹⁰⁷.

As funcionalidades dos dispositivos na IoT já foram estabelecidas pelo mercado e pelas entidades normativas, enquanto as tecnologias relacionadas seguem em constante evolução. Vários fabricantes do setor de equipamentos eletrônicos e computacionais estão se dedicando a desenvolver suas próprias linhas de produtos e dispositivos para IoT, como Cisco, Intel e muitos outros. A Intel, que produz os componentes responsáveis pelo "processamento" dos dispositivos, definindo assim suas características, aposta em "dispositivos inteligentes para fornecer inteligência onde for necessária e para coletar e filtrar dados diretamente do campo"¹⁰⁸.

As aplicações e funcionalidades para a IoT são perceptíveis há um bom tempo no mercado econômico global, via dos desenvolvedores de aplicações, há uma multiplicação de novas soluções, e novas expressões podem ser citadas: smart buildings, smart cities, smart transport, smart grid, smart energy, smart health, entre outras. A definição de objeto da Internet das Coisas concentra em quatro atribuições: a) Processamento: refere-se à capacidade computacional integrada ao dispositivo, ou sua "inteligência", permitindo que ele execute ações e responda a requisições dentro da IoT e suas respectivas aplicações; b) Endereçamento: diz respeito à habilidade do dispositivo de ser identificado na IoT, ou seja, de ser localizado na rede por meio de mecanismos de roteamento; c) Identificação: trata-se da atribuição de uma identidade única a cada dispositivo, tornando-o distinto e singular em toda a rede IoT; d) Localização: atributo relacionado à posição física do dispositivo, indicando sua localização no espaço geográfico.

Ainda que a IoT não seja uma tecnologia “nova”, e sim um conceito abrangente de outras tecnologias e plataformas, a sua existência e expansão dependem de normas e padrões que visam interrelacionar essas tecnologias.

106 cf. J. Höller, V. Tsiatsis, C. Mulligan, S. Karnouskos, S. Avesand, D. Boyle: **From Machine-to-Machine to the Internet of Things**: Introduction to a New Age of Intelligence. Elsevier, 2014, ISBN 978-0-12-407684-6

107 cf. FACCIONI FILHO, Mauro. **BMS 2.0 - Nova geração de sistemas de automação e gestão predial**. Congresso Netcom, São Paulo, Aranda Eventos, 2015.

108 _____. **Designing “things” for the Internet of Things**. In: I CONGRESSO INTERNACIONAL, I; WORKSHOP DESIGN & MATERIAIS, VII, 2016, São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2016b

De acordo com Minerva, Biru e Rotondi, as mais diversas organizações estão empenhadas em criar normas para a IoT (*standards*), porém, algumas delas podem ser destacadas. As definições de IoT mais importantes estão sendo propostas pelas organizações.

O IEEE - *Institute of Electrical and Electronic Engineers*, é uma organização global dedicada ao avanço da tecnologia em benefício da humanidade. Fundada em 1963, o IEEE promove o desenvolvimento de padrões técnicos, a pesquisa e a educação nas áreas de engenharia elétrica, eletrônica, telecomunicações, informática e diversas outras disciplinas relacionadas. De acordo com o IEEE, um conceito não oficial de Internet das Coisas seria: “Uma rede de dispositivos – cada um com sensores embutidos – que são conectados à Internet¹⁰⁹. Entre vários grupos de trabalho do IEEE relacionados à IoT, o que está diretamente focado na Internet das Coisas é o de número IEEE P241312, cujo escopo é definir uma arquitetura estrutural da IoT, com seus domínios, abstrações e pontos comuns. Atualmente, essa arquitetura é constituída de três níveis, Aplicações, Rede/Comunicação de Dados, e Sensoriamento.

Outro importante instituto que visa padronizar a IoT é o ETSI - *European Telecommunications Standards Institute*. O Instituto ETSI é reconhecido pela União Europeia (UE) como uma organização responsável pela definição de normas no continente europeu, desenvolvendo padrões em tecnologias de comunicação e informação, incluindo as diversas tecnologias relacionadas à internet e sua infraestrutura. Embora o ETSI não mencione explicitamente a expressão "Internet das Coisas" em seus documentos, ele adota um conceito semelhante, descrito como "M2M – Máquina a Máquina". Entre os principais pontos, visa a harmonização das normas na União Europeia, facilitando a integração e adoção de novas diretrizes; busca o desenvolvimento do conceito M2M, ou seja, padronização de protocolos sem a necessidade de intervenção humana¹¹⁰.

ITU - *The International Telecommunication Union*, A ITU é a agência especializada das Nações Unidas para assuntos relacionados às tecnologias da informação e comunicação (TIC).

109 cf. MINERVA, Roberto; BIRU, Abyi; ROTONDI, Domenico. **Towards a Definition of the Internet of Things (IoT)**. IEEE Internet Initiative - Telecom Italia. 27 maio 2015. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/306069323/IEEE-IoT-Towards-Definition-Internet-of-Things-Revision1-27MAY15>>. Acesso em: 23 set. 2024

110 _____. **Towards a Definition of the Internet of Things (IoT)**. IEEE Internet Initiative - Telecom Italia. 27 maio 2015, p. 12. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/306069323/IEEE-IoT-Towards-Definition-Internet-of-Things-Revision1-27MAY15>>. Acesso em: 23 set. 2024

Cabe à ITU a responsabilidade de realizar a alocação global dos espectros de rádio e das órbitas de satélites, além de desenvolver padrões e buscar oferecer acesso às TIC para comunidades ao redor do mundo, especialmente as mais carentes. Em 2005, a ITU definiu a IoT como uma "rede ubíqua", ou seja, uma rede presente em todos os lugares, onde a conectividade está disponível a qualquer momento e em qualquer lugar. Segundo o grupo de estudos da ITU, a definição detalhada da IoT seria¹¹¹:

A internet das coisas é uma infraestrutura global para a sociedade da informação, permitindo serviços avançados para interconectar coisas (físicas e virtuais), baseados em tecnologias de comunicação e informação existentes e em desenvolvimento. Por meio de sistemas de identificação, coleta de dados, processamento e comunicação, a IoT faz uso de coisas para oferecer serviços para todos os tipos de aplicações, assegurando procedimentos de privacidade e segurança. [...]. Numa perspectiva ampla, a IoT pode ser compreendida como uma visão de sistema com implicações tecnológicas e sociais.

Visando o melhor detalhamento das bases da IoT, a ITU definiu algumas tecnologias como essenciais: a) RFID; b) sensores; c) inteligência; d) nanotecnologia;

RFID - Com o intuito de conectar objetos comuns e diversos dispositivos às redes, especialmente à Internet, o uso do sistema de identificação simples e econômico conhecido como RFID é essencial. Utiliza-se o termo “tag” para se referir às etiquetas RFID que estão presentes em embalagens, equipamentos, vestuários, aparelhos e muitas outras “coisas”. Com uma tag RFID, é possível identificar de maneira única cada objeto, uma vez que cada tag pode conter, de certa forma, uma mini base de dados. Não é necessária linha de visão entre o sensor e a tag para que a comunicação ocorra, e uma distância de até um metro é comum em muitas aplicações, sendo que tags em UHF podem alcançar distâncias muito maiores. Essas características da tag RFID permitem que qualquer “coisa”, seja objeto, animal ou planta, seja identificada e rastreada, transformando essa “coisa” em um nó da Internet.

SENSORES - Um dos pontos fundamentais da IoT é a parte de sensoriamento. Os sensores estão nas raízes do conceito de Internet das Coisas.

São dispositivos que detectam e respondem a mudanças em um ambiente físico. Eles podem medir uma variedade de parâmetros, como temperatura, umidade, pressão, luz, movimento, som, entre outros. Os dados coletados pelos sensores são convertidos em sinais que podem ser processados por dispositivos eletrônicos além de permitirem a coleta em tempo real de dados sobre o ambiente. Esses dados são essenciais para a tomada de decisões e para a automação de processos. Os dados coletados pelos sensores podem ser integrados em

aplicativos e plataformas que permitem monitoramento, controle e análise. Por exemplo, em um sistema de gerenciamento de energia, sensores podem monitorar o consumo de eletricidade em tempo real, permitindo ajustes automáticos para otimizar o uso de energia.

INTELIGÊNCIA – busca-se afirmar que há capacidade de processamento incorporada nas “coisas”, tecnologias que conferem inteligência às extremidades da IoT. O processamento diretamente nas coisas resulta em uma inteligência distribuída, reduzindo tanto o tráfego na rede quanto nos servidores centrais. Nesses sistemas, existem três tipos de inteligência nas coisas:

- a) Passiva: na qual o objeto reage a estímulos de maneira direta e sem processar a informação coletada;
- b) Ativa: onde o objeto, por meio de um controlador remoto, pode decidir o tipo de resposta com base em um estímulo;
- c) Autônoma: em que o objeto possui em si mesmo a capacidade do controlador, assim como o sensor e o atuador, decidindo, de forma independente, suas ações com base em estímulos provenientes da rede ou do ambiente.

NANOTECNOLOGIA – a interseção entre a IoT e nanotecnologia representa a inovação de duas áreas amplamente promissoras. Remontando ao ponto anterior, podemos verificar a presença de sensores nanométricos como componentes obrigatórios quase que de todo equipamento amplamente preciso. Materiais sensíveis como nanotubos de carbono e grafeno, inseridos no grupo das terras raras, uma vez que esses materiais possuem difícil capacidade de extração, permitem a melhor resposta e sensibilidade dos dispositivos. Além disso, a nível de disponibilidade e mutação de matriz energética, a nanotecnologia pode contribuir para o desenvolvimento de novas fontes de energia, como células solares mais eficientes e baterias de longa duração. Isso é crucial para dispositivos IoT, especialmente aqueles que operam em locais remotos ou onde o acesso à energia é limitado. Outro ponto pertinente de destaque sobre a IoT é sua capacidade de agilizar processos, seja na indústria ou na circulação de bens e produtos.

111 _____. **Towards a Definition of the Internet of Things (IoT)**. IEEE Internet Initiative - Telecom Italia. 27 maio 2015, p. 19. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/306069323/IEEE-IoT-Towards-Definition-Internet-of-Things-Revision1-27MAY15>>. Acesso em: 23 set. 2024

É importante começar a análise neste ponto no horizonte do Acordo de Facilitação de Comércio da Organização Mundial do Comércio, ratificado em 2017, apresentando como proposta a modernização dos procedimentos alfandegários e melhorias na infraestrutura logística dos países, a fim de tornar os fluxos comerciais mais céleres e previsíveis. Esse tema tem fundamental importância no contexto das cadeias globais de suprimentos. Nessa perspectiva, inúmeros países, principalmente aqueles pertencendo ao grupo dos BRICS, sugerem avançar os processos alfandegários na direção de tecnologias digitais, como *blockchain*, que garantem transparência e segurança nas trocas de informações entre os agentes que atuam no comércio internacional.

O mundo, de maneira geral, ainda enfrenta as perdas evidentes decorrentes da pandemia da COVID-19, seja pela interrupção de diversos setores da cadeia global ou pelo lockdown imposto. Embora a queda nas trocas comerciais seja, em grande parte, o reflexo e não a causa da recessão econômica observada em 2020, o aumento dos custos do comércio, incluindo os de transporte e logística, atuou como um freio adicional nas trocas de bens e serviços, conforme relatado pela OECD. Em virtude do alto grau de incerteza sobre a duração do período em que seríamos submetidos a medidas excepcionais, foram adotadas algumas ações, tais como: a) a canalização do tráfego, através de menos passagens de fronteira; b) a realização de exames de saúde nos agentes aduaneiros; c) o fechamento de alguns postos alfandegários; d) bloqueios de quarentena; e) em alguns casos, a reintrodução de controles que haviam sido eliminados anteriormente.

Essas medidas impuseram encargos comerciais adicionais às agências transfronteiriças e geraram demandas suplementares sobre os agentes de fronteira, que buscavam assegurar a eficácia de suas funções enquanto implementavam ações de contenção, como o distanciamento social. A intensificação dos controles de fronteira na União Europeia, por exemplo, resultou em atrasos médios nos processos alfandegários de cerca de três horas¹¹⁴.

112 cf. OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Trade facilitation and the covid-19 pandemic**. Paris: OECD Publishing, 22 Apr. 2020. Disponível em: . Acesso em: 25 set. 2024.

113 cf. BEKKERS, E.; KOOPMAN, R. B. **Simulating the trade effects of the covid-19 pandemic**: scenario analysis based on quantitative trade modelling. *The World Economy*, p. 445-467, Nov. 2020. Acesso em: 25 set. 2024.

114 _____. **Simulating the trade effects of the covid-19 pandemic**: scenario analysis based on quantitative trade modelling. *The World Economy*, p. 445-467, Nov. 2020. Acesso em: 25 set. 2024

Segundo a OECDE, toda a documentação relacionada à movimentação de mercadorias, incluindo declaração, avaliação, pagamento de tributos, liberação e desembaraço de bens, pode ser verificada sem contato físico, desde que exista a infraestrutura necessária, conforme o Boletim de Economia e Política Internacional. Isso pode ser crucial para reduzir a necessidade de interações diretas entre comerciantes e funcionários de fronteira, minimizando o risco de contaminação pelo vírus. Essa proposta já havia sido debatida no âmbito do AFC, no qual foi estabelecido que os controles de fronteira fossem simplificados e acelerados, garantindo a transparência das inspeções obrigatórias. Isso seria viabilizado através da automação dos sistemas alfandegários.

O Acordo de Facilitação Comercial é considerado o primeiro acordo de grande escala firmado pelos membros da OMC desde a conclusão da Rodada Uruguai. Nele, estão previstas uma série de transformações digitais no âmbito dos processos alfandegários com o objetivo de criar um ambiente propício aos negócios e, assim, proporcionar às empresas estrangeiras e nacionais igualdade em termos de competitividade. A diminuição das restrições e das regulamentações excessivas ocorre por meio da modernização da gestão aduaneira e da simplificação dos processos de comércio exterior, o que torna as ações realizadas pelas autoridades responsáveis menos discricionárias¹¹⁵.

A seção 1 do AFC é fragmentada em artigos, com eixos temáticos coerentes com a estrutura do Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (*General Agreement on Tariffs and Trade* – GATT) e da OMC. No total, são doze artigos (quadro 1), que se dividem em 36 medidas e 238 itens notificáveis, com propostas para acelerar o movimento e a liberação de mercadorias, entre as quais se incluem as mercadorias em trânsito; e disposições para a cooperação aduaneira¹¹⁶.

A seção 2 contém disposições de tratamento especial e diferenciado direcionadas aos países em desenvolvimento (PEDs) e países de menor desenvolvimento relativo (PMDRs). Essa possibilidade permite que as nações classificadas nessas categorias decidam quando irão adotar as disposições individuais do acordo e identifiquem aquelas que só serão implementadas mediante o recebimento de assistência técnica e apoio financeiro. Essas disposições são organizadas em três categorias (A, B e C), através das quais os países-membros devem notificar as datas-limite para se adequarem às propostas do AFC. A categoria A inclui as disposições que devem ser aplicadas a partir da entrada em vigor do acordo; a categoria B abrange medidas que os países adotarão após um período de transição, ou seja, os membros precisarão de mais tempo

para implementar a medida; e na categoria C estão as medidas que serão introduzidas após o período de transição e exigem assistência e suporte para capacitação e implementação¹¹⁷.

Como mencionado anteriormente, as reformas propostas no acordo, como a digitalização dos documentos e a agilidade dos processos de fronteira, foram fundamentais para acelerar o processamento e reduzir as interações físicas entre os indivíduos. De acordo com a OCDE, países com infraestrutura digital suficiente conseguiram dar fluidez ao movimento de mercadorias, sem a necessidade de contato físico em grande parte dos processos alfandegários. Esse avanço tecnológico foi importante para garantir o distanciamento social durante a pandemia e, desse modo, reduzir os riscos de infecção por covid-19.

Com o objetivo de guiar os governos sobre como implementar reformas que estimulem os fluxos comerciais e potencializem os benefícios do comércio internacional, a OCDE desenvolveu uma série de indicadores de Facilitação do Comércio (*trade facilitation indicators – TFIs*) para sinalizar em quais áreas os países devem priorizar suas ações no âmbito do acordo e mobilizar assistência técnica e capacitação para promover o desenvolvimento de maneira mais direcionada. Esses esforços possibilitam um melhor acesso aos insumos para a produção e uma maior participação dos países nas cadeias globais.

A OCDE aponta que a introdução e a implementação das medidas envolvem custos e desafios em uma ou mais das seguintes áreas: diagnósticos, novas regulamentações, mudanças institucionais, capacitação, conscientização, gestão de mudanças, equipamentos e infraestrutura. Dentre essas, as áreas de equipamentos e infraestrutura tendem a representar o item de maior relevância nos custos operacionais para as reformas de Facilitação do Comércio, enquanto os investimentos em capacitação se destacam como a medida mais significativa para aprimorar os processos de fronteira, uma vez que as reformas propostas no acordo abordam as maneiras como as agências de fronteira controlam os fluxos de mercadorias. Para que os países possam se beneficiar da implementação desses dois aspectos, nas últimas décadas, as iniciativas relacionadas à aquisição de equipamentos e à formação de funcionários têm recebido assistência técnica e financeira para a Facilitação do Comércio por parte de nações com maior nível de desenvolvimento¹¹⁸.

115 cf. WORLD TRADE ORGANIZATION. Disponível em: <<https://tfadatabase.org/en/agreement-structure>>. Acesso em: 26 set. 2024.

116 _____. Disponível em: <<https://www.tfafacility.org/facility>>. Acesso em: 26 set. 2024.

Em tratamento aos quesitos técnicos, uma comunicação do Comitê de Barreiras Técnicas ao Comércio da OMC (Comitê TBT), a pedido da Delegação da União Europeia, foi proposta, em junho de 2021, uma sessão temática para explorar a adoção de soluções digitais para certificados de conformidade. O objetivo da comunicação é auxiliar os países a compreender as iniciativas de promoção da digitalização dos processos comerciais e incentivar a aplicação de abordagens regulatórias em conformidade com os princípios fundamentais do TBT, a fim de minimizar os custos do comércio. A principal justificativa gira em torno do fato de que as transações comerciais internacionais dependem de muitos agentes e da ampla utilização de documentos físicos.

Diante disso, entre as várias soluções, muitos estão considerando o uso da tecnologia blockchain para facilitar a troca de informações entre os países e aprimorar a conformidade. O efeito resultante seria a diminuição da burocracia e das fraudes relacionadas aos procedimentos alfandegários, além de melhorias nas questões de segurança e eficiência dos esforços de fiscalização do mercado. A proposta mencionada está presente na notificação G/TBT/W/758.

As iniciativas para promover a digitalização dos processos, especialmente dos certificados digitais, estão sendo cada vez mais disseminadas no âmbito do comércio internacional, devido à complexidade presente nas suas transações, que poderiam ser facilmente aprimoradas pela utilização de tecnologias disruptivas, como a blockchain. No entanto, as mudanças para certificados e documentos comerciais digitais levantam questões como interoperabilidade, aceitação, governança legal e cooperação regulatória entre as autoridades competentes dos diferentes países. Diante disso, uma alternativa significativa a ser considerada é a consolidação da aplicação de abordagens regulatórias digitais em conformidade com os princípios fundamentais de SPS e TBT, além das boas práticas regulatórias, com o objetivo de minimizar os custos do comércio ao mesmo tempo em que se atingem os objetivos legítimos da política.

117 _____. **Trade facilitation in context**. In: WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION. (Ed.). *Speeding up trade: benefits and challenges of implementing the WTO Trade Facilitation Agreement – World Trade Report 2015*. Geneva: WTO Publications, 2015b. p. 38-54. Acesso em: 26 set. 2024.

118 cf. MOIŠÉ, E. **The costs and challenges of implementing trade facilitation measures**. Paris: OECD Publishing, 2013. (OECD Trade Policy Papers, n. 157).

3.1 aplicações e uso da tecnologia Blockchain

A tecnologia blockchain é um mecanismo de banco de dados avançado que permite o compartilhamento transparente de informações na rede de uma empresa. Um banco de dados blockchain armazena dados em blocos interligados em uma cadeia. Os dados são cronologicamente consistentes porque não é possível excluir nem modificar a cadeia sem o consenso da rede. Como resultado, você pode usar a tecnologia blockchain para criar um *ledger* inalterável ou imutável para monitorar pedidos, pagamentos, contas e outras transações. O sistema tem mecanismos integrados que impedem entradas de transações não autorizadas e criam consistência na visualização compartilhada dessas transações¹¹⁹.

As tecnologias de bancos de dados tradicionais apresentam diversos desafios para o registro de transações financeiras. Por exemplo, ao considerar a venda de um imóvel, após o pagamento ser efetuado, a propriedade é transferida para o comprador. Tanto o comprador quanto o vendedor podem registrar as transações monetárias, mas não se pode confiar plenamente em nenhum dos dois. O vendedor pode alegar que não recebeu o dinheiro, mesmo que tenha recebido, e o comprador pode, da mesma forma, afirmar ter realizado o pagamento, mesmo que não o tenha feito. Para evitar problemas legais, uma terceira parte confiável precisa supervisionar e validar as transações. A presença dessa autoridade central não apenas complica a transação, como também cria um ponto único de vulnerabilidade. Se o banco de dados central for comprometido, ambas as partes serão impactadas.

A blockchain minimiza esses problemas ao criar um sistema descentralizado e à prova de fraudes para registrar transações. No contexto das transações imobiliárias, a blockchain estabelece um livro-razão, ou seja, um registro, para o comprador e outro para o vendedor. Todas as transações devem ser aprovadas por ambas as partes e são automaticamente atualizadas em ambos os livros-razão em tempo real. Se qualquer dado histórico das transações for corrompido, isso afetará todo o livro-razão. Essas características da tecnologia blockchain levaram à sua adoção em diversos setores, incluindo na criação de moedas digitais, como o Bitcoin¹²⁰.

119 cf. AWS. **What is Blockchain?**. Disponível em: < <https://aws.amazon.com/pt/what-is/blockchain/?aws-products-all.sort-by=item.additionalFields.productNameLowercase&aws-products-all.sort-order=asc>>. Acesso em: 27 set. 2024.

120 _____. Disponível em: < <https://aws.amazon.com/pt/what-is/blockchain/?aws-products-all.sort-by=item.additionalFields.productNameLowercase&aws-products-all.sort-order=asc>>. Acesso em: 27 set. 2024.

O Blockchain apresenta características próprias, e assemelha-se muito a um livro-razão, sendo capaz de rastrear os ativos em uma rede de negócios. Esse ativo pode ser tangível (uma casa, carro, dinheiro, terra) ou intangível (propriedade intelectual, patentes, direitos autorais, marca). Praticamente qualquer coisa de valor pode ser rastreada e negociada em uma rede blockchain, reduzindo riscos e cortando custos para todos os envolvidos.

Esse sistema apresenta: a) Tecnologia de contabilidade descentralizada: Todos os participantes da rede têm acesso ao livro-razão distribuído e seu registro imutável de transações. Com esse livro-razão compartilhado, as transações são registradas uma única vez, eliminando a duplicação de esforços típica das redes comerciais convencionais.

b) Registros inalteráveis: Nenhum participante pode modificar ou falsificar uma transação após ela ter sido registrada no livro-razão compartilhado. Se um registro de transação contiver um erro, uma nova transação deve ser adicionada para corrigir o erro, e ambas as transações se tornam visíveis. A imutabilidade dos registros é fundamental para garantir a integridade dos dados e evitar fraudes. Isso aumenta a transparência nas transações, permitindo que todas as partes verifiquem a autenticidade das informações.

c) Contratos autoexecutáveis: Para agilizar as transações, um conjunto de regras denominado contrato inteligente é armazenado na blockchain e executado automaticamente. Um contrato inteligente define condições para transferências de títulos corporativos, inclui termos para o pagamento de seguro de viagem e muito mais. Essa modalidade proporciona agilidade e eficiência nas transações, automatizando processos que tradicionalmente exigem a intervenção de intermediários, o que pode resultar em redução de custos e tempo. Essa característica é especialmente útil em diversos setores, como finanças, seguros e cadeias de suprimentos.

Sua funcionalidade está fulcrada em três etapas¹²¹:

1) Registro da transação: Uma transação na blockchain representa a movimentação de ativos físicos ou digitais de uma parte para outra na rede. Ela é registrada como um bloco de dados que incluem detalhes como: (Quem foram os participantes da transação? O que ocorreu durante a transação? Quando a transação aconteceu? Onde a transação se deu? Por que a transação foi realizada? Qual é o volume do ativo que foi trocado? Quantas pré-condições foram atendidas durante a transação?)

2) Obtenção do consenso: A maioria dos integrantes da rede blockchain distribuída precisa concordar que a transação registrada é válida. Dependendo do tipo de rede, as regras do acordo podem variar, mas geralmente são estabelecidas no início da operação da rede.

3) Vínculo dos blocos: Quando os participantes chegam a um consenso, as transações na blockchain são gravadas em blocos, equivalentes às páginas de um livro contábil. Junto com as transações, um hash criptográfico também é anexado ao novo bloco. O hash atua como uma cadeia que interliga todos os blocos. Se o conteúdo dos blocos for modificado intencionalmente ou acidentalmente, o valor do hash será alterado, permitindo a detecção da violação de dados. Dessa forma, os blocos e as cadeias são interligados de maneira segura, e não podem ser editados. Cada bloco adicional fortalece a verificação do bloco anterior e, conseqüentemente, de toda a blockchain. Esse processo é semelhante ao empilhamento de blocos para construir uma torre. Você só pode adicionar blocos ao topo, e se remover um bloco do meio da torre, tudo desmoronará.

Nesse sentido, esses sistemas adicionados a uma cadeia de coleta de dados, integram e alteram fluxos de comunicação e compartilhar dados com rapidez e segurança entre os atores da cadeia de suprimentos. Nenhuma entidade é responsável pela centralização e manutenção dos registros: a proveniência dos dados é sempre facilmente identificável e não podem ser alterados ou excluídos depois de criados¹²²

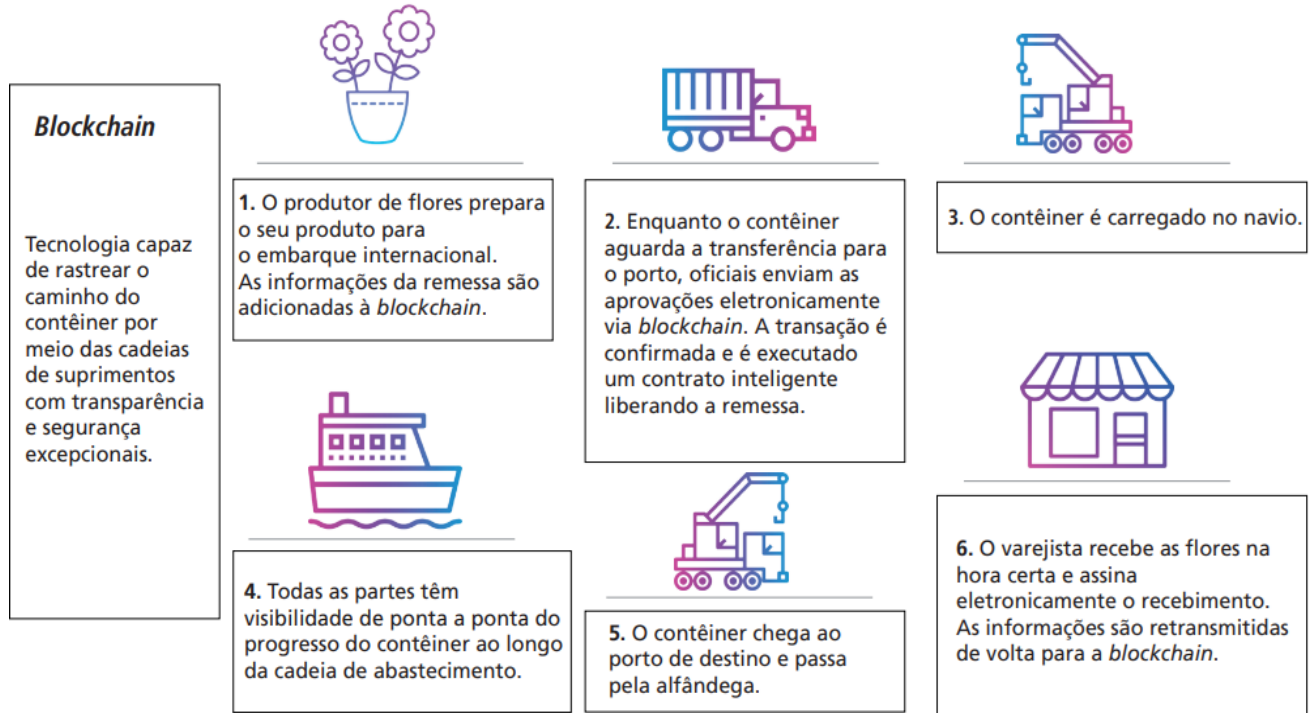
A blockchain é aplicável a ambientes comerciais e aduaneiros, nos quais os participantes de uma transação precisam trocar informações. Essa tecnologia pode promover melhorias na eficiência da cadeia de suprimentos, tanto pela redução de intermediários e pela diminuição das tarefas manuais e do uso de papel, quanto pelo aumento da certeza e da previsibilidade, a partir de dados confiáveis disponíveis em tempo real para todas as partes interessadas. Isso permite rastreabilidade e visibilidade de ponta a ponta, o que eleva a segurança e a facilitação da cadeia de suprimentos. Assim, soluções baseadas em blockchain poderiam aprimorar significativamente a capacidade das administrações aduaneiras e de outras agências de fronteira em analisar e classificar riscos, contribuindo, por sua vez, para a facilitação do comércio¹²³.

121 cf. IBM. **O que é um Blockchain?** Disponível em: < <https://www.ibm.com/br-pt/topics/blockchain>>. Acesso em: 28 set. 2024.

122 cf. WCO- WORLD CUSTOMS ORGANIZATION. **Study report on disruptive technologies**. Brussels: WCO, Jun. 2019. Disponível em: https://www.wcoomd.org/-/media/wco/public/global/pdf/topics/facilitation/instruments-and-tools/tools/disruptive-technologies/wco_disruptive_technologies_en.pdf?la=en . Acesso em: 29 set. 2024.

A figura 3 demonstra como a blockchain permite rastrear o percurso da cadeia de suprimentos de forma segura, célere e transparente. Processos morosos para liberação de remessas, que muitas vezes dependem de diversos agentes e documentos físicos, podem ser resolvidos pela DLT, de modo a contribuir para garantir a previsibilidade entre as partes interessadas.

Exemplo da utilização da *blockchain* na cadeia de suprimentos



Fonte: WCO (2019); Lehmacher (2017).

Há a possibilidade de a blockchain ser empregada em processos de negociações aduaneiras, ao definir claramente os papéis, as responsabilidades, os níveis de acesso e os direitos de validação para cada parte interessada. Além disso, a tecnologia oferece ferramentas às alfândegas para lidar com questões de conformidade, atuando como um recurso imparcial, projetado especificamente para o upload e o compartilhamento de informações entre partes não relacionadas. Existem vários segmentos em que a blockchain pode ser utilizada nos processos aduaneiros e fronteiriços: a) declaração aduaneira; b) cooperação entre agências e entre autoridades aduaneiras e fiscais; c) certificação/verificação eletrônica; d) gerenciamento de identidade; e) arrecadação de receita; f) gestão de conformidade; e g) auditoria pós-liberação¹²⁴.

Um estudo conjunto entre a OMA e a OMC, intitulado *Uso aduaneiro de tecnologias avançadas para facilitar e proteger o comércio transfronteiriço*, compilou informações da Pesquisa Anual Consolidada da OMA de 2021, que incluiu um capítulo sobre o nível de implementação de tecnologias disruptivas pelas administrações aduaneiras de seus membros. Os resultados mostram que o uso da blockchain ainda está em fase experimental e um terço dos membros da OMC está em fase de testes, por meio de provas de conceito (PoCs) e projetos-piloto. Espera-se que a adoção dessa tecnologia permita uma melhor transparência, imutabilidade e acessibilidade da informação, além da qualidade dos dados, assim como o compartilhamento de informações relevantes sobre os procedimentos de gestão de fronteiras entre todas as partes interessadas¹²⁵.

Os projetos PoCs têm como objetivo, entre outras questões, trazer melhorias no intercâmbio de informações e na interoperabilidade nos níveis nacional e internacional, desenvolver a interconectividade internacional de janelas únicas, compartilhar informações entre os operadores econômicos e os ambientes de comércio eletrônico e garantir o acesso a informações relacionadas à logística. No entanto, o mencionado estudo destaca que o maior desafio para a introdução da tecnologia são os custos e a falta de conhecimento especializado e de boas práticas no uso da ferramenta. Os obstáculos à implementação eficaz, por sua vez, estão relacionados à ausência de padronização dos dados utilizados por agências governamentais e operadores econômicos, à escassez de sistemas de governança eficientes e à falta de interconectividade que possibilite a proliferação de diferentes soluções de blockchain.

Um exemplo importante de projeto-piloto implementado por um membro da OMC para documentos comerciais, que pode servir de exemplo para adesão por parte dos países do BRICS, é o #EUBlockchain4Trade, da União Europeia. O projeto se tornou altamente relevante na crise da covid-19, quando os documentos eletrônicos (comerciais) foram a única forma de garantir a continuidade dos negócios em um ambiente de bloqueio de fronteiras e distanciamento social¹²⁶.

123 _____. Disponível em: <http://www.wcoomd.org/~media/wco/public/global/pdf/media/wco-news-magazines/wconews_74_en.pdf>. Acesso em: 29 set. 2024.

124 _____. Disponível em: <http://www.wcoomd.org/~media/wco/public/global/pdf/media/wco-news-magazines/wconews_74_en.pdf>. Acesso em: 29 set. 2024.

125 cf. WCO. **The role of advanced technologies in cross-border trade: A customs perspective**, 2022. Disponível em: <https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/wcotech22_e.pdf>. Acesso em: 29 set. 2024.

126 cf. CERNAT, L. (Ed.). **Trade policy reflections beyond the covid-19 outbreak**. Brussels: European Commission, Jun. 2020. v. 2. Disponível em: . Acesso em: 29 set. 2024.

Além da blockchain, sensores inteligentes, internet das coisas, inteligência artificial e a análise de grandes volumes de dados são outras alternativas tecnológicas que tornam a adoção de certificados digitais de comércio menos custosa e disponíveis em larga escala. No contexto dos certificados SPS, a habilidade dos países de realizar avaliações de risco está sendo aprimorada pelo avanço da tecnologia da internet das coisas. Estimativas da OMC indicam que o número de dispositivos conectados à internet no mundo crescerá para aproximadamente 75 bilhões até 2025, o que ampliará a capacidade dos países de fornecer, agregar e analisar dados de sistemas alimentares de maneira precisa e eficiente¹²⁷.

No contexto da facilitação do comércio (FC), alguns países sugerem avançar os processos aduaneiros na direção de tecnologias digitais, como blockchain, que asseguram transparência e segurança nas trocas de informações entre os agentes que atuam no comércio internacional. O desenvolvimento digital promovido por meio dessas tecnologias pode aprimorar a qualidade de governança das alfândegas, graças a uma melhor conectividade global e comunicação entre governos e empresas. Priorizar a inovação tecnológica e explorar um novo modelo de governança inteligente nos processos aduaneiros contribui para uma maior eficiência nos procedimentos aduaneiros e portuários, tornando-os mais rápidos e reduzindo os custos comerciais associados.

Ainda que seja uma tecnologia importantíssima frente aos desafios das grandes nações no que tange ao desalfandegamento e celeridade de processos, há que se ressaltar que muitas administrações aduaneiras podem carecer da infraestrutura necessária ou de pessoal treinado para integrar essas tecnologias de maneira eficaz. Além disso, a dependência excessiva de soluções tecnológicas pode criar novas vulnerabilidades, como riscos de segurança cibernética e a possibilidade de exclusão de agentes que não têm acesso a essas tecnologias. Portanto, enquanto o avanço digital é essencial, ele deve ser acompanhado por esforços para garantir que todos os envolvidos no comércio internacional possam se beneficiar de forma equitativa.

127 cf. OECD – **ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT** Trade Facilitation Indicators (TFIs): methodology and tools. Paris: OECD Publishing, 2021a.

4 QUESTÕES CONVERGENTES E DESAFIOS NA APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS

As tecnologias disruptivas têm se destacado como um motor de transformação em diversos âmbitos sociais, econômicos e culturais. Essas inovações são definidas por sua capacidade de romper com práticas consolidadas, criar novos mercados e modificar profundamente a dinâmica de setores inteiros. Exemplos anteriormente citados como inteligência artificial, blockchain, biotecnologia e a Internet das Coisas (IoT) demonstram como essas tecnologias podem proporcionar benefícios significativos, como maior produtividade, personalização de soluções e avanços científicos.

No entanto, o impacto transformador dessas tecnologias também acarreta uma série de questões desafiadoras e implicações que devem ser abordadas. Entre os principais pontos de preocupação estão os efeitos éticos, sociais e regulatórios, bem como as repercussões na segurança da informação, privacidade de dados e disparidades no acesso à inovação. O emprego de tecnologias disruptivas pode ampliar desigualdades preexistentes, alterar profundamente as relações de trabalho e levantar questões sobre a governança e o controle de suas aplicações.

A adoção de tecnologias disruptivas, apesar de promissora, exige uma avaliação criteriosa de suas repercussões em curto e longo prazos. Nesse cenário, torna-se indispensável uma abordagem interdisciplinar que abranja dimensões técnicas, éticas, legais e econômicas, assegurando que a implementação dessas inovações seja realizada de forma responsável e sustentável. Este estudo propõe explorar os principais desafios e questões implicativas associados ao uso de tecnologias disruptivas, com o intuito de fomentar um debate que auxilie na mitigação de riscos e na maximização dos benefícios dessa revolução tecnológica.

Aos usuários, que muitas vezes se deparam com os famosos “Termos de Uso”, acabam por apenas clicar sem ler completamente os textos, ou sequer ler, conforme demonstram estudos. Com isso, caso o usuário não concorde com os termos apresentados, é comum que sua única opção seja a de não desfrutar importantes produtos e serviços online, gerando o termo “*Take or leave it*”, ou seja, refletindo a ausência de uma vontade livre em razão da assimetria de poderes entre ele e o agente responsável pelo tratamento, bem como a sua dependência a muitos serviços da sociedade da informação¹²⁸.

Contudo, para uma parcela significativa da literatura, existem grandes lacunas relacionadas às limitações do consentimento na tarefa de salvaguardar a privacidade e proteger os dados pessoais dos cidadãos diante dos desafios contemporâneos, como a ascensão do Big

Data. Nas últimas cinco décadas, grande parte das discussões sobre a regulamentação da privacidade e da proteção de dados pessoais tem direcionado considerável atenção ao consentimento fornecido pelo titular dos dados. Nesse contexto, não é exagerado afirmar que o consentimento tem ocupado uma posição central como instrumento regulatório e fundamento de legitimidade prática desse sistema de proteção¹²⁹.

Assim sendo, a atenção jurídico-normativa para com os dados pessoais teve início na década de 1970, época em que surgiram as primeiras leis, tratados internacionais e decisões a respeito. Nesse tópico, conforme mostra Danilo Doneda¹³⁰:

Na década de 1970 surgiram as primeiras iniciativas legislativas para tutela de dados pessoais. Entre as precursoras a já mencionada Lei da Land alemão de Hesse, em 1970; a primeira lei nacional de proteção de dados, promulgada na Suécia: o Estatuto para bancos de dados em 1973 – Data Legen 289, ou Datalag (que por sua vez também criava um inspetor para uso de dados pessoais – o Dataispektionen), além do Privacy Act norte americano em 1974.

Uma geração inicial de legislações concentrou-se predominantemente no aspecto funcional da proteção de dados pessoais, priorizando a autorização e o registro para o funcionamento de bancos de dados junto a órgãos competentes, relegando a privacidade individual a um segundo plano. A segunda geração trouxe aos ordenamentos jurídicos questões como a eficácia do consentimento e a autonomia na decisão de não disponibilizar informações pessoais. Já a terceira geração, na década de 1980, garantiu aos indivíduos o direito de participar ativamente no processo de tratamento dos dados, abrangendo desde a coleta até sua manipulação e utilização.

Apenas na quarta geração de leis é que adveio uma clara intenção de se proteger a privacidade individual, como é o caso, no âmbito da União Europeia, da Diretiva de Proteção de Dados Pessoais de 1995 95/46/CE, seguida pelo General Data Protection Regulation, em vigor desde 25 de maio de 2018¹³¹.

4.1 Aspectos relativos à proteção de dados em uma era de Big Data

128 cf. MCDONALD, Aleecia M; CRANOR, Lorrie Faith. **The Cost of Reading Privacy Policies.** Journal of Law and Policy for the Information Society, v. 4, p. 543-568, 2008.

129 cf. BIONI, Bruno Ricardo. **Proteção de Dados Pessoais: a função e os limites do consentimento.** Rio de Janeiro: Forense, 2019, p. 199.

130 cf. DONEDA, Danilo. **Da privacidade à proteção de dados pessoais.** Rio de Janeiro: Renovar, 2006. p. 206.

No Brasil, a Constituição Federal de 1988, em seu artigo 5º, inciso X, assegura a proteção não apenas da vida privada, mas também da imagem e da honra. O Código Civil de 2002, na mesma linha, estabelece a inviolabilidade da vida privada da pessoa natural, diretriz que foi reforçada pelo Marco Civil da Internet (Lei nº 12.965/2014). Este, ao regular o uso da internet no Brasil, adota, entre outros princípios, a garantia da privacidade (artigo 3º, inciso II).

Mais recentemente, foi promulgada a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018), cuja aplicação plena somente se efetivará em 2020. Essa legislação, entre diversas disposições, criou a Autoridade Nacional de Proteção de Dados, impôs uma série de obrigações a empresas que coletam informações pessoais em ambientes digitais, assegurou direitos específicos aos titulares desses dados e implementou um sistema de responsabilidade administrativa e judicial específico para o tema. Resta, portanto, aguardar sua plena vigência para avaliar de forma concreta a efetividade prática de suas disposições.

A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) e o Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR) representam avanços fundamentais na regulamentação da privacidade e proteção de informações pessoais, tanto no Brasil quanto na União Europeia. Ambas as legislações têm como objetivo proporcionar maior controle aos indivíduos sobre seus dados, estabelecendo exigências rigorosas para organizações que manipulam essas informações. Contudo, há críticas e desafios significativos relacionados à sua aplicação e eficácia.

Tanto a LGPD quanto o GDPR apresentam regulamentações amplas e detalhadas que, embora essenciais para contemplar diferentes contextos, podem dificultar sua execução prática. Micro, pequenas e médias empresas, que dispõem de recursos mais limitados, frequentemente enfrentam dificuldades para implementar medidas de adequação, como auditorias, sistemas de proteção de dados e a contratação de um encarregado de proteção de dados (DPO). Essa demanda pode gerar um cenário desigual, no qual grandes corporações conseguem se adaptar com mais facilidade, enquanto negócios menores enfrentam obstáculos financeiros e operacionais.

Outro ponto de crítica reside na ausência de clareza em determinadas definições. Termos como "consentimento", "interesse legítimo" ou "dados sensíveis" podem ser interpretados de formas variadas, o que dificulta uma aplicação uniforme das normas e gera incertezas legais. Ademais, a atuação da Autoridade Nacional de Proteção de Dados (ANPD), no caso da LGPD, ainda é limitada, o que pode comprometer a fiscalização adequada e a punição efetiva de eventuais violações.

Outro ponto relativo ao consentimento é insuficiência do titular de direitos advindos da relação titular de direitos versus operador de dados. A situação de vulnerabilidade do titular de direitos tem início no momento os termos das políticas de privacidade podem ser demasiadamente complexos e abstratos, impossibilitando uma compreensão mais transparente a respeito do concreto emprego dos dados e, na sequência, pela expressão anteriormente citada “take or leave it”. A problemática é que ao não consentir, o usuário acaba por ser excluído das novas tecnologias e plataformas¹³².

Conforme elucidam Viktor Mayer-Schönberger e Kenneth Cukier destacam que, em um contexto moldado pelo Big Data, o tratamento de dados pessoais não pode ser encarado como algo fixo, cuja relevância político-econômica se esgote no momento em que se alcança o propósito inicial para o qual foram coletados, como em um censo governamental ou uma atividade de uma empresa privada. Pelo contrário, com o uso de tecnologias baseadas em Big Data, inteligência artificial e algoritmos, é possível extrair novas informações completamente desvinculadas da finalidade original que justificou a coleta desses dados¹³³.

Por meio de processos subsequentes de análise, cruzamento e processamento de extensos bancos de dados, podem-se criar novas formas de valor político e econômico, capazes de impactar amplamente a sociedade e influenciar de maneira significativa o regime democrático. Um exemplo disso é observado nos escândalos eleitorais relacionados à Cambridge Analytica, que expuseram o uso controverso de dados pessoais para manipulação de eleitores¹³⁴.

Embora o uso de Big Data e tecnologias associadas traga potencial para avanços econômicos, sociais e científicos, o modelo atual de exploração de dados pessoais levanta sérias preocupações éticas e legais. O fato de informações serem utilizadas para finalidades secundárias ou não declaradas evidencia uma lacuna regulatória significativa, que compromete tanto a privacidade dos indivíduos quanto a confiança pública nas instituições.

131 cf. MENDES, Laura Schertel. **Privacidade e proteção de dados e defesa do consumidor**: linhas gerais de um novo direito fundamental. São Paulo: Saraiva, 2014. p. 42-55.

132 cf. BALKIN, Jack M. **Fixing Social Media’s Grand Bargain**. Hoover Working Group on National Security Technology, and Law, Aegis Paper Series n. 1814, October 2018.

133 cf. CATE, Fred H; MAYER-SCHÖNBERGER, Viktor. **Notice and consent in a world of Big Data**. International Data Privacy Law, v. 3, n.2, p. 67-73, 2013.

134 cf. CARVALHO, Victor Miguel Barros de; GUIMARÃES, Patrícia Borba Vilar; OLIVEIRA, Adriana Carla Silva de. **Monetização de dados pessoais na Internet**: competência regulatória a partir do Decreto nº 8.771/2016. REI - Revista Estudos Institucionais, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 376-416, ago. 2018.

A transformação de dados pessoais em um recurso político e econômico, com consequências tão abrangentes como as observadas em escândalos eleitorais, destaca a urgência de mecanismos mais robustos de governança de dados. A ausência de transparência sobre como essas informações são reutilizadas coloca os cidadãos em uma posição de vulnerabilidade e questiona o equilíbrio de poder entre usuários, governos e grandes corporações tecnológicas.

Ademais, o uso indevido de dados pode minar o próprio funcionamento das democracias ao influenciar decisões individuais por meio de técnicas de microtargeting e manipulação comportamental. Isso evidencia a necessidade de regulamentações mais específicas que contemplem não apenas a coleta, mas também o processamento secundário e os impactos sistêmicos do uso de dados em larga escala. Sem um esforço coordenado para regular essas práticas, corre-se o risco de perpetuar desigualdades, violações de privacidade e a erosão da autonomia individual frente ao crescente poder dos algoritmos.

Primeiramente, a ideia de que a transformação de dados pessoais em ferramenta de poder é inevitável merece contestação. Ela sugere que o problema reside apenas na falta de transparência e na ausência de governança, sem explorar suficientemente como o próprio modelo de coleta e monetização de dados perpetua essas desigualdades. O foco em "mecanismos mais robustos de governança" pode desviar a atenção de soluções mais radicais, como a reestruturação de modelos econômicos baseados em dados ou o fortalecimento de direitos individuais sobre as informações pessoais.

Além disso, a crítica à vulnerabilidade dos cidadãos não enfatiza o suficiente a necessidade de alfabetização digital. Muitos usuários não compreendem plenamente as implicações do compartilhamento de dados, o que perpetua sua dependência de governos e corporações tecnológicas. Sem educação para capacitar os cidadãos, até mesmo os mecanismos mais transparentes de governança podem ser insuficientes para equilibrar essa relação de poder. Governos e corporações tecnológicas operam em uma arena internacional, onde regulamentações variam amplamente. A ausência de um quadro regulatório global facilita abusos e cria um ambiente de difícil supervisão.

Mas, alguns países e blocos econômicos mundiais apresentam determinações e diretrizes voltadas à promoção do uso responsável da inteligência artificial (IA), assegurando o respeito aos direitos humanos e aos princípios democráticos, com ênfase na centralidade do ser humano como fundamento e objetivo no desenvolvimento dessa tecnologia, face a grande mercantilização de dados. A exemplo disso, no ano de 2019, através de seu *Committee on*

Digital Economy Policy – CDEP, um documento caracterizado como recomendação direcionado aos seus países- membros e países aderentes. No texto, são apresentados princípios para a promoção do uso da IA de forma confiável e em respeito aos direitos humanos e aos valores democráticos, à luz da centralidade do ser humano na abordagem e nos objetivos a serem perseguidos no desenvolvimento da área¹³⁵.

A OCDE propõe, no documento, uma definição para o que seria um sistema de IA descrevendo-o como um mecanismo ou dispositivo capaz de, com diferentes graus de independência, alcançar metas previamente determinadas por pessoas, bem como realizar previsões, oferecer sugestões ou tomar decisões que podem ter impacto em contextos virtuais ou reais. Entre os princípios destacados, incluem-se o crescimento inclusivo, a sustentabilidade e o bem-estar, além de valores como centralidade no ser humano, equidade, clareza, compreensibilidade, robustez, segurança, proteção e responsabilização¹³⁶.

Buscando consolidar sua posição de vanguarda nas questões relacionadas ao direito digital, a União Europeia fez, assim como com a GDPR, instituiu, através de sua Comissão Europeia, o *High-Level Expert Group on Artificial Intelligence* (AI HLEG). Este grupo consultivo, de caráter inclusivo, é composto por mais de cinquenta especialistas amplamente reconhecidos em diversas áreas e conta com a colaboração de múltiplos setores interessados, incluindo empresas privadas, instituições acadêmicas, centros de pesquisa e até mesmo cidadãos, tanto europeus quanto de outras nacionalidades.

O AI HLEG desempenhou um papel essencial na formulação de documentos relevantes para a definição da estratégia em inteligência artificial do bloco, com o objetivo de promover um ambiente que favoreça o funcionamento eficaz do mercado interno nesse campo. Esse propósito está alinhado com o principal objetivo da União Europeia, conforme estabelecido no artigo 114º de seu Tratado sobre o Funcionamento¹³⁷.

135 Conforme o entendimento elaborado pela OCDE, *in verbis*: “An AI system is 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 varying levels of autonomy.” OECD. **Recommendation of the Council on Artificial Intelligence**. Paris: OECD, 21 maio 2019. Disponível em: <<https://www.oecd.org/digital/artificial-intelligence/>> Acesso em nov. 2024

136 cf. OECD. **Recommendation of the Council on Artificial Intelligence**. Paris: OECD, 21 maio 2019. Disponível em: <<https://www.oecd.org/digital/artificial-intelligence/>> Acesso em nov. 2024.

Além disso, citam-se as contribuições para a formulação do *White Paper on Artificial Intelligence*, um documento estratégico que delineia as metas das políticas públicas em inteligência artificial, com foco na promoção da confiabilidade e no avanço dessa área. Além disso, destaca-se o *Artificial Intelligence Act* (AI Act), uma proposta de regulação para os países membros, apresentada em 2021. Esses textos são o resultado de intensos debates conduzidos pela comunidade europeia ao longo dos últimos anos, visando criar uma proposta que reflita seu progresso em compreender e adaptar políticas públicas às demandas da IA, além de oferecer regras uniformes para sua aplicação no âmbito do bloco europeu. Na proposta do AI Act, a Comissão Europeia enfatizou, no considerando número 6, que a definição de “sistemas de IA” adotada no documento deveria ser, simultaneamente, clara para garantir segurança jurídica e adaptável a futuras inovações tecnológicas. Essa definição deveria basear-se em características funcionais dos sistemas, particularmente sua capacidade operacional, e vir acompanhada de um documento suplementar detalhando abordagens técnicas e metodologias específicas¹³⁸.

Embora a iniciativa da União Europeia represente um avanço significativo no campo da regulação de IA, especialmente ao buscar harmonização e clareza, algumas lacunas e desafios merecem atenção. A tentativa de balancear precisão jurídica e flexibilidade tecnológica, embora louvável, pode levar a ambiguidades práticas. Definições excessivamente genéricas correm o risco de deixar brechas regulatórias ou dificultar a aplicação efetiva das normas, especialmente em um cenário de rápida evolução tecnológica.

4.2 A mercantilização dos dados pessoais e um novo paradigma de negócio

Importante fazer uma abordagem da conceituação de “Capitalismo de Vigilância”¹³⁹, pois ele representa uma nova forma de exploração da vida e de intensificação da exploração do trabalho, na qual os dados pessoais se tornam o principal recurso para obtenção de lucro. Esse modelo, fundamentado na ampla coleta de informações sobre o comportamento humano, vai além da simples comercialização de produtos e serviços digitais, trazendo implicações econômicas, políticas e sociais significativas.

137 cf. OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN UNION. **Consolidated Versions of the Treaty on European Union and the Treaty on the Functioning of the European Union (2016/C 202/01)**. Lisbon, 2007. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:12016ME/TXT>> Acesso em mai. 2023.

Nesse sentido, o capitalismo baseado em Big Data utiliza os processos de coleta, armazenamento, gerenciamento e análise de dados para estruturar uma economia política que visa o controle econômico e político das pessoas, ao mesmo tempo em que as enxerga como consumidores ou potenciais ameaças, como terroristas ou criminosos. Assim, surge uma nova mercadoria que não é necessariamente resultado do trabalho industrial: os dados, cuja base está nas plataformas de redes sociais. Nessas plataformas, os usuários fornecem seus dados em troca de serviços apresentados como gratuitos, mas que são transformados em produtos comercializáveis pelas empresas que os disponibilizam no mercado¹⁴⁰.

O avanço do capitalismo de vigilância, como descrito por Zuboff, baseia-se na conversão de vivências humanas em dados, que são posteriormente reintegrados à realidade sob a forma de novos investimentos, lucros e serviços¹⁴¹. Nesse contexto, os usuários, muitas vezes de forma aparentemente consentida, oferecem seus dados em função da necessidade de acessar serviços e da crença amplamente difundida de que quanto mais informações as empresas possuírem, melhores serão as soluções oferecidas. Nesse panorama, predomina a ideia de que os serviços digitais mais sofisticados são os que conseguem captar e processar dados em larga escala, enquanto aqueles incapazes de fazê-lo são vistos como "deficientes" ou "obsoletos".

Por consequência, a adesão ao capitalismo de vigilância não é apresentada como uma opção, mas como uma imposição inevitável. Os indivíduos não cedem seus dados por escolha consciente ou por compulsão explícita, mas por desconhecimento e pela falta de alternativas viáveis. Trata-se de uma rendição silenciosa dos corpos e das mentes a um regime de controle que caracteriza esta nova fase da economia política.

No contexto atual de tecnologias disruptivas, como inteligência artificial generativa, Internet das Coisas (IoT) e dispositivos de monitoramento biométrico, a crítica a esse modelo torna-se ainda mais urgente. Apesar das inovações tecnológicas prometerem avanços significativos em qualidade de vida e eficiência, elas frequentemente ocultam as dinâmicas de exploração subjacentes. A coleta massiva de dados, promovida sob o pretexto de inovação, intensifica desigualdades e aprofunda o controle corporativo sobre aspectos fundamentais da existência humana, como a privacidade, a autonomia e a liberdade de escolha.

138 cf. EUROPEAN COMMISSION. **White Paper on Artificial Intelligence – A European approach to excellence and trust**. Brussels, 2020. Disponível em: <https://commission.europa.eu/system/files/2020-02/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf> Acesso em mai. 2023.

O questionamento apontado sobre se a promessa de serviços inteligentes mais "inteligentes" justifica o preço pago em termos de vigilância constante. A retórica de que "não há alternativas" para a adesão a esse sistema precisa ser desconstruída, incentivando a busca por modelos éticos e sustentáveis que priorizem o bem-estar social em vez de um lucro baseado na exploração dos dados pessoais. Sem uma reflexão crítica e uma regulação robusta, o avanço dessas tecnologias corre o risco de consolidar um sistema de vigilância onnipresente, que transforma a própria condição humana em mera mercadoria.

Há, portanto, uma clara interconexão entre o conceito de capitalismo de vigilância e as tecnologias disruptivas, que afeta não apenas o contexto político e econômico, mas também culturalmente, já que o mundo contemporâneo está constantemente interconectado. O uso intensivo de plataformas como Facebook, TikTok e Instagram altera continuamente as dinâmicas das relações interpessoais. Uma crítica relevante diz respeito à falta de anonimato, já que essas interações são muitas vezes mediadas por algoritmos que priorizam conteúdo baseados em interesses comerciais, criando "bolhas de filtro" que limitam as pessoas às suas próprias visões de mundo. Além disso, por meio da coleta estratégica de dados, as empresas conseguem desenvolver campanhas de marketing altamente eficazes, restringindo a liberdade de escolha dos usuários e gerando uma sensação de esgotamento diário, causada pela superexposição a anúncios, o que diminui o sentimento de satisfação e bem-estar.

A estruturação desse novo modelo de negócio digital não se trata apenas de continuação do desenvolvimento do capitalismo industrial. Isso porque houve uma mudança na forma como as empresas lidam com a informação. Anteriormente, até o início dos anos 2000, dados oriundos do uso de um produto ou serviço eram utilizados para a melhoria do próprio bem e, portanto, em benefício do usuário e de sua experiência¹⁴². Contudo, com a descoberta do que a autora denomina "superávit comportamental", os dados comportamentais gerados pelos usuários passaram a ser utilizados para outras finalidades, além da melhoria do produto/serviço, como, por exemplo, para melhorar a lucratividade dos anúncios.

139 O conceito de *capitalismo de vigilância*, popularizado pela autora Shoshana Zuboff, descreve um modelo econômico emergente no qual dados pessoais se tornam o principal recurso de exploração e lucro. Esse sistema, baseado na coleta massiva de informações sobre o comportamento humano, transcende a simples comercialização de bens e serviços digitais, gerando implicações econômicas, políticas e sociais profundas.

140 cf. FUCHS, Christian. **Information and communication technologies and society**: A contribution to the critique of the political economy of the Internet. *European Journal of Communication*, v. 24, n. 1, p. 69-87, 2009. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0267323108098947> Acesso em: 20 nov 2024.

A estruturação do modelo de negócio dessas empresas em torno do “superávit comportamental” dos usuários é possível em razão do número e diversidade dos dados disponíveis, em um momento em que o número de usuários da internet cresce exponencialmente: segundo dados do Banco Mundial, em 2018, 49% da população mundial contava com acesso à internet; em 2020, o percentual aumentou para 60%¹⁴³. No Brasil, o número de usuários aumentou de 70% da população, em 2018, para mais de 81%, em 2020¹⁴⁴.

Além disso, cada vez mais, diversas áreas de nossas vidas são conduzidas de forma digital, por meio de smartphones, tablets, computadores, internet das coisas, assistentes virtuais, entre outros dispositivos, um processo que foi acelerado pela pandemia de COVID-19, a necessidade de distanciamento social e a busca por soluções tecnológicas para a continuidade de atividades que antes eram feitas principalmente de maneira presencial. Embora seja difícil medir com precisão a velocidade de crescimento dos dados, existem estimativas que indicam que os dados digitais dobram, em média, a cada três anos. A escassez de informações foi substituída por uma superabundância de dados¹⁴⁵. De fato, o termo "big data" foi inicialmente criado para se referir ao aumento do volume de dados e à dificuldade de processá-los utilizando as tecnologias tradicionais de armazenamento, o que levou à reavaliação das ferramentas de análise e ao surgimento de novas tecnologias de processamento¹⁴⁶. Com o avanço de novas tecnologias, capazes de armazenar, analisar e processar essas informações em uma escala tão ampla — além de aprender com os dados fornecidos —, surgiram novas definições para o termo, com ênfase nas possibilidades oferecidas pelo processamento dessas informações.

141 cf. ZUBOFF, Shoshana. **The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power**. Londres: Profile Books, 2019.

142 Zuboff denomina esse ciclo de “ciclo de reinvestimento do valor comportamental”. ZUBOFF, Shoshana. *Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. New York: Public Affairs, 2019 [livro eletrônico], p. 70-71.

143 cf. THE WORLD BANK. **Individuals using the Internet (% of population)**. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS?end=2020&most_recent_value_desc=false&start=2005>. Acesso em: 10 dez .2024

144 cf. THE WORLD BANK. **Individuals using the Internet (% of population) – Brazil**. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS?end=2020&locations=BR&name_desc=false&start=2013&view=chart>. Acesso em: 10 dez. 2024.

145 Conforme exposto em outra sede, “por um lado, tem-se as medidas de saúde pública recomendadas por profissionais da área de saúde quanto ao isolamento social e, por conseguinte, uma aceleração da transformação digital em diversos âmbitos: educação, trabalho, saúde, comércio e, até mesmo, em instituições essenciais à democracia, como o judiciário e o legislativo.”. MARQUES, Ana Luiza; MEYER, Emilio Peluso Neder. **COVID19 e proteção de dados na era do capitalismo de vigilância**. In: MEYER, Emilio Peluso Neder;

A combinação de dados, tecnologia, matemática e mercado é apresentada por Cathy O'Neil como "Economia do Big Data". Para a autora, o *big data* e o uso crescente de algoritmos na tomada de decisões em diversas áreas da sociedade, incluindo o mercado, representam a fusão entre matemática e tecnologia, com o propósito de extrair dados para analisar o comportamento humano, seus desejos, ações e poder de compra, a fim de direcionar as práticas de mercado¹⁴⁸.

De maneira semelhante, Nick Couldry e Ulisses A. Mejias argumentam que estamos testemunhando o início de um processo tão crucial para o capitalismo quanto o colonialismo histórico, caracterizado pelo surgimento de uma nova fase nas relações entre o colonialismo e o capitalismo. Nessa nova etapa, a "matéria-prima" extraída para gerar lucro é a própria existência humana. Essa fase é chamada pelos autores de "colonialismo de dados", que, de forma análoga ao processo de anexação de territórios, recursos e corpos no colonialismo tradicional, envolve a captura e o controle da vida humana por meio da apropriação de dados com o objetivo de lucro¹⁴⁹. A extração e apropriação de dados pode vir de diversas fontes e é indiferente em relação à origem dos dados, pois orientada unicamente pela maximização da produção de valor. Como consequência, a vida humana é anexada ao capitalismo e torna-se sujeita à vigilância e ao monitoramento contínuos.

Nas palavras dos autores¹⁵⁰:

POLIDO, Fabrício Bertini Pasquot; TRIVELLATO, Márcia Carolina Santos. (Org.). **Direito, Democracia & Internet: perspectivas constitucionais e comparadas**. Belo Horizonte: Initia Via, 2021.

146 cf. HASHEM, Ibrahim Abaker Targio; YAQOOB, Ibrar; ANUAR, Nor Badrul; MOKHTAR, Salimah; GANI, Abdullah; KHAN, Samee Ullah. **The rise of “big data” on cloud computing: Review and open research issues**. Information Systems, Volume 47, 2015, p. 98-115.

147 Como abordado anteriormente, o machine learning (aprendizado de máquina) pode ser descrito como a segunda grande onda da inteligência artificial: “A segunda onda está ligada ao machine learning (aprendizado de máquina), algoritmos que possibilitam ao sistema o aprendizado automatizado a partir de dados, identificando padrões e realizando generalizações que permitem aplicar o que foi aprendido, sem que seja necessária a programação explícita (como na IA simbólica). (...) Desta forma, pode-se dizer que [se trata de] “um programa de computador que aprende extrai padrões dos dados”. O machine learning, ao contrário da IA simbólica - que, como exposto, é mais adequada para o raciocínio abstrato ou indutivo -, funciona melhor em situações que exigem percepção sensorial ou a extração de padrões de um grande e desordenado banco de dados. Por outro lado, esta técnica pode não funcionar bem em situações em que existem poucos dados disponíveis e pouca margem para erros” NUNES, Dierle. MARQUES, Ana Luiza. Decisão judicial e inteligência artificial: uma automação possível? In NUNES, Dierle. LUCON, Paulo Henrique dos Santos. WOLKART, Erik Navarro. *Inteligência artificial e Direito Processual: Os impactos da virada tecnológica no Direito Processual*. Salvador: Editora Juspodivm, 2022, p. 747- 748.

Colonialismo de dados é o nosso termo para a extensão de um processo de extração global que teve início com o colonialismo e continuou por meio do capitalismo industrial, culminando na nova forma de hoje: ao invés de recursos naturais e trabalho, o que está sendo apropriado agora é a vida humana por meio de sua conversão em dados. O resultado degrada a vida, primeiro por expor-lhe continuamente ao monitoramento e vigilância (pela qual os dados são extraídos) e, segundo, por tornar a vida humana um input direto para a produção capitalismo. O colonialismo de dados é, em outras palavras, uma ordem emergente para apropriar e extrair recursos sociais para o lucro através dos dados, praticado por relações de dados.

Ainda que útil, de certa forma, o que ocorre com a vigilância e dados, vejo como mera simplificação determinada associação, em face de que colonialismo histórico estava profundamente enraizado em processos de colonização territorial, com consequências sociais, econômicas e políticas diretamente relacionadas à subjugação de povos inteiros, algo que, embora tenha ressonâncias no controle dos dados pessoais, não se traduz exatamente de forma análoga no contexto digital. Embora os dados possam ser uma ferramenta de controle e dominação, eles não implicam, necessariamente, em uma "anexação" física ou no mesmo tipo de violência estrutural e política que o colonialismo territorial acarretava.

Ademais, ao analisar apenas a coleta de dados como maximização do valor econômico, ignora complexidade de forças sociais, culturais e políticas que também impulsionam a coleta e o uso de dados. A busca por dados não é apenas uma questão de lucro financeiro direto; ela também está ligada à construção de perfis e comportamentos, e à transformação de seres humanos em "objetos" de segmentação, predição e controle, seja para fins comerciais, políticos ou de poder.

Dito isso, a noção de que tecnologias emergentes seriam as soluções para os mais diversos problemas sociais – do desemprego às mudanças climáticas –, em um progresso técnico social inevitável, dá origem ao que Morozov denomina “solucionismo tecnológico”. Nas palavras do autor, as empresas de tecnologias da informação nos propõem uma nova rede social: “ainda que sejamos forçados a vender nossos carros e deixar de pagar nossas hipotecas, jamais perderemos o acesso ao Spotify e ao Google, (...) em troca disso, ‘somente’ são exigidos os dados para cobrir os custos das operações”¹⁵¹.

148 Em linhas gerais, na Big Data economy, mediante a utilização da matemática aliada com a tecnologia, são extraídos e utilizados dados das mídias sociais ou de sites de e-commerce, para analisar o comportamento dos seres humanos (desejos, ações e poder aquisitivo) e orientar a prática de mercado. O'NEIL, Cathy. **Weapons of Math Destruction**. New York: Crown, 2016 [livro eletrônico], introduction.

149 Nesse contexto, o termo “matéria prima” refere-se a matéria “disponível para exploração sem resistência”. COULDRY, Nick; MEJIAS, Ulises. *The costs of connection: how data is colonizing human life and appropriating it for capitalism*. Stanford University Press, 2019, [livro eletrônico], preface.

Nesse novo cenário, além de se apresentar uma única resposta para problemas complexos, os próprios problemas sociais são definidos de forma simplificada e restrita, quase sempre dentro dos interesses mais lucrativos para quem propõe a chamada "solução"¹⁵². Há, portanto, uma reconfiguração do Estado, com base nos princípios da “antiga utopia tecnocrática da política sem política”¹⁵³. Assim, como alerta Morozov, cada vez mais as novas tecnologias são tratadas como respostas técnicas e imparciais para uma ampla gama de problemas sociais, afastando debates políticos mais profundos sobre as causas desses problemas e as diversas alternativas possíveis¹⁵⁴.

Esta ideologia se manifesta, por exemplo, em certos conceitos ligados às *smart cities*, frequentemente vistas como "o auge lógico da tecnologia urbana", muitas vezes ocultando o outro lado dessa realidade: o fato de que as cidades também se tornam espaços para a implementação de ferramentas de coleta de dados e controle comportamental, onde o monitoramento dos cidadãos ocorre constantemente, em qualquer lugar e a qualquer momento¹⁵⁵. Um exemplo claro disso é o caso de Singapura, onde foram instalados diversos sistemas que possibilitam a vigilância contínua de tudo e todos, em qualquer lugar e a qualquer momento¹⁵⁶.

A aparente solução tecnológica para problemas urbanos, mas ao mesmo tempo abrem espaço para um modelo de vigilância constante e invasiva. Enquanto as cidades são projetadas para serem mais eficientes, conectadas e acessíveis por meio da tecnologia, a ênfase no monitoramento dos cidadãos coloca em risco direitos fundamentais como a privacidade e a liberdade individual.

150 cf. COULDRY, Nick; MEJIAS, Ulises. **The costs of connection**: how data is colonizing human life and appropriating it for capitalism. Stanford University Press, 2019, [livro eletrônico], preface (tradução livre).

151 cf. MOROZOV, Evgeny. **Big Tech: a ascensão dos dados e a morte da política**. São Paulo: Ubu Editora, 2018, p. 49

152 cf. MOROZOV, Evgeny. **To Save Everything, Click Here**: The Folly of Technological Solutionism. Ed Public Affairs. New York. 2013, p. 15-16

153 cf. MOROZOV, Evgeny. **Big Tech**: a ascensão dos dados e a morte da política. São Paulo: Ubu Editora, 2018, p. 19.

154 cf. MOROZOV, Evgeny. **Big Tech**: a ascensão dos dados e a morte da política. São Paulo: Ubu Editora, 2018, p. 19.

155 cf. MOROZOV, Evgeny; BRIA, Franscesca. **A cidade inteligente**: tecnologias urbanas e democracia. São Paulo: Ubu Editora, 2019, p. 25

156 cf. STERLING, Bruce. **Singapore wants “Everyone, Everything, Everywhere, All the Time”** (E3A). Wired, 05.09.2016. Disponível em: <<https://www.wired.com/beyond-the-beyond/2016/05/singapore-wants-everyoneeverything-everywhere-time-e3a/>>. Acesso em: 04 dez.2024

O exemplo de Singapura, com sua infraestrutura de vigilância total, ilustra um cenário de controle em que a ostensiva monitorização não é apenas uma questão de segurança pública, mas sim uma forma de dominação e manipulação das ações cotidianas. Nesse modelo, a autonomia do indivíduo é severamente limitada pela constante vigilância e pela utilização de dados pessoais para fins de otimização e controle social, sem a devida transparência ou consentimento explícito da população.

Além disso, ao tratar as cidades inteligentes como um fim em si mesmas, como o ápice da modernidade urbana, não se aborda de forma crítica as questões sociais, econômicas e éticas que surgem com o uso excessivo da tecnologia. As verdadeiras necessidades dos cidadãos, como moradia acessível, saúde e educação de qualidade, podem ser negligenciadas em favor de soluções tecnológicas que priorizam o lucro e o controle. A implementação dessas tecnologias sem uma discussão pública profunda sobre suas implicações pode resultar em uma sociedade altamente desigual, onde o controle sobre os dados e as decisões políticas está nas mãos de poucos, enquanto a grande maioria é monitorada e manipulada por sistemas que alegam ser imparciais e eficientes.

Assim sendo, em decorrência dos impactos disruptivos da tecnologia na sociedade e, por conseguinte, no ecossistema constitucional, o campo de estudo do constitucionalismo digital ganha grande importância. Ele se refere a pesquisas que buscam refletir sobre o que foi identificado como um novo momento constitucional¹⁵⁷, resultante de mudanças no equilíbrio de forças, que surgem tanto pelas possibilidades das tecnologias de comunicação e informação para a concretização de direitos fundamentais, quanto pelos riscos associados ao seu uso em benefício de um modelo de negócio que se baseia na extração de dados dos usuários¹⁵⁸.

157 cf. CELESTE, Edoardo. **Digital constitutionalism**: Mapping the constitutional response to digital technology's challenges. HIIG Discussion Paper, Series No. 2018-02, p. 1

158 A noção de equilíbrio constitucional é, segundo Edoardo Celeste, “a condição ideal produzida pela aplicação das normas do direito constitucional em uma determinada ordem jurídica”. CELESTE, Edoardo. **Digital constitutionalism**: Mapping the constitutional response to digital technology's challenges. HIIG Discussion Paper, Series No. 2018-02, p. 2

4.2 A transformação do setor trabalhista, social e ambiental na era das tecnologias disruptivas

Como destacado anteriormente nesta dissertação, a adoção de novas tecnologias enfrenta obstáculos e dificuldades em todas as esferas sociais. Embora impulse o progresso pleno de nações, comércio e indústria, ainda apresenta lacunas em aspectos essenciais, como questões sociais, educacionais e relacionadas ao mercado de trabalho. Nesse sentido, a tecnologia, quando integrada ao avanço e à intensificação da globalização, desafia as respostas do Estado, que atua como garantidor e intervencionista, especialmente à medida que postos de trabalho são substituídos em escala global de forma acelerada.

Desde a terceira revolução tecnológica, o trabalho humano tem passado por transformações significativas, principalmente devido às possibilidades trazidas pela internet, que reformularam o panorama laboral de maneira institucionalizada. O emprego institucionalizado tem demonstrado uma tendência de não ser absorvido pelas modificações tecnológicas que acabam por ditar novos parâmetros sociais, econômicos e institucionais, ainda mais quando a inteligência artificial tem demonstrado para o setor econômico o mesmo custo, porém, com uma produção quantitativamente maior do que o ser humano.

Neste ponto, Antunes acredita que não haverá a extinção do trabalho, mas sim um processo de retroalimentação, que enseja uma força de trabalho explorada de uma maneira mais complexa, em razão dos incrementos tecnológicos¹⁵⁹. Da mesma maneira, Cocco entende que “[...] já saímos, sim, da sociedade salarial. Mas:[...] “essa saída é processada e emoldurada pelas instituições e a ideologia oriundas da relação salarial. Isso não tem nada a ver com o fim do trabalho, nem com o fim do emprego”¹⁶⁰.

Outras projeções nesse cenário também foram feitas. O professor de Inteligência Artificial em Stanford, Kartik Gada, em conferência proferida no Silicon Valley Conference afirma que a “[...] perda de emprego só atingirá a parte mais baixa da produtividade, e criará outros empregos para compensar.”¹⁶¹

159 cf. ANTUNES, Ricardo. **Adeus ao trabalho?** Ensaio sobre metamorfoses e centralidade no mundo do trabalho. São Paulo: Cortez: 2011, p. 176.

160 cf. COCCO, Giuseppe. **“Já saímos da sociedade salarial”**. Cadernos IHU. Disponível em: <<http://www.ihuonline.unisinos.br/artigo/853-giuseppe-cocco-1>>. Acesso em: 15 dez. 2024

161 cf. GADA, Kartik. **“Inteligência artificial está se tornando o ar que respiramos”**. Disponível em: <<https://www.startse.com/noticia/nova-economia/tecnologia-inovacao/55596/kartik-gada-stanford-inteligencia-artificial>>. Acesso em: 15 dez. 2024

Kai-Fu Lee, investidor e especialista em inteligência artificial, que desenvolveu o primeiro sistema independente de reconhecimento de voz e atuou em grandes corporações de tecnologia como Google, Apple e Microsoft, afirma que "a inteligência artificial substituirá cada vez mais as atividades repetitivas, não apenas no trabalho físico, mas também no intelectual". Para Lee, é inquestionável que a inteligência artificial transformará profundamente o mercado de trabalho como o conhecemos atualmente. Assim como o motor a vapor, a máquina de costura e a eletricidade revolucionaram suas respectivas épocas, a transição promovida pela inteligência artificial, segundo ele, será responsável por eliminar cerca de 40% dos empregos em um horizonte de vinte e cinco anos. Ele ressalta que essa mudança ocorrerá de forma significativamente mais rápida do que as revoluções anteriores que marcaram a história¹⁶².

Em 2019, a reunião anual do Fórum Econômico Mundial mais uma vez trouxe à tona o debate sobre a inteligência artificial e o futuro do trabalho como temas centrais para a indústria global. Houve consenso entre os participantes de que o mercado de trabalho enfrentará profundas transformações, exigindo novas competências e complexas transições de carreira para atender às demandas emergentes.

Segundo Kalil¹⁶³, a revolução tecnológica também fortalece novas formas de ocupação, conhecidas como economia compartilhada, que se subdividem em dois modelos: o *crowdwork* (realização de tarefas por meio de plataformas digitais) e o trabalho sob demanda por aplicativos (relacionado à execução de serviços convencionais, como transporte ou atividades administrativas). Dados indicam que, globalmente, há milhões de trabalhadores inseridos nesse cenário. Entre os números apresentados, destacam-se 8 milhões vinculados ao Crowdsourcing, 6,6 milhões ao Care.com, 5 milhões ao *Crowdfunder*, 700 mil ao *Clickworker*, 500 mil ao *Amazon Mechanical Turk* e 160 mil à Uber.

Apesar deste cenário, esse modelo de negócio, perpetua a precarização das relações laborais, caracterizando-se pela ausência de vínculos empregatícios formais, pela instabilidade de rendimentos e pela falta de direitos trabalhistas básicos, como previdência e benefícios de saúde.

162 cf. LEE, Kai-Fu. **Inteligência artificial pode acabar com 40% dos empregos em 15 anos, diz investidor chinês**. Disponível em: < https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/01/inteligencia-artificial-pode-acabar-com-40-dos-empregos-em-15-anos-diz-investidor-chines.html?utm_source=facebook&utm_medium=social&utm_campaign=post&fbclid=IwAR31DBpKHB0Og_2KNV4nFW8DAZleEHMVcMuAaOgLD1zTs7HLtdRqHPhanA%E2%89%A5. Acesso em: 15 dez. 2024.

Ademais, ao centralizar suas operações em plataformas tecnológicas, essas empresas acumulam grande poder econômico e de dados, enquanto os trabalhadores, na maioria das vezes, enfrentam dificuldades para negociar melhores condições. Isso evidencia que, embora a economia compartilhada represente uma resposta às mudanças no mercado de trabalho, ela também aprofunda desigualdades estruturais, exigindo regulamentações que protejam os direitos dos trabalhadores e garantam uma distribuição mais justa dos benefícios econômicos gerados.

Visando elucidar o atual cenário laboral, a *International Federation of Robotics*¹⁶⁴, publicou o relatório mundial de robótica em 2018 demonstrando que as vendas globais de robôs industriais dobraram de 2013 a 2017. Os dados apuram que 381.000 unidades foram enviadas globalmente em 2017, representando um aumento da venda de robôs industriais em 114% em cinco anos. O estudo ainda demonstra que 73% do volume total de vendas de 2017 estão centralizados em cinco países: Alemanha, Estados Unidos, China, Japão e Coreia do Sul, o que demonstra a mais uma vez a necessária atenção ao nível de desigualdade que as novas tecnologias de mudanças dentro do trabalho podem potencializar.

Pesquisas recentes indicam que as desigualdades em escala global permanecem uma realidade constante. De acordo com o relatório "Recompense o trabalho, não a riqueza", divulgado pela Oxfam em janeiro de 2018, uma minoria econômica acumula vastas fortunas enquanto a maior parte da população luta para sobreviver com salários insuficientes. Os dados apresentados mostram que, em 2017, 82% de toda a riqueza gerada foi apropriada pelo 1% mais rico da população mundial, enquanto a metade mais pobre da humanidade não recebeu nenhuma parcela significativa desse montante. Segundo o relatório mais recente do Fundo Monetário Internacional (FMI), um dos fatores que contribuem para essa desigualdade é o avanço tecnológico, que favorece, em grande medida, os proprietários de capital e os trabalhadores altamente qualificados.

É importante dizer que a tecnologia em si não é o problema, mas sim a forma como seu desenvolvimento e aplicação são orientados. Em vez de perpetuar desigualdades, os avanços tecnológicos deveriam ser usados para democratizar oportunidades, aumentar a produtividade de maneira inclusiva e garantir o acesso universal a benefícios sociais¹⁶⁵:

163 cf. KALIL, Renan Bernardi. **Direito do Trabalho e economia de compartilhamento**: apontamentos iniciais. Economias do compartilhamento e o direito. Curitiba: Juruá, 2017, p. 237 –259. Disponível em: <http://www.internetlab.org.br/wp-content/uploads/2017/12/Economias_do_compartilhamento_e.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2024

O comércio internacional permanece um fator essencial para impulsionar o crescimento econômico e reduzir a pobreza. Contudo, combinado com a terceirização e o uso de tecnologias que diminuem a dependência de força de trabalho humana, tem gerado demissões e deslocamentos em economias desenvolvidas. A integração financeira, quando realizada sem regulamentação adequada, pode aumentar a suscetibilidade a crises econômicas e fortalecer o poder de barganha do capital. Em paralelo, políticas internas adotadas por alguns países reduziram a capacidade de negociação dos trabalhadores, ampliaram a concentração de mercado, tornaram os sistemas tributários menos progressivos e fragilizaram as redes de proteção social.

Como verificado por meios dos dados atuais lançados também pela Organização Internacional do Trabalho, a evolução dos contratos de trabalho se lança na direção de uma maior precariedade de modo generalizado frente a maior automação do trabalho, processo este que proporciona custos semelhantes em sua manutenção, se comparado com trabalhadores contratados, porém, com um rendimento produtivo muito maior.

Tendo como ponto central o binômio tecnologia e trabalho, a Organização Internacional do Trabalho, em sua mais recente obra *Work for a brighter future* –Global Commission on the Future of Work, a organização aponta um posicionamento sólido na busca do emprego da tecnologia apoiada ao trabalho decente ou a uma abordagem humana em comando da tecnologia¹⁶⁶.

Fundamentalmente importante garantir que as decisões finais que impactam o trabalho sejam tomadas por seres humanos, e não por algoritmos, o que exige regulamentação estatal para proteger a dignidade do trabalhador. É inquestionável que a tecnologia, incluindo áreas como robótica, inteligência artificial e sensores, oferece amplas possibilidades de melhoria no ambiente laboral. Essas inovações facilitam a identificação de setores de alto risco, aprimoram os sistemas de fiscalização trabalhista e permitem a criação de aplicativos que asseguram maior monitoramento da legislação laboral. Além disso, o uso do *blockchain*, com sua transparência e segurança proporcionadas por blocos criptografados e descentralizados, pode contribuir para a garantia de pagamentos salariais e para a proteção social de trabalhadores migrantes.

164 cf. INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS. **Relatório mundial de robótica 2018**. Disponível em: <<https://ifr.org/>>. Acesso em: 15. dez.2024

165 cf. FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. **Relatório anual do Fundo Monetário Internacional**. Disponível em: <<https://www.imf.org/external/pubs/ft/ar/2018/eng/assets/pdf/imf-annual-report-2018-pt.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2024

É válido ressaltar que a dependência de tecnologias como blockchain e inteligência artificial exige investimentos significativos em infraestrutura, capacitação e manutenção, o que pode ser inviável para muitos países e organizações, especialmente em economias menos desenvolvidas. Há também o risco de que essas inovações, em vez de promoverem inclusão, reforcem a precarização ao priorizar eficiência econômica sobre os direitos dos trabalhadores.

Sabe-se que a tecnologia da informação desempenha um papel crucial na integração e transformação de diversas atividades realizadas pelo trabalho humano. Contudo, junto aos benefícios trazidos, surgiram também novas formas de precarização laboral. Ao promover a "uberização do trabalho"¹⁶⁷ e possibilitar a realização de atividades remotamente em diferentes partes do mundo, tem ocorrido uma mudança na relação tradicional de emprego institucionalizado. Frequentemente, essa dinâmica transforma empregados em trabalhadores autônomos, reduzindo a remuneração e, conseqüentemente, a garantia de direitos sociais.

Diante dos novos cenários tecnológicos que impactam amplamente todos os aspectos da vida humana, inclusive o trabalho, é fundamental que sejam realizadas reflexões com o objetivo de desenvolver soluções legislativas que atendam às particularidades dessa nova realidade. O foco deve ser assegurar aos trabalhadores a preservação de seus direitos sociais. Entretanto, é notável que o aumento da produção mediada pela tecnologia da informação, embora contribua para a qualificação do trabalho humano, também pode ser utilizado para mascarar e flexibilizar contratos laborais. Além disso, tende a ampliar o poder discreto do capital, desumanizando as relações de trabalho e comprometendo a dignidade do trabalhador.

O avanço da tecnologia impacta tanto a organização produtiva quanto os modelos de produção capitalista. Nesse contexto, tem provocado, em diversos setores, a substituição da força de trabalho humana.

166 A Organização Internacional do Trabalho no ano de 1999 definiu o trabalho decente como aquele que visa “promover oportunidades para que homens e mulheres obtenham um trabalho produtivo e de qualidade, em condições de liberdade, equidade, segurança e dignidade humanas, sendo considerado condição fundamental para a superação da pobreza, a redução das desigualdades sociais, a garantia da governabilidade democrática e o desenvolvimento sustentável”. ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. Trabalho decente. Disponível em: <<https://www.ilo.org/brasil/temas/trabalho-decente/lang--pt/index.htm>>. Acesso em 14 dez. 2024.

167 Desde 2016, o tribunal do Reino Unido denominado Employment Tribunal de Londres, reconheceu o vínculo de emprego entre a empresa Uber e os motoristas cadastrados junto ao aplicativo. O autor, motorista da Uber propôs ação na Holanda, local da controladora e também em face de duas outras controladoras a Uber Britannia Ltda e Uber London. BBC NEWS. **Uber drivers win key employment case**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/news/business-37802386> e [Uber loses landmark tribunal decision over drivers' working rights](#)>. Acesso em: 14 dez. 2024

Como consequência, observa-se o enfraquecimento da classe trabalhadora, que perde oportunidades de emprego devido ao excedente de mão de obra, resultante da exclusão de muitos indivíduos do processo produtivo, cada vez mais dominado por tecnologias como a inteligência artificial. Esse fenômeno favorece o capital, ao priorizar os investimentos no setor tecnológico, sendo, muitas vezes, respaldado pelo próprio Estado de Direito.

Diante dessas preocupações, torna-se essencial analisar as implicações jurídicas da intermediação de mão de obra por meio de plataformas digitais. Ainda que as previsões sobre a extinção das profissões atuais não se concretizem, é evidente que a transformação tecnológica também impulsionará novas modalidades de trabalho. Um exemplo é a chamada economia compartilhada, que introduz modelos como o *crowdwork*, caracterizado pela informalidade e pela participação de um grande número de indivíduos, e o trabalho *on-demand*, realizado sob demanda com a mediação de aplicativos. Essas modalidades merecem atenção, especialmente porque a maioria das plataformas que sustentam a economia compartilhada operam em escala internacional, levantando questões sobre regulamentação, proteção de direitos e a relação de trabalho em um contexto globalizado.

Como visto anteriormente, as tecnologias disruptivas bem como as inteligências artificiais são agentes transformadores eficientes, modificando a realidade em espectro específico ou até mesmo sociedades, modos de viver. Relativo à questão ambiental, as tecnologias disruptivas podem ser recursos valiosos para auxiliar os seres humanos no cuidado com o planeta, especialmente em áreas como o gerenciamento de resíduos e o controle da poluição. Também podem incentivar a adoção de veículos autônomos, representando um possível marco na redução das emissões de gases de efeito estufa. Além disso, é viável imaginar sistemas de gestão do conhecimento integrados a tecnologias de aprendizado profundo (*deep learning*), capazes de analisar imagens de animais capturadas por câmeras com sensores de movimento na natureza.

Os potenciais benefícios ambientais da Inteligência Artificial (IA) são vastos. Por exemplo, ela pode contribuir para a redução da pegada de carbono associada ao consumo de energia, aumentando a eficiência de redes elétricas inteligentes, cadeias logísticas complexas e operações de transporte. Em particular, quando integrada a outras tecnologias emergentes, como a biologia sintética (ou seja, a concepção, engenharia e modificação de sistemas biológicos) e materiais inovadores, como os utilizados na nanotecnologia, a IA pode catalisar uma nova era de inovações transformadoras¹⁶⁸.

A IA também pode desempenhar um papel significativo na absorção de gases de efeito estufa e no sequestro de carbono, auxiliando no monitoramento e na previsão de emissões dos ecossistemas. Além disso, ela pode fomentar práticas comerciais sustentáveis e proteger a biodiversidade por meio de ferramentas como a detecção baseada em imagens para combater o comércio ilegal de espécies selvagens, o rastreamento de animais em risco, a otimização de cadeias de valor no setor alimentar, bem como o monitoramento e rastreamento de fontes¹⁶⁹.

Vale destacar que a Inteligência Artificial não apenas ocupa um espaço cada vez mais central em nossas rotinas, mas também pode se tornar um instrumento indispensável para a preservação do planeta e a promoção de práticas sustentáveis. Entretanto, um dos principais fatores que amplificam o impacto ambiental das tecnologias de IA é o elevado consumo energético, já que o desenvolvimento, treinamento e execução desses sistemas exigem um considerável poder computacional.

Certos modelos de IA podem desempenhar um papel importante no enfrentamento da adaptação e resiliência climática. Eles estão cada vez mais aptos a prever condições climáticas e aprimorar a previsão de eventos severos, incluindo o rastreamento de ciclones tropicais, rios atmosféricos (ou seja, seções da atmosfera terrestre que transportam umidade) e temperaturas extremas, além de aumentar a eficiência e a confiabilidade de sistemas de energia renovável, ao compreender melhor a dinâmica de oferta e demanda, maximizando o valor financeiro da energia renovável e facilitando sua integração à rede elétrica¹⁷⁰.

Em 2020, pesquisadores analisaram o custo de energia necessário para treinar modelos de processamento de linguagem neural, e convertendo o consumo em emissões aproximadas, os autores da pesquisa estimaram que a pegada de carbono de um grande modelo de linguagem é cerca de 300.000kg de emissões de dióxido de carbono, cerca de 125 voos de ida e volta entre Nova York e Pequim¹⁷¹.

168 cf. Stanford University (2023), "**The Stanford Emerging Technology Review 2023**", Stanford University, Stanford: Stanford University. Disponível em: https://setr.stanford.edu/sites/default/files/2023-11/SETR_web_231120.pdf. Acesso em: 15 dez. 2024

169 cf. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2022b), "**Measuring the environmental impacts of artificial intelligence compute and applications**", OECD Digital Economy Paper No. 361, Paris: OECD. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/cf87ae8f-en>. Acesso em: 15 dez. 2024

170 International Energy Agency (2024), "**Electricity 2024**", Paris: International Energy Alliance. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/electricity-2024>. Acesso em: 15 dez. 2024

171 cf. THE GUARDIAN. **AI could be a critical tool to help save the planet**. Disponível em: <https://www.theguardian.com/ai-for-earth/2019/apr/30/ai-tech-sustainableplanet>. Acesso em: 15 dez 2024

Outro fator que agrava o elevado consumo de energia dos data centers é o fato de estarem, majoritariamente, localizados em países com baixa disponibilidade de fontes renováveis, como os Estados Unidos, a Europa e a China. Essa concentração aumenta o risco de saturação no fornecimento local de energia e pode intensificar o uso de combustíveis fósseis para suprir a demanda crescente¹⁷².

Além do gasto energético, os data centers também consomem volumes significativos de água. Isso ocorre porque, para garantir o desempenho adequado dos computadores, é necessário manter a temperatura entre 15°C e 25°C, exigindo sistemas de refrigeração para os ambientes onde as máquinas estão instaladas, devido ao calor excessivo que geram. De acordo com um estudo publicado em 2023, foi constatado que para cada 20 a 50 interações simples no ChatGPT, são consumidos aproximadamente 500ml de água¹⁷³. Os efeitos do aumento no gasto de recursos naturais são sentidos tanto por empresas quanto pelos moradores dos locais onde estão instalados os *data centers*. A Google registrou um aumento de 50% na sua emissão de carbono em 2023 quando comparada com 2019, enquanto a Microsoft registrou um crescimento de 30% desde 2020. Em Santiago, no Chile, comunidades locais protestam contra a construção de novos *data centers*, uma vez que a presença do *data center* da Google agrava a seca da região¹⁷⁴.

Certamente, as inteligências artificiais podem ocasionar amplos impactos negativos, tanto diretos quanto indiretos. Os impactos diretos estão relacionados ao uso de recursos ao longo do ciclo de vida dos sistemas de IA. Destaca-se, em particular, o consumo de recursos como água, energia e outras matérias-primas, além das emissões correspondentes de gases de efeito estufa. Os custos computacionais e ambientais associados ao treinamento desses sistemas podem aumentar proporcionalmente à escala do modelo. Adicionalmente, durante sua fase de operação, os sistemas de IA podem demandar grandes volumes de água, seja de forma direta, para o resfriamento em torres específicas, ou de forma indireta, por meio do uso de água na geração de energia elétrica. Estimativas apontam que, até 2027, o consumo total de água por todos os sistemas de IA pode exceder 0,38–0,60 bilhões de metros cúbicos, o equivalente a cerca de 200.000 piscinas olímpicas¹⁷⁵.

172 cf. MARTINEAU, K. **Shrinking deep learning's carbon footprint**. MIT News, 7 ago. 2020. Disponível em: <https://news.mit.edu/2020/shrinking-deep-learning-carbon-footprint-0807>. Acesso em: 15 dez. 2024.

173 cf. P. Li, J. Yang, M.A. Islam, S. Ren, “**Making AI Less “Thirsty”**: Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models”, 2023, disponível em <https://arxiv.org/pdf/2304.03271>.

Um estudo indica que data centers, criptomoedas e IA consumiram quase 2% da demanda global total de eletricidade em 2022, e esses números podem dobrar até 2026.

Desta feita, a análise dos dados e pesquisas apresentada evidencia tanto os benefícios quanto os desafios associados ao uso da Inteligência Artificial no contexto ambiental. Por um lado, a IA tem o potencial de ser uma ferramenta poderosa para mitigar problemas climáticos, promovendo eficiência energética, monitoramento ambiental, proteção da biodiversidade e otimização de processos industriais e agrícolas. Sua integração com outras tecnologias emergentes pode desencadear inovações que contribuam significativamente para a sustentabilidade global.

Por outro lado, os impactos negativos, como o elevado consumo de energia, emissões de carbono e uso intensivo de água, destacam uma contradição preocupante: enquanto a IA pode ajudar a resolver problemas ambientais, seu ciclo de vida e operação geram novos desafios ecológicos. Esses efeitos são agravados pela concentração de data centers em regiões que dependem de fontes de energia não renováveis, além do crescente consumo de recursos à medida que os modelos de IA se tornam mais complexos e avançados.

Portanto, é essencial que governos, instituições e empresas invistam em estratégias para mitigar os impactos ambientais da IA. Isso inclui o desenvolvimento de sistemas mais eficientes e sustentáveis, o uso de fontes de energia renováveis, a otimização do consumo de recursos e o estabelecimento de regulamentações claras. Apenas equilibrando os benefícios da IA com uma abordagem responsável e sustentável será possível aproveitar seu potencial para salvar o planeta sem comprometer ainda mais o meio ambiente.

Partindo da premissa em que o mundo moderno está a caminho de atingir apenas 15% dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, a IA oferece uma oportunidade para reverter essa tendência e contribuir para o progresso em 79% dos nossos objetivos globais compartilhados¹⁷⁶.

174 cf. CNBC. **Google's carbon emissions surge nearly 50% due to AI energy demand**. Disponível em:< <https://www.cnbc.com/2024/07/02/googles-carbon-emissions-surge-nearly-50percent-due-to-ai-energy-demand.html>>. Acesso em: 15 dez. 2024

175 cf. REN S. (2023), **"How much water does AI consume? The public deserves to know"**, OECD.AI Policy Observatory. Disponível em:< <https://oecd.ai/en/wonk/how-much-water-doesai-consume>>. Acesso em: 15 dez. 2024.

No entanto, apesar da imensa oportunidade econômica e social proporcionada pela IA, é fundamental lembrar que os benefícios das novas tecnologias não são automáticos. Neste momento de entusiasmo, é crucial fazer uma pausa e refletir sobre a história do comércio e da tecnologia – e empreender um esforço conjunto para estabelecer um sistema comercial inclusivo em torno da IA prevenindo a criação de uma "divisão digital da IA".

A integração da tecnologia e do comércio foi responsável por retirar mais de um bilhão de pessoas da extrema pobreza – uma conquista sem precedentes na história humana. Isso provocou uma transformação profunda no desenvolvimento global, acelerando o fluxo de dados e permitindo que empresas e economias menores participassem do comércio. Em 2016, os fluxos digitais – frequentemente um componente chave de outros fluxos globais, como manufatura, serviços, fluxos financeiros e outros bens intangíveis – começaram a ter um impacto mais relevante no crescimento do PIB do que o comércio de bens, que é tradicionalmente milenar, com uma parcela impressionante dos benefícios do comércio digital sendo direcionada para os setores de serviços, manufatura e varejo¹⁷⁸.

Agora, com a IA, as economias estão à beira de uma transformação econômica e científica ainda mais profunda, que pode alterar e redefinir os padrões comerciais. Contudo, é essencial evitar a criação de uma "divisão digital da IA"¹⁷⁹ Em 2023, 93% das pessoas em economias de alta renda utilizam a internet, em comparação com apenas 27% das pessoas em economias de baixa renda. O Conselho Consultivo da IA da ONU concluiu de maneira acertada que essas disparidades não podem continuar na era da IA¹⁸¹.

176 cf. HOVER Gosselink, B., Brandt, K., Croak, M., DeSalvo, K., Gomes, B., Ibrahim, L., Johnson, M., Matias, Y., Porat, R., Walker, K. and Manyika, J. (2024), "**AI in Action: Accelerating Progress Towards the Sustainable Development Goals**", Google Research Brief, San Francisco: Google. Disponível em: <https://static.googleusercontent.com/media/publicpolicy.google/en/resources/research-brief-ai-and-sdg.pdf>. Acesso em: 15 dez 2024.

177 cf. MANYIKA, J., Lund, S., Bughin, J., Woetzel, J., Stamenov, K. and Dhringra, D. (2016), "**Digital Globalization: The New Era of Global Flows**", McKinsey Global Institute. Disponível em: https://www.the-digital-insurer.com/wp-content/uploads/2016/06/709-mgi_digital_globalization.pdf. Acesso em 16 dez. 2024.

178 cf. THE WHITE HOUSE. "**What Drives the U.S. Services Trade Surplus? Growth in Digitally-Enabled Services Exports**", The White House. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2023/10/30/executive-order-on-the-safe-secure-and-trustworthy-development-and-use-of-artificial-intelligence>. Acesso em: 16 dez. 2024

179 cf. OSSA, R. (2023), "**Digital trade is key to boosting growth in developing economies**", World Trade Organization, Geneva: WTO. Disponível em: https://www.wto.org/english/blogs_e/ce_ralph_ossa_e/blog_ro_15dec23_e.htm. Acesso em: 16 dez. 2024.

180 cf. INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION. Global Offline population steadily declines to 2.6 billion people in 2023, Geneva: ITU. Available at <https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/2023/10/10/ff23-internet-use/acts>>. Acesso em: 16 dez. 2024

A colaboração entre empresas, governos e sociedade civil para aproveitar a IA com o objetivo de promover uma visão de prosperidade compartilhada. No âmbito nacional, isso envolve oferecer acesso a infraestrutura de nuvem compatível com IA, capacidade computacional, ferramentas para desenvolvedores e conjuntos de dados relevantes para o desenvolvimento da IA, além de capacitar trabalhadores e estudantes com habilidades essenciais em IA que proporcionem caminhos para o mercado de trabalho moderno. O mais importante é que devemos colocar as pequenas empresas e os setores tradicionais, como manufatura e agricultura, na linha de frente da liderança em IA.

No cenário internacional, fomentar uma visão de prosperidade compartilhada exigirá ampliar a definição de "comércio" – não apenas eliminar barreiras ao comércio global de bens e serviços, mas também avançar com uma estratégia mundial para alinhar a governança e a segurança da IA apoiar fluxos de dados seguros, possibilitar a integração econômica e criar soluções para desafios globais. Uma estratégia inclusiva para a IA também deve incentivar investimentos em cabos submarinos e terrestres que possibilitam a participação na economia moderna. No cerne disso, está uma forma moderna de capacitação, com governos, indústrias e a sociedade civil colaborando para investir em infraestrutura de IA construir uma base global para pesquisa em IA e desenvolver programas de treinamento que promovam a disseminação da IA em diferentes setores e regiões¹⁸¹.

Por outro lado, se as economias não conseguirem alinhar o comércio com a missão de prosperidade compartilhada, há o risco de que a IA seja adotada apenas pelas economias mais desenvolvidas e pelas indústrias mais ricas dentro dessas economias. Isso seria prejudicial não só sob a ótica da equidade, mas também sob a perspectiva econômica – os trilhões de benefícios econômicos potenciais da IA dependem da adoção generalizada dessas tecnologias, não apenas do uso por uma minoria privilegiada. A decisão está em nossas mãos. Juntos, devemos criar uma agenda comercial que aproveite o poder transformador da IA para todas as pessoas, independentemente de sua localização geográfica ou condição econômica.

Por fim, os fluxos de dados internacionais são fundamentais para a IA. Como foi mencionado anteriormente neste estudo, a coleta de grandes volumes de dados é crucial para treinar algoritmos, e esses fluxos são indispensáveis para o uso em tempo real das tecnologias de IA. A extensão e a diversidade dos dados são tão relevantes quanto sua quantidade. Para que a IA seja eficiente e forneça previsões precisas, que não sejam propensas a preconceitos e discriminação, os algoritmos precisam ser desenvolvidos com dados de alta qualidade, corretos e representativos.

As barreiras ao comércio digital podem prejudicar a inovação e o progresso da IA, além de elevar os custos para as empresas. Restrições aos fluxos de dados internacionais têm um impacto negativo generalizado na produtividade, no crescimento econômico e na inovação, tanto em nível local quanto global, sendo particularmente preocupantes para o avanço e a evolução da IA¹⁸². A IA requer grandes volumes de dados de alta qualidade para seu treinamento, o que muitas vezes envolve a combinação de diversas fontes de dados. Assim, as limitações aos fluxos de dados internacionais provavelmente afetarão de maneira significativa a qualidade e a precisão dos modelos de IA, além de comprometer a escalabilidade das aplicações de IA. Ao restringir a capacidade das empresas estrangeiras de acessar dados de uma determinada jurisdição, tais medidas podem beneficiar as empresas locais, mas às custas da qualidade geral, prejudicando a inovação e o desenvolvimento completo do seu potencial¹⁸³.

As restrições aos fluxos de dados transfronteiriços podem afetar negativamente a inovação e o crescimento econômico global. Estudo recente sugere que se todos os países restringirem seus fluxos de dados, isso poderá resultar em uma redução substancial no PIB global e nas exportações. Ainda, são capazes de aumentar os custos operacionais das empresas, especialmente as pequenas, que podem não ter recursos para adaptar suas operações às novas exigências regulatórias. Empresas internacionais podem precisar estabelecer presença em diversas jurisdições e criar sistemas complexos de gestão de dados, o que torna o processo mais oneroso.

181 cf. QUIGLEY, B. "**Improving connectivity and accelerating growth across Africa with new investments**", Google. Disponível em: < [cloud.google.com/blog/products/infrastructure/ investing-in-connectivity-and-growth-for-africa](https://cloud.google.com/blog/products/infrastructure/investing-in-connectivity-and-growth-for-africa)>. Acesso em: 16 dez. 2024.

182 cf. AARONSON, S. A. "**Data is different, and that's why the world needs a new approach to governing cross-border data flows**", Digital Policy, Regulation and Governance 21(5):441–460. Disponível em: < <https://doi.org/10.1108/ DPRG-03-2019-0021>>. Acesso em: 16 dez. 2016.

18 cf. GOLDFARB, A. and TREFLER, D. "**AI and International Trade**", NBER Working Paper No. 24254 Cambridge (MA): National Bureau of Economic Research (NBER). Disponível em: <<https://doi.org/10.3386/w24254>>. Acesso em: 16 dez. 2024.

CONCLUSÃO

As tecnologias disruptivas têm alterado de forma acelerada os cenários econômicos, sociais e empresariais ao redor do mundo, remodelando a maneira como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos. A inteligência artificial, blockchain, internet das coisas, entre outras inovações, não são apenas ferramentas tecnológicas, mas impulsionadores de mudança que desafiam paradigmas consolidados e abrem novas possibilidades de crescimento e evolução.

Este estudo demonstrou que, embora as tecnologias disruptivas ofereçam um enorme potencial para transformação positiva, sua implementação também traz desafios significativos, como questões de ética, segurança, privacidade e desigualdade digital. A rapidez da inovação exige uma adaptação constante dos governos, das empresas e da sociedade civil, que precisam trabalhar em conjunto para garantir que essas tecnologias sejam aplicadas de maneira inclusiva e sustentável.

Ainda em fase inicial, abordagem de Schumpeter coloca a tecnologia como elemento central do ciclo econômico, que no caso aqui estudado, aplicou-se de modo adequado. O valor social do serviço de transporte de passageiros é alterado com a inovação dos aplicativos de smartphone e a qualidade do serviço é motivada em algumas circunstâncias pelo próprio sistema de avaliação recíproca do aplicativo. Ademais, as contribuições do economista e cientista político Joseph Schumpeter, de onde surge a teoria da destruição criativa, por volta de 1942, e a pesquisa do professor de administração Clayton Christensen, de 1997, que criou a teoria da inovação disruptiva, alcançam uma importância significativa como paralelos comparativos para a compreensão das transformações sociais e econômicas.

A teoria de Joseph Schumpeter sobre o "processo de destruição criativa" oferece uma lente poderosa para compreender o impacto das tecnologias disruptivas na economia. Segundo Schumpeter, a inovação tecnológica é o principal motor do progresso econômico, e sua introdução no mercado frequentemente provoca uma destruição das estruturas econômicas e empresariais existentes, substituindo-as por novas formas de organização mais eficientes e produtivas. Esse processo de destruição criativa é contínuo, impulsionado pela inovação constante, e é a chave para o crescimento econômico a longo prazo.

No contexto das tecnologias disruptivas atuais, como inteligência artificial, blockchain, automação e outras inovações tecnológicas emergentes, a teoria de Schumpeter se revela de grande relevância. As tecnologias disruptivas seguem, de fato, o padrão descrito por Schumpeter ao promoverem uma transformação radical nos mercados, desafiando empresas

consolidadas e reformulando setores inteiros. Assim como Schumpeter observou em seus estudos, o avanço tecnológico pode resultar no desaparecimento de modelos de negócios antigos, gerando novas indústrias e oportunidades. As tecnologias disruptivas aceleram o ciclo de inovação e concorrência, como Schumpeter descreveu. As empresas devem inovar continuamente para se manter competitivas, o que provoca uma renovação constante na estrutura do mercado. No entanto, isso também cria um ambiente em que as empresas mais rápidas e adaptáveis podem prosperar, enquanto aquelas que não conseguem acompanhar o ritmo da evolução ficam para trás.

A inovação tecnológica, especialmente em sua forma disruptiva, tem o poder de transformar mercados, gerar novas indústrias e alterar profundamente a dinâmica econômica global. Contudo, como foi advertido, esse processo também envolve custos, como a perda de empregos, a obsolescência de modelos de negócios e o fechamento de empresas que não se adaptam. O desafio reside em gerenciar as transições geradas pelas tecnologias disruptivas de maneira que os benefícios sejam maximizados e os efeitos negativos, como o aumento das desigualdades e a precarização do trabalho, sejam minimizados. Políticas públicas voltadas para a educação, requalificação profissional e apoio à inovação são fundamentais para assegurar que o processo de destruição criativa promovido pelas tecnologias disruptivas favoreça toda a sociedade, criando um ciclo de crescimento sustentável e inclusivo.

É válido ressaltar que a inteligência artificial é apenas uma das tecnologias disruptivas presente no mundo moderno, sendo que ao decorrer da pesquisa outras tecnologias também tiveram seu espaço. Porém, as IAs têm remodelado quase que por completo a economia, o setor social, educacional e laboral. Enquanto aumentam a eficiência operacional, permitem a automação de tarefas rotineiras e aprimoram a tomada de decisões, o que pode resultar em maior produtividade e no surgimento de novos mercados e oportunidades de negócios, as tecnologias também estão transformando os empregos, exigindo uma força de trabalho mais capacitada e flexível. Ocupações tradicionais estão sendo substituídas ou complementadas por sistemas inteligentes, enquanto novas carreiras, voltadas para a gestão, desenvolvimento e monitoramento de IA, estão surgindo.

A redistribuição de funções pode intensificar as desigualdades, especialmente entre trabalhadores com menor acesso à educação e programas de requalificação. Paralelamente, cresce a demanda por competências específicas, como pensamento analítico, criatividade e inteligência emocional — habilidades complexas e difíceis de automatizar —, reforçando a urgência de investir em educação contínua e formação profissional.

Outro ponto crucial é a precarização e a segmentação do trabalho, que podem ser agravadas com o aumento do trabalho remoto e das plataformas baseadas em IA. Para reduzir esses impactos, será indispensável implementar políticas públicas e iniciativas do setor privado voltadas para a inclusão digital, a garantia de direitos trabalhistas e o desenvolvimento de redes de apoio para trabalhadores em processo de transição.

Conforme observado ao longo deste trabalho, a introdução do blockchain e de outras inovações tecnológicas representa um marco transformador para a economia global, ao proporcionar soluções que fomentam eficiência, transparência e inclusão. Contudo, sua implementação bem-sucedida exige a superação de obstáculos técnicos e regulatórios, além da construção de um equilíbrio entre inovação e mitigação de riscos. Com o suporte de políticas públicas eficazes e parcerias entre governos e o setor privado, essas tecnologias têm o potencial de moldar um futuro mais conectado, sustentável e inclusivo.

Além disso, o Big Data tem promovido a valorização dos dados como um dos principais pilares da economia digital. Organizações e empresas utilizam grandes volumes de dados para gerar insights, personalizar experiências e criar produtos mais competitivos, assegurando vantagens estratégicas no mercado. Esse processo de mercantilização reforça a visão de que os dados transcendem o papel de simples informações, consolidando-se como recursos estratégicos para o progresso e a inovação.

Por outro lado, a comercialização de dados levantou sérias preocupações éticas, especialmente no âmbito da privacidade. O uso excessivo e, muitas vezes, sem o consentimento explícito das informações pessoais pode ocasionar abusos, como manipulação de comportamentos, discriminação algorítmica e vigilância ampliada. Esses problemas ressaltam a necessidade de regulamentações rigorosas, como o GDPR na União Europeia, que visam proteger os direitos dos cidadãos.

Em um primeiro momento visou-se analisar a conceituação, a origem e os aspectos históricos que circulam o tema, tal como as revoluções industriais e o surgimento de novos dispositivos, tal qual internet e computadores. Adiante, a análise de mercado proporcionado proporcionada pelas Iot's foi tema central, ao passo que a tecnologia remodelou a forma de os negócios serem feitos, a forma como as indústrias passaram a produzir e ao trabalhador adaptar-se as novas mudanças. Ao final, buscou-se elucidar as oportunidades frente ao avanço tecnológico, mas também as problemáticas, tal qual o fluxo indiscriminado de dados, o desemprego, a alta utilização de recursos naturais limitados. Por fim, a pesquisa não visa, de

maneira alguma, o esgotamento sobre a temática, mas uma análise ampla e que de certa forma possa contribuir academicamente.

REFERÊNCIAS

- AARONSON, S. A. "**Data is different, and that's why the world needs a new approach to governing cross-border data flows**", Digital Policy, Regulation and Governance 21(5):441–460. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/DPRG-03-2019-0021>. Acesso em: 16 dez. 2016.
- ACEMOGLU, Daron; ROBINSON, James. **Por que as nações fracassam: as origens do poder, da prosperidade e da pobreza**. Trad. Cristiana Serra. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012, p. 143-144.
- AESST. **O futuro do trabalho: a robótica**. EU-OSHA, pp. 1–5.
- ANALYSIS GROUP, INC. **Global economic impacts associated with Artificial Intelligence**. Funding, 2016.
- ANTUNES, R.; FILGUEIRAS, V. **Plataformas Digitais, Uberização do trabalho e regulação no capitalismo contemporâneo**. Contracampo, Niterói, v. 39, n. 1, p. 27-43, abr./jul. 2020.
- ANTUNES, Ricardo. **Adeus ao trabalho?** Ensaio sobre metamorfoses e centralidade no mundo do trabalho. São Paulo: Cortez, 2011, p. 176.
- ARENDT, Hannah. **A condição humana**. Tradução de Roberto Raposo. Pós-fácio de Celso Lafer. 10 ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2007.
- AWS. **What is Blockchain?**. Disponível em: [https://aws.amazon.com/pt/what-is/blockchain/?aws-products-all.sort by=item.additionalFields.productNameLowercase&aws-products-all.sort-order=asc](https://aws.amazon.com/pt/what-is/blockchain/?aws-products-all.sort%20by=item.additionalFields.productNameLowercase&aws-products-all.sort-order=asc). Acesso em: 27 set. 2024.
- BALKIN, Jack M. **Fixing Social Media's Grand Bargain**. Hoover Working Group on National Security Technology, and Law, Aegis Paper Series n. 1814, October 2018.
- BANCALEIRO, Cláudia. **Uber proibida de operar em Portugal**. 2015. Disponível em: <https://www.publico.pt/2015/04/28/sociedade/noticia/uber-proibida-de-operar-em-portugal-1693930>. Acesso em: 26 mai. 2024.
- BARBOSA, Mafalda Miranda. **Inteligência Artificial e Blockchain: Desafios para a Responsabilidade Civil**. Revista de Direito da Responsabilidade, Coimbra, ano 1, 2019. Disponível em: <http://revistadireitoresponsabilidade.pt/2019/inteligencia-artificial-e-blockchain-desafios-para-a-responsabilidade-civil-mafalda-miranda-barbosa/>. Acesso em: 25 abr. 2024.
- BBC. **Como o WhatsApp grátis pretende ganhar dinheiro**. Disponível em: <http://www.bbc.com>. Acesso em: 27 fev 2024.
- BEKKERS, E.; KOOPMAN, R. B. **Simulating the trade effects of the covid-19 pandemic: scenario analysis based on quantitative trade modelling**. The World Economy, p. 445-467, Nov. 2020. Acesso em: 25 set. 2024.
- BIONI, Bruno Ricardo. **Proteção de Dados Pessoais: a função e os limites do consentimento**. Rio de Janeiro: Forense, 2019, p. 199.

BODDY, D.; HERSHBEIN, B.; KEARNEY, M. **The future of work in the Age of the Machine**. The Hamilton Project, 2015.

BOSSMANN, J. **Ethical issues in artificial intelligence**. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2016/10/top-10-ethical-issues-in-artificial-intelligence/>. Acesso em: 25 jun. 2024.

BOTSMAN, Rachel. **The sharing economy lacks a shared definition**. Fast Company, 2013. Disponível em: . Acesso em: 15 maio 2024.

BOUCHERAT, X. **Industry 4.0 and the rise of smart manufacturing**. Automotive Megatrends Magazine, Q2, p. 59-61, 2016.

BURNHAM, Peter. **Capitalism**: The Concise Oxford Dictionary of Politics. [S.l.]: Oxford University Press, 2003.

CARVALHO, Victor Miguel Barros de; GUIMARÃES, Patrícia Borba Vilar. Monetização de dados pessoais na internet: competência regulatória a partir do Decreto nº 8.771/2016. *Revista Estudos Institucionais*, v. 4, n. 1, p. 593-610, 2018. Disponível em: <https://www.estudosinstitucionais.com/REI/article/view/215>. Acesso em: 11 jan. 2025.

OLIVEIRA, Adriana Carla Silva de. **Monetização de dados pessoais na Internet: competência regulatória a partir do Decreto nº 8.771/2016**. REI - Revista Estudos Institucionais, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 376-416, ago. 2018.

CASTILLO COTO, A. L. **Un acercamiento al impacto de las tecnologías disruptivas**. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 1(3), 63-71, 2018.

CASTRO, Bertholdo de. **Na trilha das ferrovias**. Rio de Janeiro: RELER, 2005, p. 12.

CATE, Fred H; MAYER-SCHÖNBERGER, Viktor. **Notice and consent in a world of Big Data**. International Data Privacy Law, v. 3, n.2, p. 67-73, 2013.

CELESTE, Edoardo. **Digital constitutionalism**: Mapping the constitutional response to digital technology's challenges. HIIG Discussion Paper, Series No. 2018-02, p. 1-2.

CERNAT, L. (Ed.). **Trade policy reflections beyond the covid-19 outbreak**. Brussels: European Commission, Jun. 2020. v. 2. Disponível em: <<https://data.brussels>>. Acesso em: 29 set. 2024.

CHRISTENSEN, Clayton M. **O dilema da inovação**: quando novas tecnologias levam empresas ao fracasso. Rio de Janeiro, p. 11, 1997; p. 48, 2016; p. 87, 2023.

CHRISTENSEN, Clayton M. **O dilema da inovação**: quando novas tecnologias levam empresas ao fracasso. Rio de Janeiro, p. 48, 2016.

CHRISTENSEN, Clayton M.; BOWER, Joseph L. **Disruptive Technologies**: Catching the Wave. Harvard Business Review, 1995. Consultado em 10 de abril de 2024.

CNBC. **Google's carbon emissions surge nearly 50% due to AI energy demand**. Disponível em: <https://www.cnbc.com/2024/07/02/googles-carbon-emissions-surge-nearly-50percent-due-to-ai-energy-demand.html>. Acesso em: 15 dez. 2024.

COCCO, Giuseppe. **“Já saímos da sociedade salarial”**. Cadernos IHU. Disponível em: <http://www.ihuonline.unisinos.br/artigo/853-giuseppe-cocco-1>. Acesso em: 15 dez. 2024.

CONSEIL D'ÉTAT. **Puissance publique et plateformes numériques: accompagner l'“ubérisation”**. 2017. Disponível em: <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapportspublics/174000714.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2024.

COULDRY, Nick; MEJIAS, Ulises. **The costs of connection: how data is colonizing human life and appropriating it for capitalism**. Stanford University Press, 2019, [livro eletrônico]

COUTINHO, Luciano. **O futuro da indústria**. Transcrição de Palestra. II Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação (II ENEI). Carta IEDI, 2017.

CRUMP, Thomas. **A Brief History of Science**, 2001, p. 9.

DELOITTE INSIGHTS. **Digital reality in government: How AR and VR can enhance government services**. Local: Editora, 2018.

DONEDA, Danilo. **Da privacidade à proteção de dados pessoais**. Rio de Janeiro: Renovar, 2006, p. 206.

DOYLE, Michael Kant. **Liberal Legacies, and Foreign Affairs**. Philosophy and Public Affairs, 1983, p. 205, 207–208.

DRUCKER, P. **On innovation**. Massachusetts: HBR, 2015.

ESTEVES, Luiz Alberto. **Rivalidade após entrada: o impacto imediato do aplicativo Uber sobre as corridas de táxi porta-a-porta**. Brasília: Departamento de Estudos Econômicos - Dee, 2015. Disponível em: <[http://www.cade.gov.br/upload/Rivalidade após entrada - o impacto imediato do aplicativo Uber sobre as corridas de táxi.pdf](http://www.cade.gov.br/upload/Rivalidade%20ap%C3%B3s%20entrada%20-%20o%20impacto%20imediato%20do%20aplicativo%20Uber%20sobre%20as%20corridas%20de%20t%C3%A1xi.pdf)>. Acesso em: 27 mai. 2024.

EUROPEAN COMMISSION. **White Paper on Artificial Intelligence – A European approach to excellence and trust**. Brussels, 2020. Disponível em: https://commission.europa.eu/system/files/2020-02/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf. Acesso em: mai. 2023.

FACCIONI FILHO, Mauro. **BMS 2.0 - Nova geração de sistemas de automação e gestão predial**. Congresso Netcom, São Paulo, Aranda Eventos, 2015.

FERRAZ JR., Tércio Sampaio. **Introdução ao estudo do Direito: técnica, decisão, dominação**. São Paulo: Atlas, 2010, p. 2, 64.

FOLHA DE SÃO PAULO. **WhatsApp chega a 1 bilhão de usuários**. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/tec/2016/02/1736093-whatsapp-chega-a-1-bilhao-de-usuarios.shtml>.

FREY, Carl-Benedikt; OSBORNE, Michael. **The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?** Oxford, Sept. 2013.

FUCHS, Christian. **Information and communication technologies and society: A contribution to the critique of the political economy of the Internet**. European Journal of

Communication, v. 24, n. 1, p. 69-87, 2009. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0267323108098947>. Acesso em: 20 nov. 2024.

FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. **Relatório anual do Fundo Monetário Internacional**. Disponível em: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/ar/2018/eng/assets/pdf/imf-annual-report-2018-pt.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2024.

GADA, Kartik. **“Inteligência artificial está se tornando o ar que respiramos.”** Disponível em: <https://www.startse.com/noticia/nova-economia/tecnologia-inovacao/55596/kartik-gada-stanford-inteligencia-artificial>. Acesso em: 15 dez. 2024.

GOLDFARB, A.; TREFLER, D. **"AI and International Trade"**, NBER Working Paper No. 24254 Cambridge (MA): National Bureau of Economic Research (NBER). Disponível em: <https://doi.org/10.3386/w24254>. Acesso em: 16 dez. 2024.

Grace, K., Salvatier, J., Dafoe, A., Zhang, B., & Evans, O. **When Will AI Exceed Human Performance? Evidence from AI Experts**, 2017, 1–21. Obtido de <http://arxiv.org/abs/1705.08807>

HARTMANN, Christian. **Diretores do Uber são presos em Paris**; entenda por que o serviço é ilegal. RFI, jun. 2015. Disponível em: <http://br.rfi.fr/franca/20150629-diretores-do-uber-sao-presos-em-paris-entenda-por-que-oservico-e-ilegal>. Acesso em: 25 abr. 2024.

HARVARD BUSINESS REVIEW PRESS. Disponível em: <https://hbr.org/2020/01/the-essential-clayton-christensen-articles>.

HARVEY, David. **A condição pós-moderna**. São Paulo: Loyola, 1992.

HINOHARA, Luciane. **Inteligência Artificial, Machine Learning e Deep Learning**. In:

PINHEIRO, Patrícia Peck. **Direito digital aplicado 3.0**. São Paulo: Thompson Reuters Brasil, 2018. p. 40.

HISTORY CHANNEL. **Human Evolution**, 2008

HOBSBAWM, Eric. **A era dos extremos**. 2ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1999. p. 253.

HOVER Gosselink, B.; BRANDT, K.; CROAK, M.; DeSALVO, K.; GOMES, B.; IBRAHIM, L.; et al. **"AI in Action: Accelerating Progress Towards the Sustainable Development Goals"**, Google Research Brief, San Francisco: Google. Disponível em: <https://static.googleusercontent.com/media/publicpolicy.google/en//resources/research-brief-ai-and-SDG.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2024.

IBM Archives. **IBM 350 disk storage unit**. 23 de Janeiro de 2003. Disponível em: http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_350.html.

ILO – INTERNATIONAL LABOR ORGANIZATION. **O Futuro do Trabalho**: Iniciativa do Centenário. Conferência Internacional do Trabalho, 104a Sessão. Relatório do Diretor Geral. Relatório 1. Genebra 2015.

INTERNATIONAL BAR ASSOCIATION (IBA 2017). GLOBAL EMPLOYMENT INSTITUTE. **Artificial intelligence and robotics and their impact on the workplace**. Apr. 2017.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. "Electricity 2024", Paris: International Energy Alliance. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/electricity-2024>. Acesso em: 15 dez. 2024.

INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS. **Relatório mundial de robótica 2018**. Disponível em: <https://ifr.org/>. Acesso em: 15 dez. 2024.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION. **Global Offline population steadily declines to 2.6 billion people in 2023**. Geneva: ITU. Disponível em: <https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/2023/10/10/ff23-internet-use/acts>. Acesso em: 16 dez. 2024.

J.HOLLER, V. Tsiatsis, C. Mulligan, S. Karnouskos, S. Avesand, D. Boyle: **From Machine-to-Machine to the Internet of Things: Introduction to a New Age of Intelligence**. Elsevier, 2014, ISBN 978-0-12-407684-6.

KALIL, Renan Bernardi. **Direito do Trabalho e economia de compartilhamento: apontamentos iniciais**. Economias do compartilhamento e o direito. Curitiba: Jaruá, 2017, p. 237–259. Disponível em: http://www.internetlab.org.br/wp-content/uploads/2017/12/Economias_do_compartilhamento_e.pdf. Acesso em: 15 dez. 2024.

KOCHHAR, Kalpana; BRUSSEVICH, Mariya; DABLA-NORRIS, Era; KAMUNGE, Pooja; KARNANE, Christine; KHALID, Salma and GASPAR, Vitor. **Gender, Technology, and the Future of Work**. IMF – Fiscal Affairs and Human Resources Departments, SDN/18/07, Oct. 2018.

LEE, A.; KAWAHARA, T.; SHIKANO, K. Julius - **an open source real-time large vocabulary recognition engine**. Proc. European Conference on Speech Communication and Technology, p. 1691-1694, 2001.

LEE, J. et al. **Inteligência artificial na indústria: uma revisão**. Revista de Engenharia, v. 35, n. 2, p. 123-145, 2018.

LEE, Jay; DAVARI, Hossein; SINGH, Jaskaran; PANDHARE, Vibhor. **“Industrial Artificial Intelligence for Industry 4.0-Based Manufacturing Systems.”** Manufacturing Letters 18: 20–23, 2018.

LEE, KAI-FU. (2018). **AI superpower – China, Silicon Valley and the new world order**. Houghton Mifflin Harcourt, Boston.

LEE, Kai-Fu. **Inteligência artificial pode acabar com 40% dos empregos em 15 anos, diz investidor chinês**. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/01/inteligencia-artificial-pode-acabar-com-40-dos-empregos-em-15-anos-diz-investidor-chines.html>. Acesso em: 15 dez. 2024.

LIPIETZ, A. O. **Audácia: uma alternativa para o século XXI**. São Paulo: Nobel, 1992.

MAJEROWICZ, E. e MEDEIROS, C. A. **A política industrial chinesa na geopolítica da era da informação: o caso dos semicondutores.** Rev. Econ. Contemp, v. 22, n. 1, 2018.

MANYIKA, J., Lund, S., Bughin, J., Woetzel, J., Stamenov, K. e Dhringra, D. **Digital Globalization: The New Era of Global Flows.** McKinsey Global Institute, 2016. Disponível em: <https://www.the-digital-insurer.com/wp-content/uploads/2016/06/709-mgi_digital_globalization.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2024.

MARCOLIN, L.; MIROUDOT, S.; SQUICCIARINI, M. **Routine jobs, employment and technological innovation in global value chains.** OECD Science, 2016.

MARQUES, Ana Luiza; MEYER, Emilio Peluso Neder. **COVID19 e proteção de dados na era do capitalismo de vigilância.** In: MEYER, Emilio Peluso Neder; POLIDO, Fabrício Bertini Pasquot; TRIVELLATO, Márcia Carolina Santos. (Org.). Direito, Democracia & Internet: perspectivas constitucionais e comparadas. Belo Horizonte: Initia Via, 2021.

MARTINEAU, K. **Shrinking deep learning's carbon footprint.** MIT News, 7 ago. 2020. Disponível em: <https://news.mit.edu/2020/shrinking-deep-learning-carbon-footprint-0807>. Acesso em: 15 dez. 2024.

MATTERN, F. e FLOERKEMEIER, C. **From the internet of computers to the internet of things.** In: From active data management to event-based systems and more, pages 242–259. Springer, 2010.

MCDONALD, Aleecia M; CRANOR, Lorrie Faith. **The Cost of Reading Privacy Policies.** Journal of Law and Policy for the Information Society, v. 4, p. 543-568, 2008.

McKINSEY & COMPANY. **Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation.** Dec. 2017.

MENDES, Laura Schertel. **Privacidade e proteção de dados e defesa do consumidor: linhas gerais de um novo direito fundamental.** São Paulo: Saraiva, 2014, p. 42-55.

MINERVA, Roberto; BIRU, Abyi; ROTONDI, Domenico. **Towards a Definition of the Internet of Things (IoT).** IEEE Internet Initiative - Telecom Italia. 27 maio 2015. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/306069323/IEEE-IoT-Towards-Definition-Internet-of-Things-Revision1-27MAY15>>. Acesso em: 23 set. 2024.

MOROZOV, Evgeny. **Big Tech: a ascensão dos dados e a morte da política.** São Paulo: Ubu Editora, 2018, p. 19, 49.

MOROZOV, Evgeny. **To Save Everything, Click Here: The Folly of Technological Solutionism.** Ed Public Affairs. New York. 2013, p. 15-16.

MOROZOV, Evgeny; BRIA, Francesca. **A cidade inteligente: tecnologias urbanas e democracia.** São Paulo: Ubu Editora, 2019, p. 25.

NAPOLEONI, Cláudio. **A teoria econômica no século XX.** Rio de Janeiro: Presença, 1973.

NOSENGO, Nicola. **A extinção dos tecnossauros.** Campinas: Editora Unicamp, 2008.

OCDE; Jeremy West. **Hearing on disruptive innovation**. 2015, p. 2-3. Disponível em: <https://www.oecd.org/>. Acesso em: 20 fev 2024.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Trade Facilitation Indicators (TFIs): methodology and tools**. Paris: OECD Publishing, 2021a.

OECD. **Recommendation of the Council on Artificial Intelligence**. Paris: OECD, 21 maio 2019. Disponível em: <https://www.oecd.org/digital/artificial-intelligence/>. Acesso em: nov. 2024.

OECD. **Trade facilitation and the covid-19 pandemic**. Paris: OECD Publishing, 22 Apr. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1787/cf87ae8f-en>>. Acesso em: 25 set. 2024.

OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN UNION. **Consolidated Versions of the Treaty on European Union and the Treaty on the Functioning of the European Union (2016/C 202/01)**. Lisbon, 2007. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:12016ME/TXT>. Acesso em: mai. 2023.

OLSHER, D. J. **New Artificial Intelligence Tools for Deep Conflict Resolution and Humanitarian Response**. Em *Procedia Engineering* (Vol. 107, pp. 282–292), 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.06.083>.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Measuring the environmental impacts of artificial intelligence compute and applications**, OECD Digital Economy Paper No. 361, Paris: OECD, 2022b. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/cf87ae8f-en>. Acesso em: 15 dez. 2024.

OSSA, R. "**Digital trade is key to boosting growth in developing economies**", World Trade Organization, Geneva: WTO, 2023. Disponível em: https://www.wto.org/english/blogs_e/ce_ralph_ossa_e/blog_ro_15dec23_e.htm. Acesso em: 16 dez. 2024.

P. Li, J. Yang, M.A. Islam, S. Ren, **Making AI Less “Thirsty”**: Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models, 2023. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/2304.03271>>. Acesso em: 15 dez. 2024.

PASSOS, Carlos Artur Kruger. **Indústria brasileira e globalização**: alguns desafios a enfrentar. Curitiba, 1996.

PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia**. São Paulo: Makron Books, 1994.

PWC (PricewaterhouseCoopers). **Will robots really steal our jobs?** An international analysis of the potential long term impact of automation. Feb. 2018. Disponível em: <https://www.pwc.co.uk/economics>.

REN, S. "**How much water does AI consume?** The public deserves to know", OECD.AI Policy Observatory, 2023. Disponível em: <https://oecd.ai/en/wonk/how-much-water-does-ai-consume>. Acesso em: 15 dez. 2024.

REUTERS. **Comissão Europeia desafiará lei de táxis francesa após queixa do Uber.** Disponível em: <http://tecnologia.terra.com.br/comissao-europeia-desafiara-lei-de-taxis-francesa-apos-queixa-do-uber,6c008e2e079c686c43f4d025e25e137eo933mj7s.html>. Acesso em: 26 mai. 2024.

ROSENBERG, Nathan. **Dentro da caixa preta**, 1991.

ROSENBERG, Nathan. **Inside the black box: technology and economics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1982. 304 p.

SANTOS, Sílvio dos. **Transporte ferroviário: história e técnicas**. São Paulo: Cengage Learning, 2011, p. 2.

SCHUELKE-LEECH, B.-A. **A model for understanding the orders of magnitude of disruptive technologies**. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 129, p. 261–274, 2018.

SCHUMPETER, Joseph A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1984.

SIGNES, Adrián Todolí. **O Mercado de trabalho no Século XXI: on-demand economy, crowdsourcing e outras formas de descentralização produtivas que atomizam o mercado de trabalho**.

SILVA, D. B. da et al. **O Reflexo da Terceira Revolução Industrial na Sociedade**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2012, Curitiba. Curitiba, ABEPRO, 2012. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr82_0267.pdf. Acesso em: 24 abr. 2024.

SILVA, M. C. A. da.; GASPARIN, J. L. **A Segunda Revolução Industrial e suas influências sobre a Educação Escolar Brasileira**, 2015.

SOUTO, Marcos Juruena Villela. **Função Regulatória**. *Revista Diálogo Jurídico*, Salvador, CAJ – Centro de Atualização Jurídica, n. 11, fev.

SOUZA, Sérgio Iglesias Nunes de. **Responsabilidade civil e a inteligência artificial nos contratos eletrônicos na sociedade da informação**. *Revista dos Tribunais*, São Paulo, v. 877, ano 97, nov. 2008, p. 33-34.

STANFORD UNIVERSITY. **The Stanford Emerging Technology Review 2023**, Stanford University, 2023. Disponível em: https://setr.stanford.edu/sites/default/files/2023-11/SETR_web_231120.pdf. Acesso em: 15 dez. 2024.

STERLING, Bruce. **Singapore wants “Everyone, Everything, Everywhere, All the Time” (E3A)**. *Wired*, 05.09.2016. Disponível em: <https://www.wired.com/beyond-the-beyond/2016/05/singapore-wants-everyoneeverything-everywhere-time-e3a/>. Acesso em: 04 dez. 2024.

STRECKER, Marion. **A glória da dirupção**. Folha de S.Paulo, 3 de maio de 2012.

TEUBNER, Gunther. **After legal instrumentalism**: strategic models of post-regulatory law. In: TEUBNER, Gunther. *Dilemmas of Law in the welfare state*. Berlin, Walter de Gruyter, European University Institute, Series A-Law 3, 1986, p. 306.

THE ECONOMIST. **Lifelong learning is becoming an economic imperative**. Special Report – Learning and earning, Jan. 12th 2017. Disponível em: <https://www.economist.com/special-report/2017/01/12/lifelong-learning-is-becoming-an-economic-imperative>.

THE GUARDIAN. **AI could be a critical tool to help save the planet**. Disponível em: <https://www.theguardian.com/ai-for-earth/2019/apr/30/ai-tech-sustainable-planet>. Acesso em: 15 dez. 2024.

THE RISE OF THE MACHINES. **Economic and social consequences of robotization**. UniCredit's Economics & FI/FX Research, 2016.

THE WHITE HOUSE. **"What Drives the U.S. Services Trade Surplus? Growth in Digitally-Enabled Services Exports"**, The White House, 2023. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2023/10/30/executive-order-on-the-safe-secure-and-trustworthy-development-and-use-of-artificial-intelligence>. Acesso em: 16 dez. 2024.

THE WORLD BANK. **Individuals using the Internet (% of population) – Brazil**. Disponível em: https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS?end=2020&locations=BR&name_desc=false&start=2013&view=chart. Acesso em: 10 dez. 2024.

UBER. **A viagem que você procura**. 2018. Disponível em: <https://www.uber.com/pt-BR/ride/>. Acesso em: 26 abr. 2024.

UBER. **Dirigir com a UBER, tem suas vantagens**, 2018. Disponível em: <https://www.uber.com/pt-BR/>. Acesso em: 26 mai. 2024.

UTTERBACK, J. M. **Disruptive technologies**: an expanded view. Dados da publicação, p. 17, 2005.

WADE, Nicholas. **Early Voices**: The Leap to Language, 2016.

WCO- WORLD CUSTOMS ORGANIZATION. **Study report on disruptive technologies**. Brussels: WCO, Jun. 2019. Disponível em: https://www.wcoomd.org/-/media/wco/public/global/pdf/topics/facilitation/instruments-and-tools/tools/disruptive-technologies/wco_disruptive_technologies_en.pdf?la=en. Acesso em: 29 set. 2024.

WCO. **The role of advanced technologies in cross-border trade**: A customs perspective, 2022. Disponível em: https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/wcotech22_e.pdf. Acesso em: 29 set. 2024.

WOHLSEN, Marcus. **Uber's Brilliant Strategy to Make Itself Too Big To Ban**. Wired. (Jul.), 2014. Disponível em: . Acesso em: 27 fev 2024.

ZHONG, R. et al. **Big Data e Computação em Nuvem na Manufatura**. Journal of Manufacturing Systems, v. 44, p. 200-210, 2017.

ZHONG, Ray Y., Xun Xu, Eberhard Klotz, and Stephen T. Newman. 2017. “**Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review.**” Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>. Acesso em: 01 jun. 2024.

ZIMBALIST, Sherman; BROWN, Andrew; HOWARD, J.; STUART. **Comparing Economic Systems: A Political-Economic Approach.** [S.l.]: Harcourt College Pub., outubro de 1988, pp. 6–7. ISBN 978-0-15-512403.

ZUBOFF, Shoshana. **The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power.** Londres: Profile