

NATÁLIA DE ROSALMEIDA VARGAS NOGUEIRA

**Internet das Coisas, Constituição Econômica e subdesenvolvimento: os
desafios da atual revolução tecnológica para o Brasil**

Dissertação de Mestrado

Orientador: Professor Titular Dr. André Ramos Tavares

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE DIREITO

São Paulo – SP

2022

NATÁLIA DE ROSALMEIDA VARGAS NOGUEIRA

Internet das Coisas, Constituição Econômica e subdesenvolvimento: os desafios da atual revolução tecnológica para o Brasil

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Direito, da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Direito, na área de concentração Direito Econômico, Financeiro e Tributário, sob a orientação do Prof. Titular Dr. André Ramos Tavares.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE DIREITO

São Paulo - SP

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo

Nogueira, Natália de Rosalmeida Vargas
Internet das Coisas, Constituição Econômica e subdesenvolvimento: os desafios da atual revolução tecnológica para o Brasil ; Natália de Rosalmeida Vargas Nogueira ; orientador André Ramos Tavares -- São Paulo, 2022.

185 fl.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Direito Direito Econômico, Financeiro e Tributário) - Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, 2022.

1. Internet das Coisas. 2. Quarta Revolução Industrial. 3. Constituição Econômica. 4. Direito Econômico. 5. Subdesenvolvimento. I. Tavares, André Ramos , orient. II. Título.

NOME: NOGUEIRA, Natália de Rosalmeida Vargas

Título: Internet das Coisas, Constituição Econômica e subdesenvolvimento: os desafios da atual revolução tecnológica para o Brasil.

Dissertação apresentada à Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Direito.

Banca Examinadora

Prof.(a) Dr.(a)

Instituição:

Julgamento:

Prof.(a) Dr.(a)

Instituição:

Julgamento:

Prof.(a) Dr.(a)

Instituição:

Julgamento:

À minha mãe, Nora.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao meu orientador, Professor André Ramos Tavares, pela confiança depositada ao endossar minha admissão no Programa de Pós-Graduação desta Faculdade. Sou grata pela paciência, pela atenção e pela competência com que me conduziu por este caminho, instigando-me a sempre refletir criticamente sobre as estruturas periféricas que conformam a realidade de nosso país.

Agradeço, em nome do saudoso Professor José Tadeu De Chiara, de quem tive a honra de ser aluna, à Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo e a todos os professores e servidores que dão vida a esta instituição.

Agradeço aos membros da Banca Examinadora: Prof. Dr. José Maria Arruda de Andrade; Profa. Dra. Hirdan Katarina de Medeiros Costa; Prof. Dra. Juliana Abrusio.

Agradeço à Izabela Patriota, ao Arthur Cristóvão Prado, à Fernanda Fox e aos demais amigos que, por minha sorte, cruzaram o meu caminho e contribuíram muito para a realização deste trabalho. Agradeço, em particular, ao Leandro Teodoro Andrade, pela generosidade e disponibilidade em me ajudar desde o início, escutando minhas ideias e angústias, compartilhando referências bibliográficas e tecendo considerações sempre tão acertadas e pertinentes sobre o direito econômico.

Agradeço também aos colegas da disciplina A Ordem Econômica Brasileira, pelas animadas manhãs de sexta-feira do segundo semestre de 2019 e pelo contato perpetuado virtualmente.

Fora das Arcadas do Largo de São Francisco, agradeço à Advocacia-Geral da União, à Escola da AGU e ao Departamento de Acompanhamento Estratégico da Secretaria-Geral de Contencioso, na pessoa de Fernanda Pereira Costa Silva, por impulsionarem meu crescimento profissional e apoiarem minhas atividades acadêmicas.

Agradeço a todos os meus queridos amigos e amigas que compartilham a vida comigo, tornando-a mais leve e divertida. Em especial, agradeço à Yárina Garcia e à Bruna Lorena Lira, pelo lugar de acolhimento e segurança que me proporcionam há mais de 20 anos. Agradeço também à amiga e psiquiatra Emmanuely De Nardin, pela força e pela assistência prestada nos momentos de maior ansiedade.

Agradeço ao meu fiel e melhor amigo, Shelby, pela oportunidade de ter sido sua tutora e por ter me proporcionado tantas alegrias. Agradeço também ao meu novo companheiro, Zeus.

Agradeço ao meu tio José Luís de Rosalmeida e à toda a minha família, pelo apoio em todas as fases de minha vida.

Com todo o meu coração, agradeço ao meu marido, Rennan Nogueira, pela parceria, pelo cuidado e pelo carinho e por estar sempre ao meu lado, mesmo nas intermináveis horas em que precisei me dedicar exclusivamente a esta dissertação. Em extensão, agradeço aos meus sogros, Ducarmo e Pedro, ao Rodrigo e à Drika, por terem se tornado minha família em Vitória-ES.

Agradeço à Dinha, por ser minha fortaleza, por sua incansável dedicação a mim e por me ensinar a ter compromisso e fazer sempre o melhor que for possível.

Agradeço à minha mãe, Nora Rosalmeida, por seu amor incondicional, pelo seu olhar sensível sobre as desigualdades e por ser meu maior exemplo de profissional e de mulher.

Finalmente e mais importante, agradeço a Deus. Sem Ele, nada seria possível.

RESUMO

NOGUEIRA, N. R. V. **Internet das Coisas, Constituição Econômica e subdesenvolvimento**: os desafios da atual revolução tecnológica para o Brasil. Dissertação (Mestrado em Direito) – Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Considerando as tecnologias digitais que conformam o novo paradigma tecno-produtivo denominado de Quarta Revolução Industrial, o presente trabalho tem por objetivo tratar da Internet das Coisas (IoT) e analisar as oportunidades e, notadamente, os desafios de sua expansão no Brasil, situado na periferia do desenvolvimento tecnológico. A Constituição Econômica incorporada à Constituição Federal de 1988 define um programa de reestruturação da economia nacional em torno da superação do subdesenvolvimento que, inegavelmente, perpassa pelo avanço e incremento da inovação tecnológica. A partir dos fundamentos e dos objetivos da Constituição Econômica, busca-se compreender de que forma o Estado vem atuando para a promoção desse novo ecossistema digital, a fim de que seus potenciais benefícios possam ser apropriados nacionalmente e seus riscos mitigados. O direito econômico é a disciplina e o método utilizado para perquirir a funcionalidade da ação estatal em Internet das Coisas à concretização dos interesses autônomos e democráticos do país. Os resultados apontam que o Decreto nº 9.854/2019, ao instituir o Plano Nacional de IoT, reconhece juridicamente o relevante papel a ser desempenhado pelo Estado, legitimando as políticas públicas voltadas a impulsionar a tecnologia. No entanto, há um longo caminho político, econômico, social e jurídico a ser percorrido para que a Internet das Coisas possa efetivamente contribuir para o desenvolvimento nacional, e não apenas para “modernização” do país. Além dos desafios da política nacional diante do complexo universo da IoT e do cenário de concorrência global, foram identificados problemas estruturais relacionados ao fomento da atividade inovadora no Brasil e às profundas desigualdades que podem distanciar grande parte da população dos proveitos da revolução tecnológica em curso.

Palavras-chave: Internet das Coisa; Quarta Revolução Industrial; Constituição Econômica; direito econômico; subdesenvolvimento.

ABSTRACT

NOGUEIRA, N. R. V. Internet of things, economic constitution, and underdevelopment: the challenges of the current technological revolution for Brazil. Dissertation (Master's degree in Law) – Faculty of Law, University of São Paulo, São Paulo, 2022.

Considering the digital technologies that make up the new techno-productive paradigm, called the Fourth Industrial Revolution, the present work aims to address the Internet of Things (IoT) ecosystem and analyze the opportunities and, notably, the challenges of its expansion in Brazil, situated on the periphery of technological development. The Economic Constitution incorporated into the Federal Constitution of 1988 has a program to restructure the national economy and overcome underdevelopment that undeniably permeates the advancement and increase of technological innovation. Based on the foundations and objectives of the Economic Constitution, the study seeks to understand how the State acts to promote this new digital ecosystem so that its potential benefits can be nationally appropriated, and its risks mitigated. Economic law is the method used to investigate the functionality of state action in the Internet of Things to achieve the nation's autonomous and democratic goals. The results show that Decree No. 9,854/2019, which institutes the National Plan for the IoT, legally recognizes the relevant role to be played by the State, legitimizing public policies aimed at promoting the technology. However, there is a long political, economic, social, and legal way to go before the Internet of Things can effectively contribute to national development and not only to the "modernization" of the country. In addition to the challenges of national policy in the face of the complex universe of IoT and the global competition scenario, structural problems related to the promotion of innovative activity in Brazil and the profound inequalities that can distance a large part of the population from the benefits of the ongoing technological revolution were identified.

Keywords: Internet of Things; Fourth Industrial Revolution; underdevelopment; Economic Constitution; economic law.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Campo, setor e aplicações da Internet das Coisas.....	29
Quadro 2 - Iniciativas do Plano Nacional da Internet das Coisas	126

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - IoT: número de dispositivos conectados de 2015 a 2025 em bilhões	38
Figura 2 - Divisão percentual do valor econômico estimado para a IoT	40
Figura 3 - Objetivos estratégicos por ambiente priorizado no Estudo IoT	121
Figura 4 - Objetivos específicos por horizontal priorizada no Estudo IoT	122
Figura 5 - Gasto nacional bruto em P&D para países selecionados, 2000-2019 (em milhões de dólares)	155
Figura 6 - Gastos em C&T do governo federal em valores nominais e reais de 2020 (2000-2020)	156

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 INTERNET DAS COISAS E A REVOLUÇÃO TECNOLÓGICA EM CURSO.....	19
1.1 Internet das Coisas.....	21
1.1.1 Origem e evolução	21
1.1.2 Conceito e características.....	25
1.1.3 Aplicações.....	29
1.2 Riscos à segurança da informação e à privacidade.....	34
1.3 Potencial impacto econômico da Internet das Coisas.....	37
1.4 Potencial impacto social da internet das Coisas	43
1.5 Internet das Coisas, extrativismo de dados e plataformas digitais	48
2 A CONSTITUIÇÃO ECONÔMICA E OS FUNDAMENTOS DA AÇÃO ESTATAL EM INTERNET DAS COISAS	58
2.1 Política econômica, direito econômico e a Constituição Econômica.....	59
2.1.1 Os objetivos da Constituição Econômica Brasileira.....	64
2.1.2 Neoliberalismo e obstáculos à concretização dos objetivos da Constituição Econômica	66
2.2 Tutela e incentivo da ciência, tecnologia e inovação na Constituição Federal de 1988.....	72
2.3 Desenvolvimento econômico, autonomia tecnológica e redução das desigualdades sociais	85
2.4 Soberania econômica na era digital	90
3 ANÁLISE DA ATUAÇÃO DO ESTADO BRASILEIRO PARA PROMOÇÃO DA INTERNET DAS COISAS E OS DESAFIOS DA POLÍTICA NACIONAL.....	98
3.1 Formas de atuação do Estado para a promoção de inovações tecnológicas e planejamento	100

3.2 Internet das Coisas na pauta do governo federal	106
3.3 Estudo IoT	116
3.4 Plano Nacional de Internet das Coisas (Decreto n.º 9.854/2019).....	132
3.4.1 Bases e diretrizes do Plano Nacional de IoT	134
3.4.2 Conceitos relativos ao ecossistema de IoT	138
3.4.3 Objetivos, ambientes e temas priorizados.....	140
3.4.4 Monitoramento e avaliação de resultados.....	143
3.4.5 Câmara IoT	145
3.5 Instrumentos de fomento à Internet das Coisas no Brasil	146
3.6 Desafios da política nacional de Internet das Coisas.....	152
4 CONCLUSÃO	164
REFERÊNCIAS	169

INTRODUÇÃO

O mundo está testemunhando a emergência de um novo paradigma tecno-produtivo denominado por Klaus Schwab (2016) de Quarta Revolução Industrial. Esta nova revolução não é definida por um conjunto de tecnologias emergente *per se*, mas pela digitalização completa das cadeias de valor por meio da integração de tecnologias de processamento de dados, de *softwares* e de sensores. Embora ainda em seu início, o impacto sistêmico das transformações em curso se deve, sobretudo, à grande velocidade, amplitude e profundidade com que as mudanças vêm ocorrendo, desencadeando alterações profundas não só na indústria, mas nos sistemas econômicos, nas estruturas sociais e mesmo nas relações jurídicas.

De acordo com Schwab (2016), uma das principais pontes entre as aplicações físicas e digitais originadas pela Quarta Revolução Industrial é a Internet das Coisas (*Internet of Things* ou sua abreviação IoT).

De modo geral, a IoT trata do avanço da internet do mundo virtual para o mundo real, possibilitando “a progressiva automatização de setores inteiros da economia e da vida social” (MAGRANI, 2018, p. 15). Funciona através de sensores e atuadores conectados por redes sem fio com capacidade de interação entre si e com outros sistemas. Assim, é concebido um ecossistema em que dispositivos (ou coisas) são capazes de captar, analisar, processar e transmitir uma grande quantidade de dados, bem como de tomar decisões de forma autônoma, montando uma rede de objetos chamados de “inteligentes”.

Dada a transversalidade e abrangência desse novo ecossistema tecnológico, diversas são as oportunidades em que a Internet das Coisas pode ser empregada, como na agricultura, na indústria, em cidades, na saúde. Porter e Heppelmann (2015) acreditam que, para as empresas manufatureiras, esse fenômeno pode ser considerado a mudança mais substancial na produção de bens desde a Segunda Revolução Industrial.

Os benefícios atribuídos à IoT vão muito além das comodidades oferecidas pelos *gedgets* tecnológicos que vêm sendo incorporados às casas, aos carros e aos mais variados bens de consumo. Envolvem o aumento da produtividade, a redução de custos e desperdícios, a maior otimização dos recursos naturais, diferentes melhorias na infraestrutura urbana, além de progressos nas condições de monitoramento e tratamento da saúde das pessoas.

Estudo publicado pela empresa de consultoria Statista (2016) aponta que o número de dispositivos conectados à Internet das Coisas em todo mundo, que já somavam mais de 15 bilhões em 2015, será superior a 50 bilhões até 2023 e chegará a mais de 75 bilhões em 2025. Quanto ao impacto destes dispositivos para a economia, o *McKinsey Global Institute* estima que a IoT deverá gerar uma economia de 10% a 20% no uso de recursos energéticos, de 10% a 25% na eficiência de mão de obra, e uma redução no custo de manutenção de equipamentos de 10% a 40%. Em nível mundial, são projetados ganhos de receita entre US\$ 5,5 trilhões e US\$ 12,6 trilhões até 2030 (CHUI; COLLIN; PATEL, 2021).

Tendo em vista o seu alto potencial agregado, diferentes países vêm incorporando a IoT em suas estratégias industriais e políticas de inovação, a fim recuperar, manter ou alcançar posições de liderança na revolução tecnológica em curso (FURTADO, 2017). No Brasil, por meio do Decreto nº 9.854/2019, foi insituído o Plano Nacional de Internet das Coisas, com o objetivo de aumentar a competitividade nacional, fortalecer as cadeias produtivas e melhorar a qualidade de vida das pessoas (BRASIL, 2019a).

Ocorre que muitas das promessas que circundam a atual revolução tecnológica ofuscam o fato de que os proveitos do progresso técnico não serão apropriados da mesma forma por todos. Se por um lado, a Internet das Coisas pode contribuir para o aumento dos ganhos em diferentes ambientes, por outro, como acontece com a maioria dos serviços tecnológicos, é mais provável que seus benefícios sejam distribuídos desigualmente, de modo a manter ou reforçar as assimetrias econômicas e sociais existentes. Estudos apontam que a IoT tende a oferecer benefícios para as pessoas de *status* econômico mais alto, devido a distribuição desigual de infraestrutura, de recursos e de habilidades digitais (PARK; HUMPHRY, 2019; VAN DURSEN *et al.*, 2021).

Do ponto de vista geopolítico, a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe afirma que as ascensões tecnológicas em curso geram novos produtos e serviços, aumentam a produtividade e incorporam bilhões de usuários à chamada economia digital, mas também tendem a acentuar as diferenças existentes entre países líderes e economias periféricas (CEPAL, 2018). Prova disto é que as projeções apontam que 81% do valor econômico total estimado para a IoT até 2030 ficará concentrado nos países desenvolvidos e na China, enquanto todos os demais países emergentes, incluindo o Brasil, se beneficiarão com apenas 19% desse potencial (CHUI; COLLIN; PATEL, 2021).

Os desafios econômicos e sociais relacionados à expansão da Internet das Coisas se tornam ainda mais complexos quando esse novo ecossistema passa a ser compreendido como uma tendência à expansão de uma nova lógica acumulatória baseada na extração massiva de dados, capaz de concentrar grande poder econômico e social em torno de poucas empresas multinacionais de tecnologia ou plataforma digitais globais (SRNICEK, 2017; MOROZOV, 2018; ZUBOFF, 2020).

Nesse sentido, diante de um novo ciclo tecnológico, assim como são abertas janelas de oportunidades para o desenvolvimento nacional, também são reforçadas ou desenhadas novas formas de dominação e dependência no sistema capitalista mundial.

Tendo isso em vista, a preocupação central que instigou a presente pesquisa diz respeito às oportunidades e, notadamente, aos desafios que a expansão do ecossistema da Internet das Coisas representa para o Brasil, situado na periferia do desenvolvimento tecnológico.

A Constituição Federal de 1988 conta com uma Constituição Econômica na qual está definido o programa de reestruturação da economia nacional em torno da superação do subdesenvolvimento. Além de direitos individuais, nela, estão positivados direitos sociais e econômicos que demandam do Estado uma atuação positiva com vistas a transformar as estruturas socioeconômicas que conformam a realidade periférica, em busca da concretização de interesses autônomos e democráticos da nação.

Ao impor ao Estado um conjunto de normas que visam orientar a ordem econômica à promoção do desenvolvimento nacional, a Constituição reservou um capítulo próprio de seu texto à ciência, tecnologia e inovação (CT&I), estabelecido entre os artigos 218 e 219. Dessa maneira, o desenvolvimento socioeconômico está intrinsecamente ligado ao domínio do elemento tecnológico e à inovação tecnológica, o que se trata apenas de um posicionamento teórico ou ideológico, mas de uma determinação positiva do próprio texto constitucional (TAVARES, 2019).

Considerando os comandos prescritos pela Constituição Econômica brasileira, questiona-se: como Estado brasileiro vem atuando para promover a Internet das Coisas, de forma que os seus benefícios possam ser nacionalmente apropriados e mitigados os riscos de aprofundamento da condição de atraso?

A questão a ser enfrentada ganha contornos jurídicos e político-econômicos fundamentais ao ser interpretada com base no direito econômico e com fundamento em princípios impositivos e normas-objetivo que regem a Constituição Federal, em especial, a garantia do desenvolvimento

nacional (art. 3º, II), a redução das desigualdades sociais (art. 3º, II), a busca pela autonomia tecnológica (art. 219) e pela soberania econômica nacional (art. 170, I), aqui também compreendida em sua dimensão digital.

O direito econômico é o método que será utilizado para perquirir a funcionalidade da atuação estatal em Internet das Coisas à concretização dos objetivos autônomos e democráticos da nação. De acordo com Eros Grau (2018), além da disciplina que instrumentaliza a política econômica do Estado, o direito econômico deve ser compreendido como método de interpretação essencialmente teleológico e funcional, que supera o tradicional formalismo jurídico em razão da compreensão do direito como parte integrante da realidade social e de suas possibilidades transformadoras. Ainda segundo Grau, o direito econômico se distingue pela metodologia que o reveste, seja como objetivo de alcançar a interpretação mais adequada da norma no contexto da realidade socioeconômica, seja para aprofundar a avaliação crítica do quadro jurídico-institucional vigente, seja, finalmente, para estimular o aperfeiçoamento da lei, segundo os parâmetros traçados pela Constituição Econômica.

Sob esse prisma e método, serão balizados os critérios para a interpretação do sentido da ação estatal e dos instrumentos jurídicos que conformam o desenvolvimento da Internet das Coisas no Brasil, haja vista o cenário político, econômico e social no qual as inovações tecnológicas se inscrevem.

A fim de apreender os contornos desse novo ecossistema digital e os interesses em disputa, foi realizada pesquisa bibliográfica e documental, com foco em trabalhos acadêmicos e artigos científicos sobre a IoT, bem como em documentos públicos e privados que contextualizam e apresentam dados sobre a tendência tecnológica em análise. Em razão da transversalidade desse universo, as referências utilizadas vão além das ainda limitadas produções jurídicas sobre o tema, estabelecendo um diálogo interdisciplinar entre o direito e outros campos do conhecimento, como a economia política, a sociologia e a ciência da informação.

Observa-se que, até o momento, as reflexões jurídicas sobre a Internet das Coisas se concentram, em grande parte, nos problemas atinentes à privacidade, à proteção de dados pessoais. A partir de uma análise de direito econômico, a presente dissertação intenta contribuir para a ampliação do escopo das investigações sobre o tema, a fim de que a expansão da IoT no Brasil possa acontecer não somente em harmonia aos direitos e garantias fundamentais, mas de forma a concorrer para a concretização dos objetivos da Constituição Econômica brasileira e, em especial,

para a realização do programa nacional de superação do subdesenvolvimento constitucionalmente estabelecido.

A escolha do tema se relaciona ao projeto de pesquisa “Direito Econômico das novas tecnologias digitais”, realizado no âmbito do Departamento de Direito Econômico, Financeiro e Tributário da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo, que tem por objetivo compreender o significado da incorporação das mais recentes tecnologias digitais, bem como mapear os seus desafios, especialmente em economias periféricas, para o Estado, para o Direito e para as políticas econômicas.

A estrutura do trabalho divide-se em três momentos distintos, além desta introdução e de suas conclusões.

O capítulo 1, a partir da concepção de uma nova revolução industrial em curso, busca retratar a origem e o desenvolvimento da Internet das Coisas, conceituar e apresentar as características desse ecossistema tecnológico, bem como mapear as mais diferentes possibilidades de sua aplicação. Em seguida, visa apresentar, além dos riscos que a IoT pode acarretar à privacidade dos cidadãos e à segurança da informação, o seu potencial impacto para a economia e para a sociedade em nível mundial e nacional, considerando, neste último caso, a baixa capacidade produtiva e tecnológica da matriz econômica brasileira e as profundas desigualdades sociais que marcam o país.

Ainda neste primeiro momento, procura-se contextualizar os desafios da expansão da Internet das Coisas diante de um novo modelo econômico caracterizado pela coleta cada vez maior e mais variada de dados, bem como pela centralização da análise desses dados em plataforma globais de tecnologia, que operam, em essência, visando a concentração de mercados e a formação de monopólios digitais (SRNICEK, 2017). O conhecimento dessa conjuntura apresenta-se como um contraponto às promessas “solucionistas” associadas à IoT (MOROZOV, 2018), a fim de evidenciar razões pelas quais o desenvolvimento desse ecossistema merece ser objeto de atenção do Estado, sob a perspectiva do direito econômico.

No capítulo 2, propõe-se uma leitura constitucional dos fundamentos que legitimam ação estatal para a promoção da Internet das Coisas no Brasil, a partir do programa de política econômica prescrito na Constituição Federal de 1988 (CF/88), no qual o domínio do elemento tecnológico e a inovação tecnológica são fatores determinante para o desenvolvimento nacional. São apresentadas as intercessões entre a política econômica, o direito econômico e a Constituição Econômica; os

objetivos constitucionais que determinam a atuação do Estado com vistas à transformação da condição periférica; e os obstáculos impostos pela propagação de ideias e políticas de orientação neoliberal à concretização desses objetivos.

Além disso, nos termos do art. 218 e 219 da CF/88, com as alterações promovidas pela Emenda Constitucional nº 85/2015, apresenta-se o papel a ser desempenhado pelo Estado brasileiro na tutela e incentivo da ciência, tecnologia e inovação, de modo a viabilizar o desenvolvimento, a autonomia tecnológica e o bem-estar da população. Busca-se também examinar a determinação constitucional de garantia da soberania econômica nacional e os desafios que a atual revolução digital pode acarretar à efetivação deste princípio (art. 170, I).

Já o capítulo 3 pretende descrever e analisar as formas de intervenção “no” e “sobre” o domínio econômico que vem sendo utilizadas pelo Estado para incentivar o desenvolvimento da Internet das Coisas no Brasil. Será abordada a forma como a temática ingressou na agenda das políticas públicas de inovação do governo federal; o estudo que subsidiou a elaboração de um plano de ação em IoT para o período de 2018 a 2022; o Decreto nº 9.854/2019, que instituiu juridicamente o Plano Nacional de Internet das Coisas; e os principais instrumentos jurídico-econômicos que vêm sendo utilizados para o fomento desse ecossistema.

Serão investigados ainda os desafios da política nacional diante dos objetivos da Constituição Econômica, considerando o contexto político, econômico e social a ela subjacente. Por fim, intenta-se responder, sob a perspectiva do direito econômico, se há no Decreto nº 9.854/2019 alguma capacidade normativa com vistas ao domínio do elemento tecnológico em questão e à difusão homogênea de seus benefícios pela sociedade.

1 INTERNET DAS COISAS E A REVOLUÇÃO TECNOLÓGICA EM CURSO

As revoluções industriais têm ocorrido “quando novas tecnologias e novas formas de perceber o mundo desencadeiam uma alteração profunda nas estruturas sociais e nos sistemas econômicos” (SCHWAB, 2016, p. 15).

A Primeira Revolução Industrial ocorreu em meados do século XVIII, tendo a Inglaterra como epicentro, onde a introdução da máquina a vapor como fonte de energia permitiu a mecanização da produção. A substituição da manufatura artesã pelos teares mecânicos proporcionou o primeiro grande salto qualitativo no campo da produção. A Segunda Revolução Industrial, compreendida entre a segunda metade do século XIX e a primeira metade do século XX, caracterizou-se pela substituição da energia a vapor pela eletricidade e pelos combustíveis fósseis, adquirindo força nos Estados Unidos. É marcada também pelo advento das linhas de montagem, permitindo a consolidação da produção vertical em massa, baseada nos princípios da divisão do trabalho. A Terceira Revolução Industrial, por sua vez, se propagou na segunda metade do Século XX, com desdobramentos nos Estados Unidos e na Ásia. Baseada no uso de tecnologias de informação e comunicação e impulsionada pela computação e eletrônica, possibilitou uma maior automatização dos processos de produção e a organização produtiva de maneira interconectada.

Para Klaus Schwab, a partir das primeiras décadas do século XXI, estaria em curso uma nova revolução. Esta ideia se popularizou quando a “Quarta Revolução Industrial” foi pautada como tema do Fórum Econômico Mundial de 2016, atraindo a atenção da imprensa, dos governos e da academia para os seus desdobramentos (LEADERS, 2016).

O novo paradigma tecno-produtivo é caracterizado por “uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores e mais poderosos que se tornam mais baratos e pela inteligência artificial e aprendizagem automática (ou aprendizado de máquina)” (SCHWAB, 2016, p. 16). Tem por objetivo a convergência dos meios físico, biológico e virtual e a completa digitalização e automatização das cadeias de valor por meio da integração de tecnologias de informação e comunicação e do processamento de grande volume de dados¹.

¹ De acordo com Klaus Schwab, a Quarta Revolução Industrial não diz respeito apenas a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas. “Seu escopo é muito mais amplo. Ondas de novas descobertas ocorrem simultaneamente em áreas que vão desde o sequenciamento genético até a nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica.

Ainda que alguns estudiosos considerem que a fase atual caracteriza apenas um desdobramento da Terceira Revolução Industrial, Schwab defende que três aspectos fundamentais sustentam a chegada de uma revolução diferente: velocidade, amplitude e profundidade e impacto sistêmico.

Velocidade: ao contrário das revoluções industriais anteriores, esta evolui em um ritmo exponencial e não linear. Esse é o resultado do mundo multifacetado e profundamente interconectado em que vivemos; além disso, as novas tecnologias geram outras mais novas e cada vez mais qualificadas.

Amplitude e profundidade: ela tem a revolução digital como base e combina várias tecnologias, levando a mudanças de paradigma sem precedentes da economia, dos negócios, da sociedade e dos indivíduos. A revolução não está modificando apenas o “o que” e o “como” fazemos as coisas, mas também “quem” somos.

Impacto sistêmico: ela envolve a transformação de sistemas inteiros entre países e dentro deles, em empresas, indústrias e em toda sociedade. (SCHWAB, 2016, p. 12-13)

O economista acredita que, embora em seu início, a formação de novos sistemas construídos a partir da infraestrutura digital e da fusão de tecnologias da revolução anterior terá profundo impacto não apenas na indústria, mas também nas relações econômicas, políticas e sociais em nível mundial.

A evidência de uma nova revolução industrial e das transformações estruturais em curso remonta à perspectiva, abordada de forma pioneira por Joseph Schumpeter (1997), de que a inovação está no centro da dinâmica do capitalismo contemporâneo e de que o domínio de novas tecnologias interfere diretamente no desenvolvimento econômico das nações.

Diante desse contexto, André Ramos Tavares (2020, p. 409) afirma que “a questão tecnológica deslocou a discussão para o campo da economia digital global”, podendo se observar, notadamente após a crise financeira global ocorrida em 2008, o desenrolar de uma nova corrida pela supremacia econômica e pela fronteira do conhecimento.

Com o apoio de muitos governos e interesse da iniciativa privada, inovações generalizadas e tecnologias emergentes passaram, então, a ser difundidas muito mais rápida e amplamente do que nas revoluções anteriores², como é da computação em nuvem, da inteligência artificial, da

O que torna a quarta revolução industrial fundamentalmente diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos” (SCHWAB, 2016, p. 16).

² “Embora já seja identificado o início da Quarta Revolução Industrial, as revoluções anteriores ainda não foram completamente concluídas e continuam a se desdobrar em diversas partes do mundo, notadamente nos países subdesenvolvidos. A segunda revolução industrial precisa ainda ser plenamente vivida por 17% da população mundial, pois quase 1,3 bilhão de pessoas ainda não têm acesso à eletricidade. Isso também é válido para a terceira revolução industrial, já que mais da metade da população mundial, 4 bilhões de pessoas, vive em países em desenvolvimento sem acesso à internet. O tear mecanizado (a marca da primeira revolução industrial) levou quase 120 anos para se

nanotecnologia, da biotecnologia, de impressoras 3D e 4D, da banda larga 5G, da robótica avançada, do *blockchain*, na análise de dados em grande escala (*Big Data*) e, em especial, da Internet das Coisas.

1.1 Internet das Coisas

De acordo com Klaus Schwab, uma das principais pontes entre as aplicações físicas e digitais originadas pela Quarta Revolução Industrial é a Internet das Coisas (*Internet of Things* ou sua abreviação IoT), também chamada de “internet de todas as coisas” (SCHWAB, 2016).

Por causa do aumento contínuo da capacidade de processamento, da miniaturização e da queda dos preços do *hardware*, tornou-se tecnologicamente possível e economicamente viável conectar tudo, literalmente, à internet. “Todas as coisas serão inteligentes e estão conectadas à internet, permitindo maior comunicação e novos serviços orientados por dados com base no aumento das capacidades de análise desses dados” (SCHWAB, 2016, p. 140).

1.1.1 Origem e evolução

A ideia de objetos não computacionais conectados em rede surgiu ainda nos anos 1980, quando programadores da Universidade Carnegie Mellon, no estado da Pensilvânia nos Estados Unidos, instalaram sensores em uma máquina de venda de Coca-Cola, para que pudesse ser observada a temperatura do ambiente e medida a quantidade garrafas existentes (LEINER et al., 2009). Em 1990, John Romkey desenvolveu uma torradeira que poderia ser ligada e desligada por meio da internet, sendo considerado o primeiro dispositivo IoT (MANCINI, 2017).

Em 1991, Mark Weiser, no artigo *The Computer for the 21st Century*, desenvolveu os conceitos de computação ubíqua (*ubiquitous computing*) e virtualidade incorporada (*embodied virtuality*), apresentado uma previsão para o que seria o futuro da Internet das Coisas, no qual o mundo físico poderia ser invisivelmente enriquecido com sensores, atuadores, displays e elementos computacionais embutidos nos objetos cotidianos e conectados através de uma rede contínua. Para

espalhar fora da Europa. Em contraste, a internet espalhou-se pelo globo em menos de uma década.” (SCHWAB, 2016, p. 17-18)

Weiser (1991, p. 1), “as tecnologias mais profundas são aquelas que desaparecem. Entrelaçam-se no tecido da vida cotidiana, até se tornarem indistinguíveis”. O artigo é considerado um marco na pesquisa sobre IoT.

Nos anos seguintes, outros conceitos, muitas vezes sobrepostos, surgiram para descrever um mundo em que objetos conversam entre si, monitorando silenciosamente máquinas, ambientes e seres humanos: *ambient intelligence* (inteligência ambiental), *contextual computing* (contexto computacional), *machine-to-machine* (máquina a máquina ou M2M) e *cyber-physical systems* (sistemas ciber-físicos) (COSTA, 2019).

O termo Internet das Coisas foi utilizado pela primeira vez por Kevin Ashton, em 1999, como título de uma apresentação na empresa Procter & Gamble, a fim de ilustrar o poder de conectar etiquetas de identificação por radiofrequência (RFID) usadas em cadeias de suprimentos corporativas para contar e rastrear mercadorias sem intervenção humana, a partir de tecnologias de rastreamento desenvolvida no centro de pesquisa *Auto-ID Lab* do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Na época, pretendia-se chamar atenção para o fato de que computadores conectados são bem mais eficientes do que as pessoas, que possuem atenção, precisão e tempo limitados. É o que se extrai da ideia central por trás do conceito cunhado por Ashton:

O que eu quis dizer, e ainda quero dizer, é o seguinte: hoje os computadores — e, portanto, a Internet — são quase totalmente dependentes de seres humanos para obter informações. (...) Se tivéssemos computadores que soubessem tudo o que há para saber sobre as coisas — usando os dados que eles coletaram sem nossa ajuda — poderíamos rastrear e contar tudo e reduzir muito o desperdício, a perda e o custo. Nós saberíamos quando as coisas precisassem ser substituídas, consertadas ou recuperadas, e se elas estavam novas ou desgastadas. Precisamos capacitar os computadores com seus próprios meios de coleta de informações, para que possam ver, ouvir e cheirar o mundo por si mesmos, em toda a sua glória aleatória (...) — sem as limitações dos dados inseridos por humanos. (ASHTON, 2009, p.1)

Segundo o autor, se os computadores, por meio de dados colhidos por conta própria — ou seja, sem a interferência humana — fossem capazes de saber tudo sobre todas as coisas, qualquer elemento poderia ser rastreado ou contabilizado, reduzindo exponencialmente desperdícios, perdas e custos e aumentando a eficiência e a otimização de recursos. Sensores e tecnologias de radiofrequência permitiriam identificar, observar e entender o mundo sem as limitações humanas, com o potencial revolucionário como a própria internet, ou até maior (RANGEL, 2014).

Após 1999, a tecnologia RFID se destacou, sobretudo, nas aplicações em redes de abastecimento, mas a IoT também passou a ser desenvolvida em outros setores, como é o caso do

lançamento, no ano 2000, da primeira geladeira “inteligente”, capaz funcionar também como televisão, rádio, vídeo, lista de compras e câmera digital (MANCINI, 2016).

Em 2005, o *Wall Mart* e o Departamento de Defesa dos Estados Unidos exigiram que os fornecedores utilizassem as etiquetas RFID em seus produtos para o controle do estoque, o que é considerado o marco da disseminação em massa de dispositivos IoT na cadeia de suprimentos (MANCINI, 2016).

Ainda em 2005, o tema também ganhou destaque quando a tecnologia se tornou pauta da agência das Organização das Nações Unidas (ONU) para as tecnologias de informação e comunicação – *International Telecommunications Union* (ITU), que publicou um relatório com o conceito de Internet das Coisas em visão mais abrangente e holística. Segundo a ITU (2005), a IoT, por meio de RFID, sensores, rede de sensores sem fio, sistema embarcados e nanotecnologia, poderia conectar qualquer objeto: “tudo, de pneus a escovas de dentes, estará ao alcance das comunicações, anunciando o alvorecer de uma nova era, na qual a internet de hoje (de dados e pessoas) dará lugar à Internet das Coisas de amanhã”. No relatório, ainda foram abordados desafios relacionados à tecnologia, como padronização e interoperabilidade dos dispositivos, privacidade, proteção de dados e questões éticas e sociais.

De acordo com a empresa *Cisco Internet Business Solutions Group*, a IoT é considerada o momento exato em que foram conectados à Internet mais ‘coisas ou objetos’ do que pessoas, estimando que isso teria ocorrido entre os anos 2008 e 2009. O crescimento explosivo de *smartphones* e *tablets* levou o número de aparelhos conectados à internet a 12,5 bilhões em 2010, enquanto a população total do mundo somava cerca de 6,8 bilhões de pessoas (EVANS, 2011)³.

Em 2008, ocorreu a 1ª Conferência Internacional em Internet das Coisas em Zurique, na Suíça, no qual foram discutidos caminhos para o desenvolvimento da tecnologia. Já em 2009, o Google começou a testar veículos autônomos. O Toyota Prius foi o primeiro carro a fazer um trajeto

³ É importante ressaltar que, por considerar a IoT o momento em que foram conectados à internet mais coisas do que pessoas, a CISCO inclui neste universo uma ampla gama de dispositivos que transmitem informações através da internet, como *smartphones*, *tablets* e *laptops*. Por outro lado, existem pesquisas com abordagens mais restritas, distinguindo os objetos conectado em IoT e não-IoT. Por exemplo, a empresa *IoT Analytics* considera que *smartphones*, *tablets*, *laptops*, computadores pessoais e quaisquer outros tipos de telefone são dispositivos não-IoT. Sobre o número de dispositivos IoT, a *IoT Analytics* afirma que, enquanto em 2010, havia cerca de 8 bilhões de conexões não-IoT e 800 milhões de conexões IoT, em 2020, o número de conexões IoT (por exemplo, carros conectados, dispositivos domésticos inteligentes, equipamentos industriais conectados) chegou a 11,7 bilhões, ultrapassando, pela primeira vez, as conexões não-IoT (9,9 bilhões) (LUETH, 2020).

autônomo, com um dispositivo habilitado para detectar pedestres, ciclistas, obras na estrada e outros objetos (VARDOMASTSKI, 2018).

Em 2010, a China elegeu a Internet das Coisas como elemento chave para a expansão de sua economia. A possibilidade de gestão remota e identificação de diferentes objetos foi considerada essencial para o desenvolvimento de longo prazo da infraestrutura e dos serviços do país. Essa foi primeira vez que a IoT foi reconhecida em nível governamental. Em seu planejamento, a China estimou que seria possível ganhar com a tecnologia cerca de US\$180 bilhões em receita potencial de mercado até 2020 (VARDOMASTSKI, 2018).

No mesmo ano, foi lançado o termostato digital *Nest*, capaz de aprender hábitos pessoais e ajustar a temperatura de uma casa automaticamente, colocando em destaque o conceito de “casa inteligente” ou, em inglês, *smart home*.

A empresa Gartner, uma das maiores consultorias de negócios em tecnologia do mundo, adicionou a Internet das Coisas como uma tendência em inovação em seu *Hype Cycle* de 2011 – gráfico utilizado para medir a popularidade de uma tecnologia e sua utilidade real ao longo do tempo⁴ – prevendo que a IoT atingiria seu pico em 2014 (GARTNER RESEARCH, 2011). A previsão atraiu ainda mais o interesse e as expectativas comerciais pela sua difusão.

Nos anos posteriores, ocorreu uma ampla disseminação de dispositivos IoT para consumidores, como é o caso dos óculos inteligentes lançados pelo Google em 2013; das lentes de contato capazes de medir o nível de glicose criadas Novartis em parceria com o Google em 2014; do alto-falante *Echo* da Amazon, lançado também em 2014, com a função de reproduzir audiolivros, definir alarmes, escrever listas de tarefas e realizar diversas outras atividades por meio de sua assistente virtual *Alexa*; da produção, em 2015, de brinquedos conectados, a exemplo de uma Barbie com módulo *WiFi* da Mattel; e da apresentação pela Apple na *Consumer Electronics Show* de 2016, do *HomeKit*, uma plataforma proprietária que fornece aos desenvolvedores ferramentas abrangentes para o desenvolvimento de *software* de eletrodomésticos inteligente (VARDOMASTSKI, 2018).

O desenvolvimento da IoT também se expandiu para outros setores além dos bens de consumo. Em 2014, grandes empresas de tecnologia, como Intel, Cisco, IBM, General Electric (GE) se uniram em um consórcio para desenvolver padrões industriais de IoT, a fim de aprimorar a

⁴ O *Hype Cycle* da Gartner é uma representação gráfica de um padrão comum que surge com cada nova tecnologia ou outra inovação como forma de ser observada a maturidade tecnológica e o potencial futuro da tendência apresentada.

interoperabilidade de dispositivos, processos e máquinas da chamada “Internet das Coisas Industriais” (SRNICEK, 2017).

A partir de 2017, outras empresas globais, como Microsoft, Amazon e Google, passaram a focar no desenvolvimento de diversos serviços de IoT para diferentes contextos, contribuindo para que o número de dispositivos IoT e a diversidade de suas aplicações se expandissem ano após ano (VARDOMASTSKI, 2018).

Projeta-se que a Internet das Coisas, já em ampla expansão, irá avançar ainda mais significativamente com o desenvolvimento da rede 5G – quinta geração da banda larga móvel (BUCKWALD; MARCHANT, 2021; MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2015). Isso porque o 5G promete altos padrões de velocidade, uma cobertura mais ampla e eficiente, maiores transferências de dados, além de um número significativamente superior de conexões simultâneas, suportando um enorme volume de dispositivos conectados⁵.

Com esse breve histórico, é possível observar que a Internet das Coisas se desenvolveu rapidamente nos últimos anos, na mesma medida em que aumentaram os interesses comerciais pela sua disseminação. A IoT ficou mais barata, mais fácil e mais aceita, atraindo atenção e investimentos dos governos e de empresas privadas no mundo todo e levando a ondas de inovações em diversos setores. Assim, a tecnologia vem se tornando cada vez mais difundida no presente e atrativa para o futuro.

1.1.2 Conceito e características

Dada a transversalidade e a abrangência do desenvolvimento da IoT ao longo do tempo, diversas são as tentativas e possibilidades conceituá-la. De modo geral, trata-se do avanço da

⁵ “Although 4G will continue to be used for many consumers and enterprise IoT use cases, 5G provides a range of benefits to the IoT which are not available with 4G or other technologies. These include 5G’s ability to support a massive number of static and mobile IoT devices, which have a diverse range of speed, bandwidth and quality of service requirements. As the IoT evolves, the flexibility of 5G will become even more significant for enterprises seeking support for the rigorous requirements of critical communications. The ultra-reliability and low latency of 5G will allow self-driving cars, smart energy grids, enhanced factory automation and other demanding applications to become a reality. Cloud computing, artificial intelligence and edge computing will all help to handle the data volumes generated by the IoT, as 5G boosts network capacity. Further 5G enhancements, such as network slicing, non-public networks and 5G core, will ultimately help to realise the vision of a global IoT network, supporting a massive number of connected devices”. (GSMA, 2019, p. 3)

internet do mundo virtual para o mundo real e da “progressiva automatização de setores inteiros da economia e da vida social” (MAGRANI, 2018, p. 15).

Enquanto, tradicionalmente, computadores e seus derivados, como *tablets* e *smartphones*, são considerados os nódulos finais da internet, a IoT permite a expansão exponencial dessa rede para a inclusão de objetos que antes não tinham a capacidade de conexão, de processamento de informação e de comunicação. Assim, o fluxo digital de informações passa a ser concebido não apenas entre pessoas, mas entre pessoas e coisas e entre as próprias coisas, possibilitando a criação um ecossistema de computação onipresente ou ubíqua⁶ (SANTAELLA et al., 2013).

Para Santaella *et al.* (2013), a Internet das Coisas corresponde à fase atual da internet, em que objetos tendem a assumir o controle de uma série de ações do dia a dia, sem a necessidade de que as pessoas estejam atentas e no comando. Alguns estudos associam esta fase à ideia de *Web 3.0*, terceira geração da internet ou internet semântica, caracterizada pelo cruzamento descentralizado de uma infinidade de dados através de variados novos polos de conexão à rede (FEITOSA; BAIRON, 2013; MAGRINI, 2018; ABINC, 2017). Há ainda quem diga tratar-se da *Web 4.0* ou *Web* ubíqua, que envolve conexões a toda hora e em qualquer lugar, além de serviços personalizados baseados em dados obtidos continuamente⁷ (LACERDA, 2015; VAN DEURSEN et al., 2021).

⁶ De acordo com Santaella *et al.*, “a ubiquidade se refere à noção de algo que está presente em todos os lugares e em todos os momentos, persistente, sempre disponível e atuante. Em muitos aspectos, supera as noções tradicionais de espaço e tempo físico, como no caso do espaço e tempo do digital em rede, em que muitos eventos ocorrem de modo simultâneo e em muitos lugares diferentes”. (SANTAELLA et al., 2013, p. 28-29)

⁷ De acordo com a classificação de Davis (2008 apud LACERDA, 2015, p. 42), são definidos quadro estágios de evolução da internet: “Web 1.0, voltada para a conexão e obtenção de informações na rede; Web 2.0 ou Web Social, caracterizada pela preocupação com a experiência do usuário e a colaboração por meio das redes sociais; Web 3.0 ou Web Semântica, com esforços concentrados na atribuição de significado e contexto às informações; e o estágio atual, a Web Ubíqua, constituída pela chamada ‘Internet das Coisas’ 5 (IoT), fundamentada pela conectividade e interatividade entre pessoas, informações, processos e objetos, por meio de tecnologias que possibilitam acesso à rede por qualquer pessoa, de qualquer lugar, a qualquer tempo, utilizando quaisquer dispositivos, incluindo equipamentos multifuncionais com sensores inteligentes, tais como eletrodomésticos, automóveis, roupas, etc., a partir de aplicações que se adaptam dinamicamente às necessidades dos usuários”. No mesmo sentido, Van Deursen et al. (2021) afirmam que o desenvolvimento da IoT insere-se na chamada *Web 4.0*: “Over the years, the nature of Internet use has become more complex. Web 1.0 allowed users to read content; Web 2.0 enabled users to contribute to the web by creating, storing, and sharing content; and Web 3.0 introduced semantics that facilitate smoother communications between humans and machines and enable improved information searching and data sharing. Web 4.0 has arrived, and it involves connections between the web and other users anytime and anywhere, as well as personalized services based on continuously obtained data. The most prominent development is the IoT, which implies an objectification of three characteristics: ubiquity, identity, and connection”. Já Eduardo Magrini (2018) acredita que a Internet das Coisas se insere no contexto da *Web 3.0*, afirmando que, como esse conceito ainda está em consolidação, a definição das próximas fases da internet, como a *Web 4.0*, ainda seria demasiadamente vaga.

Na presente dissertação, muito embora as expressões Internet das Coisas e tecnologia sejam utilizadas como sinônimos, é importante ressaltar que a IoT não diz respeito apenas a uma tecnologia única, maciça e fechada, mas a um novo paradigma que combina diversos aspectos de tecnologias computação, redes de sensores sem fio, protocolos de comunicação da internet, tecnologias de sensoriamento, comunicação e dispositivos com tecnologias incorporadas. Nesse sentido, Cavalli e Meiners se referem à Internet das Coisas como “um conjunto de tecnologias e protocolos associados que permitem que objetos se conectem a uma rede de comunicação e são identificados e controlados através desta conexão de rede” (CAVALLI; MEINERS, 2019, p. 532). Por sua vez, a Associação Brasileira de Internet das Coisas (ABINC) afirma que a IoT é um termo “guarda-chuva”, abrangendo diferentes tecnologias e conceitos que produzem implicações profundas nos negócios e na vida em sociedade (ABINC, 2017).

Pelo ângulo da normatização técnica, a *International Telecommunication Union* (ITU) define a Internet das Coisas como uma infraestrutura global habilitadora do processo de digitalização da economia, que permite a interconexão entre os meios físico e virtual, com base em sistemas de informação e comunicação interoperáveis existentes e em constante evolução. A partir de uma perspectiva mais ampla, a ITU afirma que a IoT também pode ser compreendida como uma visão com implicações tecnológicas e sociais (ITU, 2012).

Com base na definição técnica da ITU, o artigo 2º, II, do Decreto n.º 9.854/2019, conceituou juridicamente a Internet das Coisas como a infraestrutura que integra a prestação de serviços de valor adicionado com capacidades de conexão física ou virtual de coisas com dispositivos baseados em tecnologias da informação e comunicação existentes e nas suas evoluções, com interoperabilidade.

A IoT funciona através de sensores e atuadores, conectados por redes sem fio, com capacidade de interação entre si e com outros sistemas, que podem ser incorporados a diversos dispositivos para captar, armazenar, analisar, processar e transmitir uma grande quantidade de dados, bem como tomar decisões de forma autônoma, moldando uma rede de objetos chamados de “inteligentes”.

De acordo com Falccioni Filho, no conjunto das características de um dispositivo IoT, existem as atribuições de processamento, que se refere à “inteligência” do objeto ou à capacidade de processamento computacional; e de endereçamento, identificação e localização, relacionados

respectivamente à capacidade de encontrar o objeto na rede, torná-lo único e localizar a sua posição geográfica (FACCIONI FILHO, 2016).

Já na relação entre dispositivos IoT, Falconi Filho destaca as seguintes funcionalidades: 1) comunicação: capacidade do objeto de receber e enviar mensagens para outros objetos; 2) cooperação: capacidade de realização de atividades e aplicações conjuntas e em colaboração; 3) sensoriamento: possibilidade do dispositivo captar dados do ambiente e de outros objetos, permitindo monitorar determinadas grandezas; e 4) atuação: a capacidade de agir sobre o ambiente, operando e modificando a condição de um determinado meio (FACCIONI FILHO, 2016).

Além disso, a Internet das Coisas deve ser compreendida em um contexto de hiperconectividade, caracterizado pela extrema disponibilidade de conexão e permanência *online* (*always-on*), pela acessibilidade imediata (*readily accessible*) e pela coleta e armazenamento de dados de maneira ininterrupta (*always recording*) (MAGRINI, 2018).

Vale destacar que a IoT não é apenas mais uma forma de coletar dados, mas também um modo de extrair novos dados. A maioria dos dados que é reunida automaticamente refere-se a informações que nunca foram capturadas. O potencial da tecnologia vem justamente do alto volume de sensores que podem ser implantados, conectados e sobrepostos dentro de um sistema. Assim, a coleta de dados não está apenas aumentando, mas se tornando cada vez mais complexa e inevitável. A Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento afirma, inclusive, que a IoT será, em breve, a principal maneira de coletar dados, por meio de bilhões de dispositivos eletrônicos conectados⁸ (UNCTDA, 2021).

Nesse sentido, o conceito de Internet das Coisas aproxima-se do de *Big Data*, que descreve um novo parâmetro de produção, coleta, reorganização e circulação de dados que tem o potencial de serem explorados em “elevado volume, alta velocidade, baixa veracidade e alto valor”⁹ (JIN et

⁸ De acordo com o relatório *Digital Economy Report 2021*, produzido pela Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento ou *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD), órgão da Organizações das Nações Unidas (ONU), explica o potencial da Internet das Coisas para se tornar a principal fonte de coleta de dados em um futuro próximo: “*Data can be collected through connected devices such as sensors, meters, radio frequency identification and other gadgets that may be embedded in various Internet connected objects used in everyday life. With increasing digitalization of the global economy, the data value chain takes place in multiple countries, and accelerates due to decreasing costs and the easier use of more sophisticated technologies, including IoT. Thus, the growing use of IoT will lead to an increase in cross-border data flows in the future without human intervention*” (UNCTDA, 2021).

⁹ As características básicas do *Big Data* são chamadas de 5Vs (volume, velocidade, veracidade e valor), consoante se explica a seguir: “*Compared to traditional data, the features of big data can be characterized by 5V, namely, huge Volume, high Velocity, high Variety, low Veracity, and high Value. The main difficulty in coping with big data does not only lie in its huge volume, as we may alleviate to some extent this issue by reasonably expanding or extending our*

al., 2022, p. 2). Para Eduardo Magrini, a combinação entre objetos inteligentes e *Big Data* poderá alterar significativamente o modo de vida da sociedade (MAGRINI, 2018).

O Comitê Nacional Consultivo de Segurança das Telecomunicações dos Estados Unidos da América (*National Security Telecommunications Advisory Committee – NSTAC*) afirma que o diferencia a Internet das Coisas dos demais avanços históricos em tecnologia de informação e comunicação é seu explosivo crescimento com base em três dimensões principais: escalabilidade em ritmo nunca antes visto; amplo escopo de desenvolvimento, que abrange desde sistemas complexos a dispositivos bastante simples; e a rápida incorporação em todas as áreas de infraestrutura (NSTAC, 2014).

1.1.3 Aplicações

Existem inúmeras oportunidades nas quais a Internet das Coisas pode ser empregada, algumas já citadas e outras que serão abordadas no decorrer deste trabalho. Para tanto, observa-se o seguinte quadro formulado por Gleice Bernardini (BERNARDINI, 2021).

Quadro 1 - Campo, setor e aplicações da Internet das Coisas

Campo	Setor	Aplicações
Indústria	Agricultura e Pecuária	Rastreamento, certificação e controle no manejo e comércio de animais.
		Irrigação, monitoramento da produção agrícola e alimentação animal.
		Gerenciamento administrativo e econômico de fazendas.
	Logística e Gerenciamento de produtos	Identificação de bens e materiais; validade e deterioração de produtos.
		Gerenciamento de armazéns, varejo e estoque.

computing systems. Actually, the real challenges center around the diversified data types (Variety), timely response requirements (Velocity), and uncertainties in the data (Veracity). Because of the diversified data types, an application often needs to deal with not only traditional structured data, but also semistructured or unstructured data (including text, images, video, and voice). Timely responses are also challenging because there may not be enough resources to collect, store, and process the big data within a reasonable amount of time. Finally, distinguishing between true and false or reliable and unreliable data is especially challenging, even for the best data cleaning methods to eliminate some inherent unpredictability of data.” (JIN et al., 2022, p. 2)

		Operações de compra e pagamentos rápidos (online e POS).
	Processamento industrial	Diagnóstico de veículos em tempo real, processos de fabricação, controle de qualidade e direção assistida.
		Gerenciamento de bagagens, operações de embarques e desembarque e serviços de passagens.
		Monitoramento de plantas industriais.
Cidades Inteligentes	Mobilidade e Turismo inteligentes	Monitoramento de tráfego, compartilhamento de carros, bicicletas e vans e transporte multimodal público ou privado.
		Monitoramento das condições de vias e estradas, sistemas de estacionamentos (público e privado) e coleta de lixo
		Sistemas de pagamentos de serviços e tributos, entretenimento e serviços de guias turísticos
	Redes Inteligentes	Geração, distribuição, armazenamento e gerenciamento de energia.
		Mobilidade sustentável, pontos de recarga, reconhecimentos de clientes.
		Gerenciamento de carga, serviços de armazenamento e serviços de entretenimento.
	Edifícios e casas inteligentes	Manutenção de plantas, gerenciamento de consumo (ventilação, ar-condicionado, iluminação, irrigação) e gestão de energia.
		Vídeo vigilância, gerenciamento de acesso e proteção de crianças e animais.
		Entretenimento e conforto.
	Segurança pública e monitoramento ambiental	Monitoramento ambiental e territorial.
		Vigilância por vídeo, radar e satélite.
		Atendimento de emergência, rastreamento de pessoas e resgate e planos de emergência.
Saúde e Bem-estar	Medicina e Saúde	Monitoramento remoto de parâmetros médicos e diagnósticos.
		Rastreamento de equipamentos médicos, segurança e gestão de acesso interno e protocolos de saúde.
		Serviços hospitalares inteligentes e serviços de entretenimento.
	Vida independente	Assistência a idosos e pessoas com necessidades especiais.

		Assistência doméstica remota e inclusão social.
		Bem-estar do indivíduo e impacto do comportamento pessoal na sociedade.

Fonte: Bernardini (2021, p. 73-74)¹⁰

No processamento industrial, a Internet das Coisas pode ser aplicada para tornar a produção mais inteligente, reduzindo custos e desperdícios de tempo e de inatividade. As tecnologias de IoT prometem dar aos operadores de fábrica a capacidade de visualizar seus processos de ponta a ponta e resolver gargalos em tempo real. Além disso, é possível vincular mais estreitamente o processo de produção ao processo de realização, de forma que possam ser aprimorados e desenvolvidos novos produtos com base em dados extraídos de outros já existentes.

Porter e Heppelmann acreditam que, para as empresas manufatureiras, esse fenômeno pode ser considerado a mudança mais substancial na produção de bens desde a Segunda Revolução Industrial (PORTER; HELPELMANN, 2015).

A aplicação da IoT na manufatura é chamada de “Internet das Coisas Industriais” ou conhecida como indústria 4.0 ou manufatura avançada. Estes dois últimos termos remetem respectivamente à *Industrie 4.0* na Alemanha e *Advanced Manufacturing* nos Estados Unidos¹¹, estratégias por meio das quais esses países visam o fortalecimento e a digitalização de suas indústrias nacionais, em busca de posições de liderança no espaço manufatureiro global (ARBIX et al., 2017). A China também vem se destacando em relação à utilização de tecnologias digitais para a transformação de sua manufatura. Ambiciosas medidas e políticas industriais pretendem torná-la a principal potência manufatureira do mundo até o ano de 2050 (SANTOS, 2021).

O desenvolvimento da Internet das Coisas em cidades, por sua vez, permite equipar a infraestrutura urbana com sensores e tecnologias de informação e comunicação para modernizar, aumentar a eficiência, automatizar e coordenar a prestação de serviços públicos, a utilização de

¹⁰ A pesquisadora explica que o quadro é estruturado a partir de três grandes campos elaborado por Eleonora Borgia: (A) campo industrial, (B) campo de cidades inteligentes, e (C) campo de saúde e bem-estar. Cada campo não é isolado dos outros, mas é parcialmente sobreposto, pois alguns aplicativos são compartilhados (BORGIA, 2014, apud BERNARDINI, 2021).

¹¹ Embora indústria 4.0 ou manufatura avançada sejam referidas, muitas vezes, como sinônimos, as estratégias são diferentes. “No conceito alemão, o foco recai sobre a integração da produção fabril. Na visão americana, a abordagem é mais ampla, considerando, entre outros aspectos, a busca por maior integração universidade–empresa para o desenvolvimento de tecnologias emergentes em áreas como materiais avançados”. (ARBIX 03, 2017, p. 31).

recursos e o compartilhamento de informações entre os cidadãos, tornando o espaço urbano “inteligente”.

A Cartilha de Cidades produzido pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2018a) exemplifica alguns dos desafios urbanos que foram enfrentados em âmbito internacional com a utilização da Internet das Coisas, como é o caso de sensores espalhados nas estradas para o controle de congestionamentos em Los Angeles (Estados Unidos), do sistema de detecção automática de tiros, que envia informações para o departamento de polícia e auxilia no combate de crimes na cidade de Nova Iorque (Estados Unidos) e dos semáforos inteligentes que priorizam a travessia de bicicletas e ônibus e incentivam o uso de transporte público e sustentável em Copenhague (Dinamarca).

No campo da saúde, a IoT pode ser utilizada para o monitoramento e tratamento de pacientes e para trazer mais eficiência e precisão à prestação de serviços médicos. *Wearbles*¹² ou sensores ligados diretamente às pessoas são capazes de medir temperatura, pressão arterial, batimentos cardíacos, glicose, oxigenação, entre outras condições, enviando informações diretamente para médicos e hospitais. Dessa maneira, é possível que alterações nos parâmetros de saúde sejam detectadas automaticamente e que a assistência seja, então, garantida de forma virtual e imediata, bem como que sejam realizados tratamentos preventivos e precoces (LI; XU; ZHAO, 2015).

Estudos revelam que a pandemia da COVID-19 acelerou potencialmente o uso de soluções de IoT na área de saúde por meio de monitoramento, atendimento remoto e rastreamento de pessoas infectadas pelo coronavírus (SARS-CoV-2)¹³. Yousif *et al.* (2021) citam como exemplo um aplicativo de rastreamento de contatos introduzido pela província de Alberta, no Canadá, que confirma casos positivos e notifica as pessoas que estiveram próximas aos infectados. Os autores também relatam o caso do *Stanford Children's Health Hospital*, na Califórnia (Estados Unidos),

¹² *Wearbles* podem ser traduzidos como “dispositivos vestíveis” e se referem a tecnologias incorporadas a roupas, sapatos e acessórios, tais como camisas, relógios, pulseiras e até óculos, redefinindo a interação entre homens e máquinas.

¹³ Nesse mesmo sentido, o relatório *Digital Economy Report 2021* reforça a utilização de dispositivos IoT no combate à pandemia. “*The key role of IoT in our lives has been highlighted during the COVID-19 pandemic. Some IoT applications that aided to fight it by providing critical data include connected thermal cameras, contact tracing devices and health-monitoring wearables. Moreover, temperature sensors and parcel tracking have helped ensure that sensitive COVID-19 vaccines are delivered safely*” (UNCTDA, 2021).

que conseguiu aumentar seus atendimentos de 20 para mais de 600 pacientes por meio de uma interação de telemedicina ao vivo.

Outro domínio bastante difundido é a aplicação da Internet das Coisas em bens de consumo, casas e carros inteligentes, que são comercializados com a promessa de trazer economia, conforto e bem-estar aos usuários:

i) uma geladeira verificar quais são os alimentos faltantes para encomendá-los, automaticamente, no site de compras de um supermercado; ii) o despertador avisar a cafeteira para iniciar o preparo do café, fervendo a água para que o sujeito possa ficar mais alguns minutos em sua cama; iii) que o seu tênis se conecte com outro dispositivo para registrar suas performances e até elaborar novos treinos, como já se verifica da parceria firmada entre Nike e Apple; (...); v) automóveis transmitirem os dados de seu deslocamento para um melhor gerenciamento das rotas de tráfego. (BIONI, 2021, p. 135)

Ressalta-se que, diante da crescente popularização da IoT em produtos de consumo e da tendência de ser conectada a maior quantidade possível de objetos do dia a dia, foi criada a diferenciação entre Internet das Coisas *úteis* e *inúteis*.

De acordo com Magrini (2018), o conceito de Internet das Coisas *inúteis* relaciona-se ao posicionamento crítico sobre a utilização de tecnologias avançadas em certos produtos, sem que, de fato, sejam necessárias e sem que exista um aprimoramento útil das funcionalidades do bem. É o caso dos suportes de papel higiênico, depósitos de fio-dental e bandejas de ovos “inteligentes”, que notificam os usuários quando os produtos estão terminando. Nesses casos, objetos analógicos poderiam atender suficientemente os consumidores de forma mais simples e custando bem menos.

Outro problema envolve a quantidade de lixo proveniente do descarte de dispositivos que se tornaram obsoletos (*e-waste*), Magrini cita pesquisa da Universidade Católica de Lovaina, na Bélgica, segundo a qual “o mercado de IoT enfrenta desafios para encontrar uma maneira sustentável de descartar lixo tóxico a ser produzido em larga escala” (MAGRINI, 2018, p. 48). Além disso, o autor ressalta questões relacionadas à segurança e à privacidade, diante da vulnerabilidade de muitos desses dispositivos a ataques cibernéticos e da enorme quantidade de dados pessoais que são extraídos de seus usuários.

Como visto, existem inúmeros domínios para as aplicações da Internet das Coisas. As expectativas são que a disseminação de dispositivos inteligentes traga diversos benefícios à economia e à sociedade, aumentando a eficiência e a produtividade, integrando os sistemas urbanos e melhorando a qualidade de vida e a saúde das pessoas.

Ocorre que, se por um lado, a IoT pode trazer benefícios potenciais em diferentes áreas, por outro, como uma nova onda tecnológica, carrega riscos e desafios que podem afetar a sociedade e gerar consequências indesejadas e difíceis de reverter.

1.2 Riscos à segurança da informação e à privacidade

A velocidade com que a Internet das Coisas vem se expandindo sobre diferentes setores fez com que aumentassem as preocupações com esse novo ambiente de hiperconectividade. Os riscos que são mais associados à IoT, especialmente em pesquisas jurídicas sobre o tema, dizem respeito à segurança da informação e à proteção de dados dos usuários. Magrini (2018, p. 92) ressalta que “as empresas não conseguiram garantir suficientemente a segurança e a privacidade dos dados com a mesma velocidade e empenho que vem desenvolvendo dispositivos de IoT”. Tendo em vista a pervasividade da disseminação dos dispositivos IoT, esses riscos tendem a ser distribuídos de forma muito mais ampla do que a internet tem feito até então.

Quanto à segurança do ecossistema da IoT, há ameaças de que os dados possam ser interceptados por partes não autorizadas e os dispositivos hackeados. “Os próprios desenvolvedores ainda não têm uma noção completa do que é realmente necessário em termos de segurança” (MAGRINI, 2018, p. 93).

Para Scott R. Peppet, os dispositivos IoT podem ser inerentemente vulneráveis a falhas na segurança por vários motivos. Dentre eles, o autor menciona que os produtos, geralmente, são produzidos por fabricantes tradicionais de bens de consumo, e não por empresas especializadas no desenvolvimento de *hardware* e *software*, o que poderia indicar inexperiência e falta de priorização às questões relacionadas à segurança de dados. Além disso, dispositivos muito pequenos poderiam não ter duração de bateria suficiente para suportar o processamento extra necessário para uma segurança de dados mais robusta. Os objetos de IoT ainda não seriam atualizados com a frequência necessária ao aprimoramento dos seus sistemas de segurança (PEPPET, 2014).

Outra razão associada a falhas de segurança diz respeito a estratégias empreendedoras voltadas ao lançamento ao mercado, em ritmo cada vez mais acelerado, de novos produtos e serviços. Nesse contexto, na fase de projeto, os desenvolvedores estariam mais focados na inovação rápida do que em medidas apropriadas de segurança e privacidade (RICHARDSON et al., 2017).

Em 2016, ocorreu o primeiro grande ataque envolvendo a Internet das Coisas. Um tipo de vírus (*malware*) chamado *Mirai* foi responsável pela contaminação de cerca de 150 mil sistemas no mundo todo e tirou do ar grandes sites como Twitter e Amazon. O ataque ocorreu por meio de falhas de segurança em dispositivos IoT, principalmente em câmeras de vigilância e gravadores digitais de vídeo. O Brasil foi o segundo país mais contaminado pelo vírus (ROHR, 2016).

Com relação à proteção de dados, a expansão da Internet das Coisas revela a ideia de um ambiente em que tudo esteja conectado por meio de sensores e dispositivos discretos e, muitas vezes, imperceptíveis, fazendo com que, mesmo aqueles ambientes antes considerado privados, como residências e locais de trabalho, estejam sob constante vigilância.

De acordo com Gilad Rosner (2016), um dos riscos que envolvem o uso e a disseminação da Internet das Coisas diz respeito justamente ao monitoramento intensificado. Segundo o autor, a capacidade de entender o ambiente no qual os indivíduos estão inseridos, através da coleta de dados de áudio, vídeo, localização e outras formas de detecção de informação, é um dos pilares desse ecossistema.

A grande quantidade de coisas, objetos e ambientes inteligentes que permeiam o cotidiano aumenta exponencialmente a capacidade de coleta de dados pessoais, agregando-se informações cada vez mais íntimas sobre os indivíduos, como por exemplo, seus hábitos alimentares, sua rotina de exercícios, suas emoções, seu humor e até sua saúde. Ocorre que nem sempre as pessoas estão cientes da captura, do tratamento ou da manipulação dessas informações. No relatório *Clearly Opaque: Privacy Risks of the Internet of Things*, Gilad Rosner e Erin Kenneally ilustram bem essa situação:

Se você tem sensores integrados em prédios, em casas, se você tem dispositivos inteligentes como alto-falantes inteligentes que estão basicamente ouvindo você o dia todo, fica muito difícil saber quais informações estão sendo coletadas, quando estão sendo coletadas, e é muito opaco onde essa informação fluem e quais entidades podem ter acesso a ela... Não é mais suficiente fechar uma porta se você quiser ter uma conversa privada – pode haver outros sensores que estão captando quem está na sala, o que eles estão falando sobre, qual é o humor dessas pessoas.

(...)

Essas tecnologias se tornam onipresentes e temos pouco ou nenhum aviso ou consciência de que elas estão em vigor; elas simplesmente se tornam parte do pano de fundo de nossas vidas diárias. Como, então, os cidadãos que podem ou não querer usar essa tecnologia podem garantir que alguém seja responsabilizado por seu uso? Como eles poderão contestar a forma como as informações são usadas e como poderão dar qualquer tipo de consentimento significativo? (ROSNER; KENNEALLY, 2018, p. 29)

A quantidade e a complexidade do fluxo e da fusão de sensores em diferentes ambientes torna a captura de dados cada vez mais opaca e intrusiva, facilitando, inclusive, a utilização potencial desses dados por atores diferentes daqueles originalmente envolvidos na coleta. Embora concordem voluntariamente em repassar suas informações para empresas de tecnologia, muitas vezes, não fica claro para os cidadãos quais dos seus dados estão sendo extraídos, como estão sendo utilizados e com quem estão sendo compartilhados.¹⁴

O consentimento do consumidor tem sido a abordagem dominante para regular a internet nos últimos anos. No entanto, no contexto de hiperconectividade, além da dificuldade de ser corretamente dimensionado o real valor do consentimento individual, vale ser questionado se seria possível, de fato, optar pela preservação da privacidade e não concordar com extração de dados pessoais. Rosner e Kenneally destacam, primeiramente, que a medida em que novos produtos inteligentes são lançados no mercado mais limitada se torna a oferta da versão “burra” dos mesmos aparelhos, uma vez que estes tendem a sair de linha devida a sua desatualização. Esse fenômeno é chamado pelos pesquisadores de “erosão do poder de escolha” do consumidor (ROSNER; KENNEALLY, 2018).

Em segundo lugar, muitas vezes, as empresas vinculam a coleta e o compartilhamento de dados à funcionalidade dos bens comercializados, de forma que o consentimento é a própria condição para o uso do produto, sob pena de não serem disponibilizados todos os benefícios prometidos. Isso sem mencionar que sequer existe a opção de consentimento quando dados pessoais são coletados a partir de dispositivos de outras pessoas¹⁵ ou extraídos de espaços públicos “inteligentes”.

Pesquisa realizada, em 2017, pela unidade de inteligência do grupo britânico *The Economist*, revelou que 74% dos consumidores em todo o mundo temem que pequenas falhas de segurança nos dispositivos IoT possam levar à perda de seus direitos civis¹⁶. No que diz respeito à

¹⁴ “Um grupo de pesquisadores por trás de um grande estudo do comportamento online entre jovens concluiu que a ‘falta de conhecimento’ – e não uma “atitude espontânea em relação à privacidade”, como alegaram os líderes das empresas de tecnologia – é uma razão importante pela qual um grande número de jovens ‘se envolve com o mundo digital de maneira aparentemente despreocupada’” (ZUBOFF, 2015, p.).

¹⁵ O termo “*Internet of Other People's Things*” é usado para descrever dispositivos que não apenas capturam os dados de seus proprietários, mas também das pessoas ao seu redor.

¹⁶ O relatório *What the Internet of Things means for consumer privacy* discute as descobertas da divisão de pesquisa e análise do grupo *The Economist* (*Economist Intelligence Unit - EIU*). Segundo o grupo, em outubro de 2017, foi realizada uma pesquisa global, por meio da qual foram entrevistados 1.629 consumidores de oito países: Austrália, China, França, Alemanha, Japão, Coreia do Sul, Reino Unido e Estados Unidos (MCCAULEY, 2018).

coleta automática de dados, 92% dos consumidores querem controlar quais informações são coletadas, e uma parcela semelhante quer ser informada sobre a capacidade de coleta de dados dos dispositivos (MCCAULEY, 2018).

Se por um lado é possível perceber a crescente preocupação dos consumidores quanto aos riscos à privacidade relacionados aos dispositivos IoT, por outro também se observa um aumento dos investimentos das empresas em medidas de segurança. Juniper Research, firma de pesquisa especializada em mercado digital, estima que os gastos globais com segurança da Internet das Coisas atingirão US\$ 6 bilhões até o ano 2023, o que representa um crescimento de 300% em relação a 2018. A edição de leis e regulamentos sobre proteção de dados é citado como um dos fatores que impulsionam o aumento desses gastos (JUNIPER RESEARCH, 2022).

Tendo em vista os inúmeros e complexos desafios relacionados aos riscos à segurança e à proteção de dados no ecossistema da IoT, cada vez mais, o tema vem sendo objeto de discussões na imprensa, de debates entre a sociedades civil e de pesquisas acadêmicas, assim como vem recebendo maior atenção dos governos os aspectos regulatórios que permeiam essa análise. A exemplo disso, destacam-se os avanços provenientes da edição do Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados – RGPD na Europa; da Lei Geral de Proteção de Dados – LGPD (Lei n.º 13.709/2018) no Brasil; e da Lei da Califórnia n.º 357/2018, nos Estados Unidos, que, dispendo especificamente sobre privacidade da informação de dispositivos conectados, é considerada um marco jurídico sobre Internet das Coisas (PORCELLI, 2020).

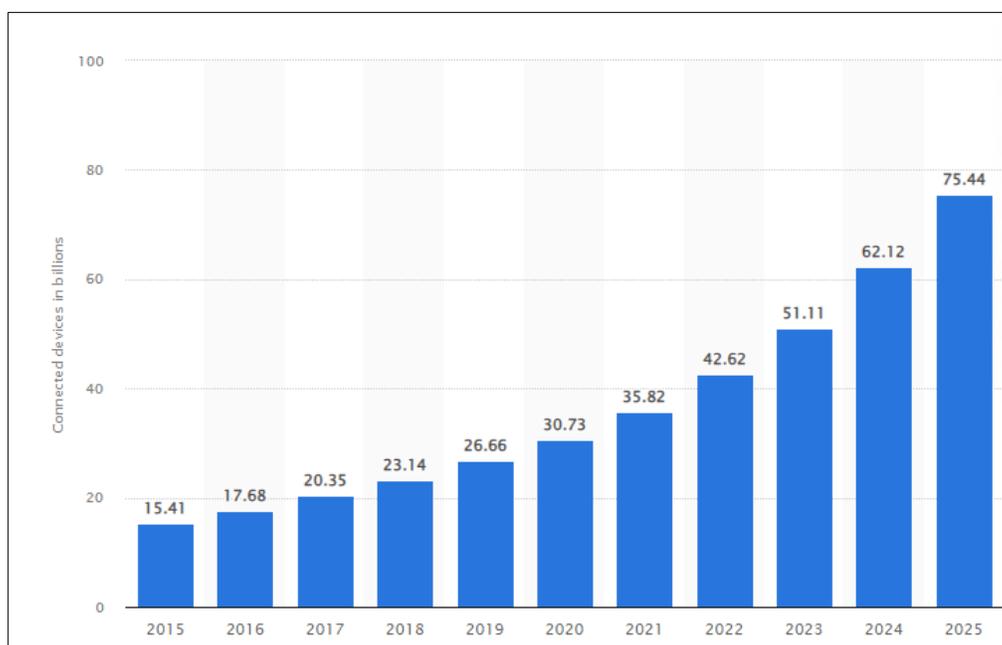
Não obstante, os desafios que envolvem a Internet das Coisas não se limitam às questões relacionadas à inviolabilidade dos dispositivos conectados, à privacidade dos usuários e à proteção dos seus dados pessoais e nem se esgotam nos aspectos já regulamentados pela legislação.

A medida em que investimentos em tecnologias digitais vem sendo objeto de grande atenção dos governos e da iniciativa privada e contribuem para o fortalecimento de um novo modelo acumulatório baseado em dados, faz-se necessária a análise mais ampla do cenário político e socioeconômico no qual a IoT vem se desenvolvendo e de suas possíveis repercussões para o Brasil, notadamente no que diz respeito a sua pouco diversificada matriz econômica e as profundas desigualdades que assolam o território nacional.

1.3 Potencial impacto econômico da Internet das Coisas

Pesquisa conduzida pela empresa de consultoria Statista, em 2016, aponta que o número de dispositivos conectados à Internet das Coisas em todo mundo, que já somava mais de 15 bilhões em 2015, será superior a 50 bilhões até 2023 e chegará a mais de 75 bilhões em 2025¹⁷ (STATISTA, 2016).

Figura 1 - IoT: número de dispositivos conectados de 2015 a 2025 em bilhões



Fonte: STATISTA (2016)

Estudo mais recente, publicado em 2020 pela empresa Juniper Research, projeta números ainda maiores, prevendo que o total de conexões IoT passará de 35 (trinta e cinco) bilhões em 2020 para 83 bilhões em 2024 (JUNIPER RESEARCH, 2020). Por sua vez, o IHS Market estima que o total de objetos inteligentes poderá alcançar até 125 bilhões em 2030 (S&P GLOBAL, 2017).

O aumento massivo da quantidade de dispositivos conectados e sua pervasividade por diferentes setores da economia e da sociedade, faz com que grande potencial econômico seja atribuído ao desenvolvimento da Internet das Coisas. O valor gerado é especialmente relacionado ao aumento da eficiência, à redução de custos, erros e desperdícios, à otimização dos processos

¹⁷ A pesquisa leva em consideração variados *gadgets* de tecnologia diários, como *smartphones* e *wearables*, dispositivos domésticos inteligentes, como medidores termostáticos inteligentes, assim como aplicações de IoT na indústria (STATISTA, 2016).

produtivos e à quantificação, monitoramento e controle de grandezas antes imensuráveis. Para manufatura, por exemplo, estima-se que a IoT pode gerar uma economia de 10% a 20% no uso de recursos energéticos, aumentar a eficiência de mão de obra de 10% a 25% e uma redução nos custos de manutenção de equipamentos de 10% a 40% até 2025 (MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2015).

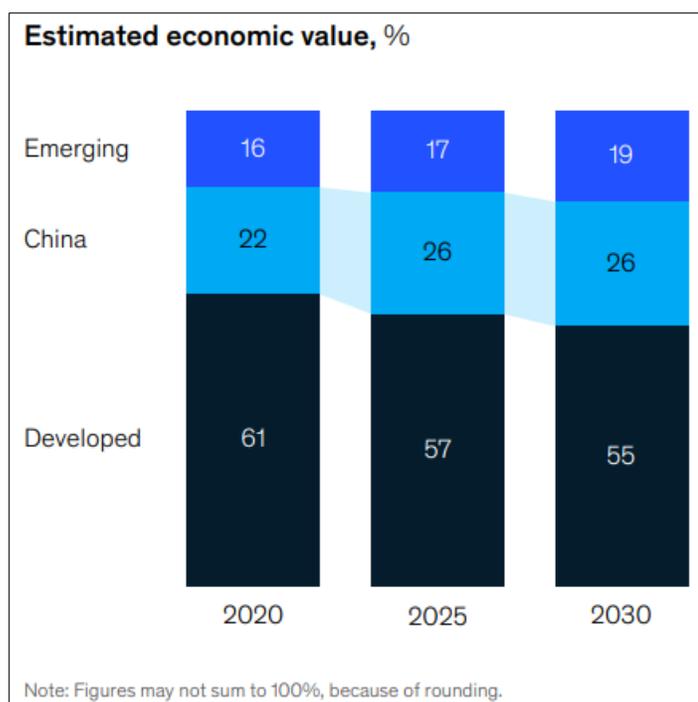
Em relação ao impacto global para a economia, análise publicada em 2015 pela consultoria *McKinsey Global Institute – The Internet of Things: Mapping the value beyond the hype* – estimou que, nos dez anos seguintes, a Internet das Coisas deveria gerar receitas entre US\$ 3,9 trilhões e US\$ 11,1 trilhões, o que seria equivalente a até 11% do PIB mundial no ano de 2025 (MANYIKA, 2015).

Já o novo relatório elaborado pela *McKinsey* em 2021 – *The Internet of Things: Catching up to an accelerating opportunity* – revelou que o mercado de IoT cresceu consideravelmente, mas não tão rápido quanto se esperava em 2015. As expectativas para o ano de 2025 foram ajustadas para US\$ 2,8 a US\$ 6,3 trilhões. A empresa aponta que a pandemia causada pela disseminação da COVID-19 e suas consequências para a economia foram algumas das razões para a redução do impacto inicialmente calculado. Outras dificuldades foram relacionadas à interoperabilidade, gerenciamento de mudanças, custos, talentos e cibersegurança, principalmente nas empresas (CHUI; COLLIN; PATEL, 2021).

Para a próxima década, as projeções apontam que o potencial valor econômico global da Internet das Coisas poderá variar entre US\$ 5,5 a US\$ 12,6 trilhões em 2030. Este potencial econômico, no entanto, não será distribuído igualmente pelo globo. Nas expectativas para 2030, espera-se que 55% do valor econômico total da IoT se concentre nos países desenvolvidos e 26% somente na China. O país vem se tornando uma força global em Internet das Coisas, não apenas como um centro de fabricação e fornecedor de tecnologia, mas também como um mercado final para criação de valor (CHUI; COLLIN; PATEL, 2021).

A projeção para a China é superior ao valor econômico da IoT que se espera da soma de todos os demais países emergentes (grupo em se inclui o Brasil) – apenas 19% do total.

Figura 2 - Divisão percentual do valor econômico estimado para a IoT



Fonte: Chui, Collin e Patel (2021)

Com forte apoio do governo e de grandes empresas nacionais de tecnologia, a China acelerou seu progresso na IoT, principalmente em termos de escala de fabricação e velocidade de adoção. Segundo a McKinsey, é provável que isso continue, dada a velocidade do país na implantação do 5G. Estima-se que a China tenha atualmente cerca de 31% da base instalada de dispositivos IoT, o triplo da participação dos países emergentes (CHUI; COLLIN; PATEL, 2021).

As assimetrias em relação à projeção de distribuição geográfica do impacto econômico da Internet das Coisas também são marcantes em setores específicos. É o caso do valor da aplicação da IoT no gerenciamento de operações da manufatura, que decorre em grande parte dos sensores e do fluxo de dados que tornam os processos mais eficientes. Neste campo, espera-se cerca de US\$ 0,5 a US\$ 1,3 trilhão¹⁸ em potencial econômico até 2030, sendo que 47% desse valor é atribuído à China, e o restante é dividido entre mercados desenvolvidos e emergentes em 39% e 15%, respectivamente. A previsão é de que os países emergentes continuem atrasados em decorrência da

¹⁸ O valor do potencial econômico estimado para as aplicações da IoT em manufatura no ano de 2030 é de US\$ 1 trilhão a US\$ 2,3 trilhões. Este valor total se divide entre o gerenciamento de operações de manufatura (US\$ 460 bilhões a US\$ 1,3 trilhões) e manutenção preditiva (US\$ 260 bilhões a US\$ 460 bilhões) CHUI; COLLIN; PATEL, 2021, p.

fabricação de bens de baixo custo e de menos investimento na automação das linhas de produção, tendo em vista custos relativamente baixos da mão de obra (CHUI; COLLIN; PATEL, 2021).

Observa-se, então, que a maior parte do valor econômico da IoT se concentrará na China e nos países desenvolvidos. Essa tendência é relacionada às estratégias que vêm sendo planejadas e executadas pelo Estado, bem como a grandes investimentos em ciência, tecnologia e inovação, a fim de recuperar, manter ou alcançar posições de liderança na nova corrida tecnológica em curso (FURTADO, 2017). Afinal, “quem domina a tecnologia mais avançada também domina o mundo” (MOROZOV, 2018, p. 11).

Dados da empresa de pesquisa de mercado global International Data Corporation apontam que os gastos da China com Internet das Coisas devem chegar a cerca de US\$ 300 bilhões até 2024. Os investimentos do país corresponderão a 26,7% dos gastos globais no setor, seguido pelos Estados Unidos com 23,8% e Europa Ocidental com 23,4% (INDUSTRIA 4.0, 2021).

Cunningham e Whalley (2020) afirmam que, tendo em vista o vasto potencial econômico da IoT, os governos nacionais buscarão posicionar seus países de forma que desempenham um papel fundamental no ecossistema da IoT e que, por meio desse posicionamento, um país obterá o controle do ecossistema em detrimento de outros.

No Brasil, o governo federal considera que a incorporação de novas soluções tecnológicas em Internet das Coisas é uma oportunidade para o aumento da competitividade nacional e para o fortalecimento das cadeias produtivas, tendo em vista que, nas últimas décadas, o país vem perdendo a sua capacidade de gerar produtos com maior valor agregado quando comparado à outras economias em desenvolvimento. No documento base da Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (BRASIL, 2018), destaca-se que:

Além das transformações sociais em curso, é esperado que as aplicações de IoT e as tecnologias digitais promovam ganhos de produtividade e competitividade das nações. Isso ganha ainda maior importância para o Brasil, dado que nas últimas décadas o país vem perdendo sua capacidade de agregação de valor da produção industrial em comparação às demais economias em desenvolvimento. Estimativas da Unido [*United Nations Industrial Development Organization*] mostram que essa participação passou de 12,2% para 4,4%, entre 1990 e 2014, enquanto a participação da China, por exemplo, subiu de 15,8% para 51,3% no mesmo período. Além disso, o Brasil vem perdendo posições no ranking de competitividade industrial para países emergentes. Entre 2010 e 2013, o Brasil passou do 33º para o 35º lugar. Por sua vez, a China passou do 8º para o 5º lugar no mesmo período (BRASIL, 2018, p. 67).

De 1980 a 2020, o Brasil perdeu mais de 50% de participação relativa na indústria de transformação mundial (VIEIRA; OURIQUES; AREND, 2020). O peso desse setor no PIB caiu

de 11,79% em 2019 para 11,3% em 2020. Trata-se do menor percentual desde 1947, ano em que se inicia a série histórica calculada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em seu melhor momento, o peso do setor manufatureiro chegou a 24,5% do PIB nacional em 1985 (ALVARENGA, 2021).

Na balança comercial brasileira, a indústria de transformação vem aprofundando o seu déficit sistemático, que ocorre desde o ano 2008, segundo dados do Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI). O saldo passou de US\$ 32,1 bilhões em 2020 para US\$ 53,5 bilhões em 2021. O aumento do déficit industrial em 2021 deveu-se, sobretudo, a um avanço mais intenso das compras externas do que das vendas ao restante do mundo. O pior resultado se refere à indústria de transformação de alta intensidade tecnologia (IEDI, 2022).

O economista da IEDI, Rafael Cagnin, ressalta que 72,4% das exportações da indústria de transformação são de bens de baixa e média-baixa intensidade tecnológica e menos de 30% são de alta e média-alta tecnologia. Nas importações, por outro lado, acontece o inverso, 71,6% são bens da indústria de média-alta e alta tecnologia e o restante é de média-baixa e baixa tecnologia. Segundo o economista, esse padrão reflete defasagens em tecnologia e inovação que se acentuaram nos últimos anos e que podem se acentuar ainda mais, em especial, diante da maior competitividade gerada pela digitalização e pela redefinição dos padrões tecnológicos (WATANEBE, 2022).

Diante desse cenário, a promoção da Internet das Coisas poderá ter papel significativo para o incremento tecnológico e produtivo da matriz econômica brasileira, a fim de diminuir e evitar o aprofundamento da distância que separa o país dos centros internacionais mais avançados e de promover o desenvolvimento nacional.

De acordo com o estudo “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil”, apresentado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)¹⁹, estima-se que o impacto econômico da IoT para o Brasil pode variar em torno de US\$ 50 a 200 bilhões por ano até 2025²⁰, representando cerca de 10% do PIB brasileiro. A projeção esperada para a indústria é de US\$ 11 a US\$ 45 milhões no mesmo período (BNDES, 2018b).

¹⁹ No final do ano de 2016, o MCTIC firmou acordo de cooperação com o BNDES, com vistas à realização de um estudo para o diagnóstico e a proposição de plano de ação estratégica em IoT, intitulado *Estudo Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil*. Para a condução do estudo, no início de 2017, foi contratado pelo BNDES um consórcio de instituições formado pela consultoria McKinsey, pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD) e pelo escritório Pereira Neto & Macedo Advogados.

²⁰ O valor “corresponde ao ganho econômico anual em dólares de 2015 a 2025, incluindo ganhos econômicos diretos (PIB) e indiretos (excedente do consumidor)” (BNDES, 2018b, p. 20)

Ocorre que o aproveitamento pelo Estado brasileiro do valor econômico que pode ser gerado pela IoT não está garantido e perpassa por planejamento, políticas públicas e investimentos significativos em ciência, tecnologia e inovação e em infraestrutura de rede e conectividade adequadas a esse novo ecossistema de digitalização e hiperconectividade, a fim de que não seja potencializada a dependência do país em relação às tecnologias estrangeiras.

Além disso, é importante que os potenciais benefícios da tecnologia possam ser distribuídos de forma homogênea pela sociedade, para que não sejam reforçadas as desigualdades sociais já presentes no território nacional.

1.4 Potencial impacto social da Internet das Coisas

Do ponto de vista social, a Internet das Coisas tem o potencial de trazer inegáveis benefícios para a sociedade, que vão desde mais cuidado com a saúde, menos consumo de energia e ambientes públicos e privados mais seguros, sustentáveis e acessíveis. Inclusive, como se encontra em estágios iniciais de desenvolvimento, acredita-se que a IoT pode trazer benefícios que ainda não foram previstos. Através de um mapeamento de notícias sobre o tema, Singer identificou alguns dos principais benefícios relacionados à tecnologia pela imprensa:

Segurança, produtividade, melhor gerenciamento dos dados, conforto, tecnologias flexíveis e customizáveis, melhoria da vida urbana, melhoria nos transportes, informações em tempo real sobre todos os aspectos de um processo/produto/cidade/casa ou pessoa, diminuição da emissão de gás carbônico, melhoria na rede de distribuição elétrica (menos desperdício, menos ‘apagões’), economia de água e recursos não-renováveis, abertura de novas possibilidades artísticas, facilidade na recuperação de dados, novas formas de entretenimento, tecnologia no cuidado de crianças, animais, plantas, idosos e qualquer tipo de pessoa que precisa de auxílio. (SINGER, 2013, p. 70)

Destaca-se que a Internet das Coisas aparece no noticiário majoritariamente a partir de uma perspectiva mítica, um fenômeno detentor de atributos capazes de revolucionar múltiplas dimensões da vida humana (LEMOS; MARQUES; BITENCOURT, 2019). No entanto, há evidências de que os benefícios da IoT não estejam igualmente disponíveis para todos, de forma que diferenças no acesso à tecnologia podem ampliar as desigualdades sociais e econômicas existentes, ao invés de eliminá-las (VAN DEURSEN et al., 2021).

Com a transição do capital humano para o mundo *online*, estudo aponta que quanto maior o nível de educação e renda, mais vantagens podem ser extraídas da IoT. Assim, a tecnologia tende

a oferecer mais oportunidades para aqueles de *status* econômico mais alto, devido a distribuição desigual de infraestrutura, de recursos e de habilidades digitais (PARK; HUMPHRY, 2019).

Van Deursen *et al.* (2021) ressaltam que, embora a mídia popular enfatize particularmente as promessas tecno-utópicas da IoT, a capacidade de perceber os benefícios potenciais da tecnologia depende em parte do conhecimento, das habilidades e do uso informados dos indivíduos. Diante da variedade e da quantidade de conexões decorrentes da interação do mundo *online* com o mundo *offline*, a Internet das Coisas é mais complexa e abstrata do que as tecnologias de informação e comunicação anteriores. Em comparação com as ondas passadas de uso da internet, vários recursos apresentam novos desafios para os usuários, como o aumento da quantidade de dados pessoais e ambientais extraídos, decisões sendo tomadas de forma automática e desconhecida, menos visibilidade e mais ambiguidade e riscos de segurança e privacidade ampliados.

Os pesquisadores realizaram uma investigação empírica das desigualdades no acesso à IoT na Holanda e chegaram à conclusão de que, mesmo em um país com taxas altíssimas de conexão à internet (98% em 2019), as pessoas com maior renda e educação serão as primeiras a desenvolverem habilidades necessárias e engajamento no uso diversificado de dispositivos IoT, sendo, então, as mais propensas a se beneficiarem da tecnologia. “Aqueles que já estão em posições mais privilegiadas são os primeiros a fortalecer ainda mais seus recursos usando a IoT ou, em outras palavras, melhorar sua saúde, condições de vida em casa e segurança” (VAN DEURSEN *et al.*, 2021, p. 15).

Considerando os holandeses que já tem acesso à IoT, a investigação revelou ainda que, como a tecnologia tem um número crescente de aplicações valiosas, o uso de dispositivos pode ser acompanhado por dificuldades e desigualdades cada vez maiores, apresentando uma parcela significativa de usuários que não consegue tirar proveito dos recursos à sua disposição e, conseqüentemente, tem menos poder de decisão e autonomia quanto aos dados extraídos e ao valor gerado por esse ecossistema (VAN DEURSEN *et al.*, 2021).

Quando se observa que a utilização da Internet das Coisas pode provocar desigualdades entre cidadãos de países desenvolvidos como a Holanda, é possível imaginar, ainda que intuitivamente, que essas desigualdades tendem a ser muito mais preocupantes em países subdesenvolvidos como o Brasil.

Malaquias e Albertin (2019) ressaltam que a baixa taxa generalizada de conexão à internet, as desigualdades no acesso à eletricidade, o analfabetismo adulto e a baixa disponibilidade de servidores seguros de internet representam importantes desafios a serem enfrentados para a difusão e o aproveitamento da Internet das Coisas na América Latina, a fim que a IoT possa contribuir para o desenvolvimento da região.

No Brasil, a última pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros – TIC Domicílios 2020²¹, publicada pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil – CGI.Br, indica que o percentual de domicílios com algum tipo de acesso à internet no país subiu de 71% para 83%, de 2019 para 2020. Em uma perspectiva histórica mais ampla, a proporção de domicílios conectados em 2020 ultrapassou o triplo do número observado no final da década anterior (27% em 2010). O percentual de pessoas acima de 10 anos conectadas à rede também aumentou de 74% em 2019 para 81% em 2020 (CGI, 2021).

A pesquisa realizada pelo CGI.br se deparou com um cenário influenciado pelos impactos da pandemia da COVID-19, indicando que a migração de atividades presenciais para o ambiente digital, como consequência das medidas de distanciamento social, levou a um aumento da demanda por internet nos domicílios, assim como a um incremento da proporção de usuários conectados e das atividades realizadas *online* no período.

No entanto, o CGI.br destaca que esse aumento ocorreu em meio à manutenção de desigualdades históricas já conhecidas no Brasil e de disparidades que atingiram as pessoas sem acesso ou com acesso precário à rede de maneira mais crítica. “Os dados revelam a persistência de desigualdades digitais que afetam a apropriação das TIC e das oportunidades decorrentes de sua adoção por diferentes parcelas da população” (CGI, 2021). Isso sem mencionar que mais de 35 milhões de pessoas acima de 10 anos continuaram sem conexão em 2020.

Enquanto o acesso é quase universalizado entre os mais ricos e de alta escolaridade, os mais pobres ou menos escolarizados enfrentam dificuldades tanto para ter conexão em casa quanto para adquirir dispositivos para se conectar à Internet. Paralelamente, à medida que as proporções de indivíduos e domicílios sem acesso à rede diminuem, é preciso voltar

²¹ Em razão da pandemia da COVID 19, a metodologia da pesquisa TIC Domicílios foi adaptada. Nesse sentido, o CGI.br explica que: “a coleta dos dados foi realizada por meio de entrevistas telefônicas e complementada por entrevistas face a face entre outubro de 2020 e maio de 2021. Os resultados da pesquisa, incluindo as tabelas de proporções, totais e margens de erro da pesquisa, estão disponíveis em <https://cetic.br>. O “Relatório Metodológico” pode ser consultado tanto na publicação como no website. Ainda que os indicadores estejam alinhados aos divulgados nas edições anteriores da pesquisa, as comparações devem ser realizadas com cautela, dado que as margens de erro da edição atual são maiores e houve mudança no método de coleta” (CGI, 2021, p. 30).

a atenção às diferenças de qualidade desse acesso e de apropriação das TIC pelos indivíduos (CGI, 2021, p. 3).

De acordo com a pesquisa, 12 milhões de lares ainda estavam sem acesso à rede em 2020, dentre os quais nove milhões (75%) faziam parte das classes DE. O custo da conexão e a falta de habilidade dos moradores foram indicados como as principais barreiras para o acesso à internet em domicílios com renda familiar abaixo de cinco salários-mínimos.

As classes mais altas, com maior escolaridade e localizadas nas áreas urbanas apresentam maiores proporções de usuários e de aproveitamento das atividades da internet. Na área de educação, cresceu a realização de cursos à distância, mas essa atividade foi mais realizada entre os usuários das áreas urbanas (22%), que possuíam o ensino superior (48%) ou entre aqueles das classes a (46%) e b (38%), ao passo que foi menos frequente na área rural (12%), entre aqueles que possuíam até o ensino médio (17%) e fundamental (8%), ou aos que pertenciam às classes C (18%) e DE (9%).

Também foi identificado um aumento na proporção dos usuários que utilizaram algum tipo de serviço público pela internet (de 28% para 37%). Porém, a utilização desses serviços preponderou entre pessoas da classe A (63%) e com ensino superior (68%). O percentual de utilização dessa atividade por usuários na área urbana foi mais de duas vezes maior na área urbana (39%) do que na área rural (16%).

Já a utilização da internet para atividades de trabalho, foi reportada por 38% dos usuários conectados, sendo mais recorrente entre pessoas da classe A (72%) ou com ensino superior (66%), do que entre aquelas das classes C (36%) ou DE (21%), ou que estudaram até o ensino fundamental (22%) ou médio (35%)²² (CGI, 2021).

Analisando os dados apresentados na pesquisa TIC Domicílios 2020, é possível perceber, no contexto brasileiro, a existência de uma relação direta entre classe social e escolaridade com o acesso à internet e seu aproveitamento. Muito embora tenha crescido o percentual de domicílios conectados, ainda continua bastante significativo o número de pessoas sem acesso à rede, sobretudo entre aquelas das classes mais baixas e de pouca escolaridade.

²² O resultado está alinhado aos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD COVID19, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que mostrou que, em novembro de 2020, a incidência do trabalho remoto era maior entre pessoas com Ensino Superior completo ou Pós-graduação do que entre os demais segmentos da população (IBGE, 2020; GÓES, MARTINS, E NASCIMENTO, 2021).

Além disso, nesses segmentos mais vulneráveis da sociedade, uma quantidade expressiva de pessoas, mesmo que conectadas, têm acesso mais restrito às possibilidades oferecidas pela internet e à conexão de qualidade. Por exemplo, a maior parte dos usuários de internet de classe e grau de instrução mais baixos apenas tem acesso à rede por meio de telefones celulares. Entretanto, nas classes altas e com maior escolaridade, a maior parte das pessoas tem acesso à múltiplos dispositivos e tipos de conexão. Nesse caso, a desigualdade digital deixa de ser uma questão meramente de ter ou não acesso à rede e se desloca para a qualidade desse acesso, “que envolve aspectos como a frequência de uso da internet, com dispositivos adequados, por meio de uma conexão de velocidade apropriada e com volume de dados suficiente” (CGI, 2021).

As dificuldades sociais relacionadas à falta, à qualidade e às diferenças de conexão no Brasil devem ser levadas em consideração ao se discutir o impacto social da Internet das Coisas. Isso porque quando novas tecnologias são introduzidas em sistemas existentes, maior a probabilidade de ser replicada ou reforçada a exclusão dos grupos mais vulneráveis²³. Dessa forma, como a IoT é uma nova fase de avanço da internet, as desigualdades apontadas tendem a ser reproduzidas e até aprofundadas, uma vez que o novo ecossistema demanda ainda mais infraestrutura, recursos, conhecimentos e habilidades.

Assim, embora a Internet das Coisas seja apresentada, muitas vezes, como uma tecnologia universalmente disponível para todos, “é mais provável – como acontece com a maioria dos serviços tecnológicos – ser distribuída de forma desigual de maneiras que seguem e reforçam as lacunas digitais existentes” (DUTTON, 2014, p. 11).

A IoT tem o potencial transformador de maneiras que ainda não foram imaginadas. No entanto, o desenvolvimento da tecnologia vem com desafios e implicações que afetam a sociedade. A sua disseminação, portanto, não é sinônimo incontestável de progresso, e problemas estruturais da sociedade, como a desigualdade, não irão desaparecer automaticamente apenas porque mais pessoas estão conectadas ou têm acesso a bens tecnológicos.

Evgeny Morozov ressalta que acesso às mesmas tecnologias não conduz inexoravelmente à redução das desigualdades se as oportunidades a partir delas não estão disponíveis da mesma forma para todos.

²³ A exclusão digital refere-se à situação em que as pessoas não podem participar da sociedade devido à falta de acesso ou incapacidade de usar as tecnologias digitais (PARK; HUMPHRY, 2019).

Qualquer análise decente de automação mostra que as divisões de classe simplesmente não desaparecem porque todos têm acesso às mesmas tecnologias automatizadas; automação de baixa qualidade para os pobres, tecnologia sob medida para os ricos – este, sim, parece ser um futuro mais plausível (MOROZOV, 2018, p. 165).

Uma das grandes questões que se manifestam no desenvolvimento da Internet das Coisas diz respeito justamente à homogeneização de seus benefícios, a fim de que esta não contribua para maiores níveis de marginalização digital ou para a criação de novas divisões na sociedade. Apesar do aumento da quantidade de brasileiros que se conectaram ao mundo digital, há ainda um longo caminho a ser percorrido para que os proveitos desse novo ecossistema estejam, de fato, acessíveis e úteis a todas as camadas da população. Este desafio não pode ser desconsiderado na discussão sobre o IoT no Brasil.

1.5 Internet das Coisas, extrativismo de dados e plataformas digitais

Os desafios econômicos e sociais se tornam ainda mais complexos quando a Internet das Coisas passa a ser compreendida também como uma tendência à expansão de uma nova lógica acumulatória baseada, essencialmente, na extração massiva de dados. Segundo Evgeny Morozov, “a capacidade de mensurar todas as nossas atividades remotamente têm descortinado novos caminhos para a especulação” (MOROZOV, 2018, p. 67), bem como para a concentração de renda nas mãos de um pequeno grupo de empresas de tecnologia, cujo a supressão da privacidade e o controle de dados está no centro de suas atividades.

Esse modelo, que busca converter todos os aspectos da vida cotidiana em ativo rentável e cujos dados são a sua principal matéria prima, é chamado por Morozov de “capitalismo dadocêntrico” (MOROZOV, 2018). Shoshana Zuboff, por sua vez, denomina-o de “capitalismo de vigilância” (ZUBOFF, 2020) e Nick Srnicek, de “capitalismo de plataforma” (SRNICEK, 2017)²⁴. Esses três autores, a partir de suas visões particulares, desenvolvem críticas não ao

²⁴ No presente trabalho, *capitalismo dadocêntrico*, *capitalismo de vigilância* e *capitalismo de plataforma* são termos empregados de forma intercambiável para se referir a lógica de acumulação de capital e distribuição de excedente cuja principal matéria prima são os dados e cujas plataformas digitais são as principais beneficiadas pelo potencial econômico extraído por esses dados. Não obstante a identidade da lógica acumulatória descrita por esses conceitos, é importante esclarecer que as abordagens desenvolvidas particularmente por cada um de seus autores revelam diferenças nas visões apresentadas sobre o fenômeno. Sendo assim, não é possível afirmar que os referidos termos seriam exatamente sinônimos.

desenvolvimento da Internet das Coisas, *per se*, mas à direção que a tecnologia pode tomar a favor, sobretudo, dos interesses das grandes plataformas digitais.

A ampliação da capacidade de extração de dados através da IoT decorre dos esforços para conectar tudo quanto possível e da proliferação de um número sem precedente de dispositivos inteligentes. Sensores menores, mais leves e mais baratos estão sendo instalados em casas, roupas e acessórios, cidades, redes de transportes e energia, processos de fabricação, saúde, agricultura e pecuária, entre várias outras possibilidades, com capacidade de processar informações e decifrar comportamentos antes inobserváveis.

Quando o mundo *offline* passa a ser integrado ao mundo *online*, dados podem ser coletados a toda hora e em qualquer lugar sem que esse movimento, muitas vezes, sequer consiga ser percebido pelos usuários e suas consequências conhecidas e mensuradas. Esse cenário é uma representação do que havia previsto Mark Weiser sobre processos computacionais automatizados ubíquos que “se entrelaçam na vida cotidiana até se tornarem indistinguíveis dela” (WEISER, 1991, p. 1).

Morozov explica que a premissa básica do extrativismo de dados²⁵ é que os usuários são estoques de informações valiosas, e as empresas de tecnologia concebem formas de fazê-los abdicar de seus dados ou, pelo menos, de compartilhá-los voluntariamente. Para as empresas, dados em maior quantidade e melhor qualidade são essenciais para viabilizar modelos de negócios baseados em publicidade ou desenvolver formas de avançadas de inteligência artificial a partir do aprendizado profundo (*deep learning*) (MOROZOV, 2018). Assim, a disseminação de uma infinidade de dispositivos IoT em diferentes esferas é sustentada por interesses em maior número e diversidade de dados.

Para Shoshana Zuboff, a nova lógica de acumulação de dados vai além de ganhos com publicidade direcionada e do aprendizado de máquina, sendo capaz de prever e até de moldar comportamentos humanos em busca dos resultados comerciais desejados (ZUBOFF, 2020).

A professora emérita da *Harvard Business School* explica que, através de um ecossistema computacional cada vez mais ubíquo composto de dispositivos, coisas e espaços conectados em rede, é possível que a experiência humana seja traduzida, com maior intensidade e profundidade, em dados comportamentais. Embora alguns desses dados sejam aplicados para o aprimoramento

²⁵ O termo extrativismo de dados é utilizado em um paralelo direto com extrativismo de recursos naturais que mantém as atividades de empresas de energia e dos produtores de *commodities* em todo o mundo (MOROZOV, 2018, p. 153)

de produtos e serviços, o restante é entendido como *superávit comportamental* e transformado em *produtos de predição*, “que antecipam o que um indivíduo faria agora, daqui a pouco e mais tarde” (ZUBOFF, 2020, p. 20). Esses produtos são comercializados no chamado *mercado de comportamentos futuros*, cuja meta é trocar incertezas por predições comparáveis a resultados garantidos do comportamento da vida real, que conduzem, então, ao êxito comercial esperado. Dentro dessa lógica, a extração dos dados começa *online*, mas o imperativo da predição impulsiona a atividade rumo a mais fontes de dados no mundo real, notadamente por meio do desenvolvimento da IoT.²⁶

Em reforço à sua teoria, Zuboff observa que esse cenário fica claro nas palavras do diretor de pesquisa da empresa de consultoria Gartner, quando este afirma que “dominar a ‘internet das coisas’ servirá como facilitador-chave na transformação de modelos de negócio de ‘níveis performance garantidos’ para ‘resultados garantidos’” (ZUBOFF, 2020, p. 247).

Ocorre que essa dinâmica lucrativa é complexa e opaca, desenrolando-se sem que muitas pessoas ou mesmo governos tenham pleno conhecimento do que ela significa. Zuboff ressalta que grandes corporações digitais, como o Google, dominam a acumulação e o processamento de uma imensurável quantidade de dados, mas, por outro lado, os indivíduos não conhecem exatamente como essas empresas operam, o que sabem sobre eles e qual o valor de seus dados.

²⁶ A expansão da dinâmica lucrativa baseada em produtos preditivos do mundo online para o mundo offline, fortemente relacionado ao desenvolvimento e disseminação da Internet das Coisas é, de forma resumida, explicada por Zuboff no trecho a seguir. “A primeira onda de produtos preditivos foi impulsionada pelo excedente extraído em larga escala na internet para produzir anúncios on-line ‘relevantes’. A etapa seguinte ocupou-se da qualidade das previsões. Na corrida pela máxima certeza, ficou claro que as melhores previsões deveriam estar o mais perto possível da observação. Ao imperativo da extração somou-se uma segunda exigência econômica: o imperativo da previsão. Este se manifesta primeiramente por economias de escopo. O excedente comportamental deve ser não apenas abundante, mas também variado. Obter essa variedade significa estender as operações de extração do mundo virtual para o mundo real, aquele onde vivemos nossa vida de verdade. Os capitalistas da vigilância entenderam que sua riqueza futura incluía desenvolver novas cadeias de suprimento nas estradas, nas árvores, através das cidades. Eles tentariam acessar seu sistema sanguíneo, sua cama, suas conversas matinais, seus trajetos, suas caminhadas, sua geladeira, seu estacionamento, sua sala. Uma segunda dimensão, ainda mais ousada que a variedade, passaria a caracterizar a coleta de dados: o aprofundamento. Para obter previsões comportamentais muito precisas, portanto muito lucrativas, era necessário investigar nossas particularidades mais íntimas. Essas operações de aprovisionamento visam nossa personalidade, nosso humor, nossas emoções, nossas mentiras e nossas fragilidades. Todos os níveis de nossa vida pessoal seriam automaticamente capturados e compactados em um fluxo de dados destinado às linhas de montagem que produzem a certeza. Realizado sob o disfarce da ‘personalização’, grande parte desse trabalho consiste em uma extração intrusiva dos aspectos mais íntimos de nosso cotidiano. Da garrafa de vodka ‘inteligente’ ao termômetro retal conectado, proliferam produtos concebidos para interpretar, rastrear, registrar e transmitir dados comportamentais. O Sleep Number, que fornece ‘camas inteligentes com tecnologia de rastreamento do sono’, também coleta ‘dados biométricos e dados relacionados à maneira como você, uma criança ou qualquer outra pessoa utilizam a cama, incluindo os movimentos de quem dorme, suas posições, respiração e ritmo cardíaco durante o sono’. E também grava todos os sons emitidos no quarto (ZUBOFF, 2019).

Essa divisão do aprendizado – “eles sabem mais sobre nós do que nós mesmos ou do que sabemos sobre eles” (NAUGHTON, 2019, p. 2) – implica em assimetrias de conhecimento e de poder econômico e social sem precedentes, favorecendo o grupo que detém as informações em detrimento daqueles a partir dos quais essas informações são extraídas.

A imensa capacidade de concentração de informações por essas empresas, as quais Nick Srnicek prefere se referir como plataformas (SRNICEK, 2017), decorre da própria lógica da coleta de dados. Quanto mais atividades uma empresa tem acesso, mais dados ela pode extrair, mais valor pode obter através desses dados e, conseqüentemente, a mais novas e variadas informações ela terá alcance. Novos produtos e serviços desenvolvidos a partir de dados, por sua vez, geram ainda mais dados, o que acentua o poder de mercado dos gigantes digitais. Da mesma forma, o acesso a uma infinidade de dados em diferentes setores torna a previsão mais útil, impulsionando a expansão da coleta e a centralização da análise por meio dessas plataformas.

Retornando ao contexto da ascensão das grandes plataformas digitais, Nick Srnicek explica que, diante de um longo declínio da manufatura, o capitalismo voltou-se para os dados como uma forma de manter o crescimento econômico e a vitalidade, e as plataformas surgiram como um novo modelo de negócio mais e eficiente, capaz de extrair, analisar, usar e controlar quantidades cada vez maiores de dados (SRNICEK, 2017).

O autor defende que essa conjuntura tem suas origens em tendências de longo prazo e movimentos cíclicos do capitalismo, na busca constante por “novos caminhos para o lucro, novos mercados, novas mercadorias e novos meios de exploração” (SRNICEK, 2017, p. 9). De forma bastante resumida, três momentos da história recente são particularmente relevantes para a compreensão do cenário atual: a recessão dos anos de 1970, que pressionou a redução de salários e a precarização das relações de trabalho com a queda da lucratividade da produção industrial; o crescimento e o colapso das empresas “ponto com” na década de 1990 até início dos anos 2000, que preparou as bases da infraestrutura digital e contribuiu para a globalização, terceirização de serviços e financeirização da economia; e a crise de 2008, com a redução das taxas de juros, as políticas de austeridade, o aumento do desemprego e a busca do capital financeiro por ativos mais lucrativos, o que levou a grandes investimentos em empresas de tecnologia no formato de plataformas e em suas operações sobre mercados desregulamentados.²⁷

²⁷ Em conclusão à explanação mais detalhada de cada um desses períodos, Nick Srnicek afirma que: “*The conjuncture today is therefore a product of long-term trends and cyclical movements. We continue to live in a capitalist society*”

Em seu nível mais básico, as plataformas podem ser compreendidas como infraestruturas digitais que permitem a interação de dois ou mais grupos, posicionando-se como intermediários que reúnem diferentes usuários: clientes, anunciantes, prestadores de serviços, produtores, fornecedores e até objetos físicos. Esse modelo se expandiu por toda a economia à medida que várias companhias incorporaram o formato, como é o caso de grandes empresas de tecnologia (Google, Facebook, Amazon), *startups* dinâmicas (Uber, Airbnb), líderes industriais (GE, Siemens) e empresas agrícolas.

Hoje, “o capitalismo das economias de alta e média renda é cada vez mais dominados por esse tipo empresa” (SRNICEK, 2017, p. 11) que tendem à concentração de mercados e à formação de monopólios digitais. Essa tendência é explicada a partir, especialmente, de duas características das plataformas: 1) os efeitos de rede, que significa que quanto mais numerosos os usuários que usam uma plataforma, mais valiosa essa plataforma se torna para todos os outros, até atingir um ponto que faz mais sentido para um novo usuário simplesmente entrar na maior plataforma existente; e 2) os subsídios cruzados, por meio dos quais as plataformas, a fim de atrair mais usuários, reduzem os preços de um certo tipo de serviço ou bem ou fornece-os gratuitamente, mas aumentam a sua lucratividade através da venda de outros produtos.

Os referidos padrões podem ser visualizados ilustrativamente no serviço de busca do Google. Quanto mais usuários acessando esse serviço, melhores são os resultados obtidos (efeitos de rede), e, muito embora, os usuários não sejam cobrados pelas pesquisas, a empresa obtém grandes lucros por meio de publicidades direcionadas (subsídios cruzados).

Além disso, a capacidade de extrair, controlar e analisar grande quantidade de dados (*Big Data*) garante vantagens competitivas às plataformas em relação às empresas tradicionais. Quanto mais dados puderem ser acessados e transformados em conhecimento digital, mais a empresa

where competition and profit seeking provide the general parameters of our world. But the 1970s created a major shift within these general conditions, away from secure employment and unwieldy industrial behemoths and towards flexible labour and lean business models. During the 1990s a technological revolution was laid out when finance drove a bubble in the new internet industry that led to massive investment in the built environment. This phenomenon also heralded a turn towards a new model of growth: America was definitively giving up on its manufacturing base and turning towards asset-price Keynesianism as the best viable option. This new model of growth led to the housing bubble of the early twenty-first century and has driven the response to the 2008 crisis. Plagued by global concerns over public debt, governments have turned to monetary policy in order to ease economic conditions. This, combined with increases in corporate savings and with the expansion of tax havens, has let loose a vast glut of cash, which has been seeking out decent rates of investment in a low-interest rate world. Finally, workers have suffered immensely in the wake of the crisis and have been highly vulnerable to exploitative working conditions as a result of their need to earn an income. All this sets the scene for today's economy” (SRNIECK, 2017, p. 23-24).

poderá cortar custos, aumentar a eficiência, satisfazer clientes, melhorar e criar produtos e até prever e moldar comportamentos humanos. Portanto, uma vez que os dados são a principal matéria-prima desse modelo de negócios, é imperativo que sejam coletados em quantidade e variedade cada vez maiores.

É nesse contexto que o Srnicek entende que devem ser assimilados os significativos investimentos feitos por grandes empresas de tecnologia, como Google e Amazon, em Internet das Coisas aplicada a bens de consumo e residenciais, a exemplo do termostato *Nest* do Google, e do alto-falante inteligente *Echo* da Amazon, por meio da qual opera a assistente virtual *Alexa*. Ainda que esses dispositivos possam, de fato, ter algum valor de uso para seus usuários, o campo não foi impulsionado por uma necessidade dos consumidores. “Em vez disso, a IoT do consumidor só é totalmente inteligível como uma extensão orientada por plataforma de gravação de dados em atividades cotidianas” (SRNICEK, 2017, p. 58). O autor afirma, então, que a Internet das Coisas é uma tendência à expansão da extração massiva de dados, reforçando, conseqüentemente, o novo sistema acumulatório em curso e o poder das plataformas.

Não à toa o mercado das casas inteligentes (*smart homes*), por exemplo, está sendo cada vez mais controlado por grandes empresas. Estudo realizado pela International Data Corporation (IDC) – *Worldwide Quarterly Smart Home Device Tracker* (INTERNATIONAL DATA CORPORATION - IDC, 2019) – indicou que os dispositivos domésticos inteligentes atingiram 801,5 milhões de unidades em 2020, prevendo que o número pode ultrapassar 1,4 bilhão em 2025. Segundo a IDC, são a Google e a Amazon que dominam esse setor²⁸. O gerente de pesquisa Jitesh Ubrani afirmou que, embora os mercados desenvolvidos liderem o volume de vendas desses dispositivos, espera-se que os mercados emergentes como Índia e América Latina se tornem rapidamente os próximos campos de batalha dessas empresas (INTERNATIONAL DATA CORPORATION – IDC, 2021).

Na manufatura, as tendências monopolistas também são identificadas por Nick Srnicek. À medida que a indústria 4.0 se desenvolve e as fábricas começam a implementar dispositivos da Internet das Coisas Industriais, um grande desafio é estabelecer um padrão de comunicação, a fim

²⁸ Destaca-se que, em 21 de junho de 2021, o Google e a Amazon foram questionados pelo Comitê Judiciário do Senado dos Estados Unidos a respeito de práticas monopolistas no setor das *smart homes*. Na audiência, senadores americanos alertaram que o controle que as empresas têm sobre o mercado pode prejudicar a concorrência e a privacidade do consumidor e discutiram reformas em leis antitrustes para impor regulamentações mais rígidas (EDGERTON, 2021).

de assegurar a interoperabilidade entre seus componentes. É nesse momento que entram as plataformas industriais, “funcionando como a estrutura central básica para conectar sensores e atuadores, fábricas e fornecedores, produtores e consumidores, *software* e *hardware*” (SIRNICEK, 2017, p. 39).

Estas são as potências em desenvolvimento da indústria, que estão construindo o hardware e o software para executar a Internet industrial em turbinas, poços de petróleo, motores, chão de fábrica, frotas de caminhões e muito mais formulários. Como diz um relatório, com a internet industrial “os grandes vencedores serão os proprietários de plataformas”. Portanto, não é surpresa ver potências de manufatura tradicionais como General Electric (GE) e Siemens, bem como titãs da tecnologia tradicionais como Intel e Microsoft, fazendo um grande esforço para desenvolver plataformas industriais de internet. A Siemens gastou mais de € 4 bilhões para adquirir recursos de fabricação inteligente e construir sua plataforma industrial MindSphere, enquanto a GE vem trabalhando rapidamente para desenvolver sua própria plataforma, a Predix. Até agora, o campo tem sido dominado por essas empresas estabelecidas, em vez de estar sujeito a um influxo de novas *start-ups*. E mesmo as *start-ups* da Internet das Coisas industriais são financiadas principalmente pela velha guarda (quatro dos cinco principais investidores), mantendo o financiamento para o setor forte em 2016, apesar de uma desaceleração geral em outras áreas de *start-ups*. A mudança para plataformas industriais também é uma expressão da competição econômica nacional, pois a Alemanha (uma potência manufatureira tradicional representada pela Siemens) e os Estados Unidos (uma potência tecnológica representada pela GE) são os principais apoiadores dessa mudança. (SIRNICEK, 2017, p. 40)

A Internet das Coisas Industriais, inegavelmente, pode tornar o processo produtivo mais eficiente, agregando grande valor à manufatura, no entanto, Srnicek alerta que os grandes vencedores poderão ser os proprietários das plataformas industriais. Ao funcionarem como intermediárias na coleta, armazenamento e processamento de dados da indústria de transformação, “essas plataformas estão idealmente posicionadas para monitorar muito de como a manufatura global opera, desde o menor atuador até a maior fábrica, e utilizar esses dados para solidificar ainda mais sua posição de monopólio” (SRNICEK, 2017, p. 40).

Por fim, vale ressaltar a crítica feita por Francesca Bria e Evgeny Morozov (2020) a respeito do extrativismo de dados por plataformas no contexto das cidades inteligentes (*smart cities*) e da associação das tecnologias digitais à ideologia do “solucionismo”, que prega que a melhor forma de resolver grandes problemas urbanos, como sistema de transporte, coleta de lixo e criminalidade, seria por meio de maior extração de dados e pelo emprego de mais tecnologia.

Na fusão da Internet das Coisas com o ambiente das cidades, semáforos poderiam diminuir os congestionamentos com base nas informações em tempo real do monitoramento de trânsito; sensores poderiam ser acoplados em bueiros para a detecção dos níveis de chuva e da capacidade

de escoamento; postes de iluminação poderiam ser interconectados e responsivos à presença humana, racionalizados energia; lixeiras poderiam identificar o tipo de material a ser reciclado e programar coletas seletivas; estações de metrô poderiam contar com câmeras para detectar posse de arma e situações de perigo. Os governos poderiam, então, contratar empresas de tecnologias para resolver diferentes questões de forma mais rápida e otimizada, a partir da coleta, análise e processamento de dados urbanos.

Nesse novo modelo de gestão municipal “inteligente”, os dados integram a infraestrutura básica das cidades e cabe às plataformas digitais a exploração, a administração e o controle dessa infraestrutura, em troca de serviços públicos melhores e mais eficientes. Há ainda uma pressão para que seja quantificado o desempenho das cidades, por meio de rankings e pontuações comparativas²⁹, no sentido de impulsioná-las a serem mais inovadoras, confiáveis, competitivas e administráveis (BRIA; MOROZOV, 2020).

A crítica feita ao “solucionismo” não está na ampla incorporação de tecnologias digitais ao cenário urbano, e sim no fato de que decisões antes sujeitas a um controle democrático agora podem ser repassadas às empresas de tecnologia, reduzindo a imaginação institucional, substituindo o debate político e ofuscando problemas estruturais urbanos mais profundos e complexos, tendo em vista a oferta de soluções digitais mais baratas e imediatas. “Por que um governo investiria na reconstrução dos arruinados sistemas de transporte público, tendo a opção de simplesmente usar *Big Data* para criar incentivos personalizados para cada passageiro, a fim de desencorajá-los a fazer viagens em horários de pico?” (MOROZOV, 2020).

Bria e Morozov (2020) relacionam o cenário em que se descortina nos debates sobre cidades inteligentes a décadas de recomendações e políticas neoliberais, que pregam a austeridade, a privatização de serviços públicos, a desregulamentação e a financeirização. Enquanto o neoliberalismo restringe e impulsiona cortes no orçamento público, o solucionismo apresenta

²⁹ “Os índices de endividamento de cidades produzidos por agências de risco como Moody’s ou Standard & Poor’s representam o cerne dessa tendência, marcada pela competição entre cidades por notas mais favoráveis que determinem os encargos financeiros dos empréstimos tomados por elas. Nos dias de hoje, essa função é ainda mais acentuada pelas compilações de vários rankings – voltados à medição de inovação, criatividade ou até mesmo do caráter *smart* propriamente dito – por complexos urbano-filantro-capitalistas emergentes de *think tanks*, fundações e ongs supostamente neutras que determinam as restrições e os parâmetros gerais dentro dos quais as cidades agora competem”. Os autores associam essa pressão para que as cidades quantifiquem o desempenho de várias de suas partes constitutivas à ascendência do neoliberalismo e “sociedade de auditoria” ou de sua “lógica de disciplina”. (BRIA; MOROZOV, 2020, p. 37-40).

alternativas pautadas em privatizações e novas camadas lucrativas de intermediação intensiva de dados públicos³⁰.

Nesse sentido, difíceis questões urbanas são redefinidas de forma estrita e, muitas vezes, dentro dos eixos mais rentáveis para os defensores da “solução”, como se os problemas fossem causados, sobretudo, pela insuficiência de dados. Assim, são abertos novos caminhos para o predomínio do mercado sobre o compromisso político e jurídico-constitucional do Estado para com a sociedade.

Vale ressaltar, no entanto, que os modelos políticos e econômicos sobre os quais funcionam as cidades não são determinados de maneira local, mas em âmbito nacional e global. Nesse sentido, a ideologia neoliberal pode ser relacionada não apenas às cidades inteligentes, mas ao próprio modelo econômico e político de capitalismo baseado em dados e à consequente concentração de poder econômico nas mãos de grandes empresas e nos territórios das potências geopolíticas nos quais elas estão situadas, notadamente nos Estados Unidos e cada vez mais na China (MOROZOV, 2018).

É o que se observa do relatório produzido pela Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento³¹ – *Digital Economy Report 2021* (UNCTDA, 2021), o qual afirma que os Estados Unidos e a China, sozinhos, representam 90% da capitalização de mercado das maiores plataformas do mundo, dominando a concentração de riqueza na economia digital. No relatório, destaca-se ainda a desigualdade no consumo e tratamento de dados, que resulta em cenários onde muitos países em desenvolvimento se tornam meros provedores de informações

³⁰ Morozov cita como exemplo a exploração de dados públicos pelo setor de estacionamento de veículos: “uma série de aplicativos, como o *Haystack* e o *MonkeyParking*, permitiam que, usando apenas os celulares, os motoristas leiloassem vagas públicas de estacionamento para outros motoristas em busca de um lugar para guardar o carro”. As vagas de estacionamento continuam sendo públicas, o que muda de posse é a informação sobre elas estarem ocupadas ou não, e, assim, dados sobre um bem público podem ser convertidos em um lucrativo mercado de informações privadas (MOROZOV, 2018, p. 67). Se esses aplicativos podem ajudar a gerenciar a disponibilidade de vagas de estacionamento, certamente, não é a resposta para um problema estrutural relacionado à falta de espaço urbano suficiente para o tamanho frota de carros existente em uma cidade. De outra maneira, com discussões públicas, interesse político e planejamento urbano, a tecnologia poderia ser utilizada para a reorganização e integração de todo o sistema público de transportes ou mesmo para a drástica redução do número de automóveis nas ruas, conforme se observa a seguir: “se os carros forem conectados e compartilhados, demonstra um estudo realizado para a cidade de Lisboa (ITF/OECD, 2015), pode-se obter praticamente a mesma mobilidade existente na cidade com apenas 10% da frota existente. Potencial enorme de ganho de espaço público, dedicado hoje para estacionamento, e uma redução sem precedentes da necessidade de produção de veículos”. (PEIXOTO, 2019, p. 548).

³¹ Conferência das Nações Unidas para o Comércio e Desenvolvimento ou *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD) é um órgão da Organizações das Nações Unidas (ONU) criado em 1964, que se compromete a apoiar países em desenvolvimento para uma melhor e mais eficiente integração na economia global.

brutas para plataformas, ao mesmo tempo em que precisam pagar pela inteligência digital gerada a partir de seus próprios dados.

Assim, da mesma forma que o capitalismo industrial tinha um padrão específico de exploração que beneficiava os centros do poder em detrimento da periferia³², cenário semelhante parece se descortinar no modelo do capitalismo baseado em dados.

A Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe – CEPAL afirma que as ascensões tecnológicas em curso geram novos produtos e serviços, aumentam a produtividade e incorporam bilhões de usuários à chamada economia digital, mas também tendem a acentuar as diferenças existentes entre países líderes e economias periféricas (CEPAL, 2018).

Ao passo em que a Internet das Coisas se dissemina por diversos setores econômicos e sociais é viabilizada a extração e o fluxo cada vez maior de dados e a sua crescente relevância econômica. Não há dúvidas de que a IoT tem um enorme potencial positivo para o aumento da produtividade, redução dos desperdícios e melhoria da qualidade de vida. Por outro lado, não se pode desconsiderar que a tecnologia também tende a contribuir para a intensificar um padrão acumulatório capaz de exacerbar a concentração de renda, as lacunas sociais e as desigualdades no desenvolvimento econômico entre nações, a depender da trajetória que será seguida.

No presente trabalho, parte-se da premissa de que conhecer toda essa conjuntura política, econômica e social é fundamental para que possam ser verdadeiramente compreendidas as razões pela qual a Internet das Coisas merece a atenção do Estado e do direito econômico, a fim de que sejam pensados e aprimorados instrumentos jurídicos e institucionais adequados para lidar com os novos desafios que se impõe sobre o Brasil, situado na periferia do desenvolvimento tecnológico.

³² A relação do capitalismo industrial com modelos opostos de desenvolvimento do centro e da periferia é baseada na exploração decorrente da deterioração dos termos de troca, conforme é descrito a seguir: “Ligada ao conceito de centro-periferia está a formulação da ideia da deterioração dos termos de troca. Esta deterioração é uma tendência de longo prazo, inerente ao intercâmbio entre os produtos primários mais baratos da periferia com os produtos industrializados mais caros do centro. Com a deterioração dos termos de troca, a periferia perde parte dos frutos de seu próprio progresso técnico, transferindo-os parcialmente para o centro. O impacto negativo da deterioração dos termos de troca no desenvolvimento da periferia revela-se nas flutuações cíclicas da economia mundial: nas fases de expansão, os preços dos produtos primários sobem mais, mas também caem mais nas fases de declínio, perdendo mais na contração do que haviam ganho na expansão. O resultado concreto é a diferenciação dos níveis de renda e de vida entre o centro e a periferia” (BERCOVICI, 2004, P. 155-156).

2 A CONSTITUIÇÃO ECONÔMICA E OS FUNDAMENTOS DA AÇÃO ESTATAL EM INTERNET DAS COISAS

Como visto no capítulo anterior, a Internet das Coisas, uma das principais tendências da revolução tecnológica em curso, tem sido objeto de atenção dos Estados nacionais, especialmente daqueles das economias mais desenvolvidas, diante do grande potencial para o aumento da produtividade industrial e por fornecer a infraestrutura essencial ao processo de digitalização da economia. É possível observar, inclusive, políticas públicas e grandes investimentos no exterior voltados ao controle desse novo ecossistema (BNDES, 2018a).

Para o Brasil, a IoT é uma oportunidade para o aumento da competitividade nacional e para o fortalecimento das cadeias produtivas (BRASIL, 2018), de forma que a sua promoção tem papel significativo para diminuir a defasagem da matriz produtiva nacional e para evitar o aprofundamento da distância que separa o país da fronteira do conhecimento tecnológico.

No entanto, ao lado dos benefícios, existem riscos potencialmente relacionados a esse novo ecossistema, que envolvem não somente questões atinentes à privacidade e à proteção de dados pessoais, mas à concentração de grande poder econômico e social em torno dos países mais avançados e de grandes plataformas. Especialmente para as sociedades periféricas, esses riscos podem implicar no reforço da dependência tecnológica, das desigualdades sociais e das lacunas digitais já existentes.

O aproveitamento dos benefícios e a redução dos riscos da Internet das Coisas no Brasil irão depender da trajetória traçada para a promoção da tecnologia em âmbito nacional, tendo em vista as relações econômicas e sociais nas quais o desenvolvimento tecnológico se inscreve. Para tanto, é preciso afastar a ideia de inevitabilidade tecnológica³³, compreendendo que a tecnologia não é neutra³⁴ e “não é – e nunca deve ser – um fim em si, isolado da economia e da sociedade”. “Numa sociedade capitalista moderna, a tecnologia foi, é e sempre será, uma expressão dos objetivos econômicos que a dirigem para a ação” (ZUBOFF, 2020, p. 27).

³³ A ideia de inevitabilidade tecnológica se refere à disseminação da crença de que só existe um caminho possível, natural, inevitável, irrefreável e inerentemente positivo para o desenvolvimento tecnológico, que, portanto, não deve ser objeto de questionamentos ou sofrer limitações ou interferências.

³⁴ A esse respeito Eduardo Magrani faz a pertinente observação: “Vale ressaltar, neste ponto, a opinião de Sérgio Czajkowski Jr., professor da Universidade Positivo e do UniCuritiba, segundo quem, ‘mesmo sendo inegável que a tecnologia foi vital para uma ‘evolução’ da humanidade, é salutar sempre mencionar que esta não é neutra e que nem todos os avanços tecnológicos redundaram em benefícios para toda a humanidade’”. (MAGRANI, 2018, p. 58).

As tecnologias são sempre meios para a realização de fins econômicos e sociais, podendo assumir muitas formas a depender dos interesses que as trazem à vida. Portanto, não podem ser compreendidas de forma isolada da economia, da sociedade, da política e mesmo do Direito, que condicionam e legitimam a sua direção.

Para Evgeny Morozov (2018), um elemento adicional deve ser levado em consideração para melhor compreensão dos desafios do atual cenário tecnológico: o triunfo da ideologia neoliberal e de suas propostas de dissolução e de substituição do Estado do Bem-Estar social por alternativas mais enxutas, rápidas e cibernéticas, sob um regime de comércio global desregulado. O autor defende que uma análise verdadeiramente emancipatória das tecnologias digitais, direcionada aos anseios reais da sociedade e não apenas aos interesses predominantes dos centros hegemônicos de poder e das plataformas digitais globais, depende de um debate sobre política econômica, desvinculado das amarras e dos propósitos tipicamente neoliberais.

Sob a perspectiva jurídica, no presente capítulo, propõe-se que essa análise emancipatória seja realizada com base no direito econômico, a partir do programa de política econômica prescrito na Constituição Econômica brasileira, no qual o domínio do elemento tecnológico e a inovação tecnológica são fatores determinantes para o desenvolvimento nacional e devem estar voltados, sobretudo, à concretização dos objetivos democráticos da nação.

2.1 Política econômica, direito econômico e a Constituição Econômica

A política econômica é a expressão da atividade do Estado no campo econômico e diz respeito às formas de atuação sobre a organização do mercado a fim de direcionar o seu comportamento de acordo com objetivos politicamente determinados, no sentido de atender às necessidades econômicas da sociedade. O Estado, assim, figura como protagonista da análise, uma vez que é capaz de estabelecer as conexões entre as preferências políticas e as demandas econômicas e sociais.

Para a adequada compreensão da política econômica, deve-se perceber que ela não possui meios nem fins isentos aos interesses e às disputas que a conformam. Nesse sentido, Gilberto Bercovici destaca que é necessário assumir que a economia e a política estão intimamente associadas, que os processos político-econômicos são resultado de uma série de contraposições e

conflitos de interesses e que diferentes grupos sociais e econômicos buscam influir sobre as decisões do Estado (BERCOVICI, 2022).

Na esfera jurídica, a análise da política econômica deve ser realizada por meio do direito econômico, que diz respeito ao conjunto das técnicas jurídicas que lança mão o Estado contemporâneo na realização de sua política econômica (COMPARATO, 1978, p. 465). O direito econômico também pode ser compreendido como a “economia política da forma jurídica” (BERCOVICI; OCTAVIANI, 2014).

Em breve digressão histórica, a economia política e as constituições liberais dos séculos XVIII e XIX preocupavam-se, precipuamente, com a garantia da propriedade e com a manutenção da ordem econômica vigente³⁵. A função do Estado seria, então, assegurar a existência do equilíbrio natural na produção e circulação de riqueza e funcionar, eventualmente, como um redutor de crises (COMPARATO, 1978).

No entanto, a partir das constituições do século XX³⁶, notadamente após o final da Primeira Guerra Mundial, os conflitos econômicos e sociais são incorporados ao texto constitucional, que se tornaram espaço não apenas de reprodução das classes dominantes, mas de disputa político-jurídica. Ao lado dos tradicionais direitos individuais, são positivados os direitos sociais, cuja

³⁵ “A primeira noção de uma economia política coincide com o advento do Estado liberal e corresponde a uma concepção estática da vida econômica, centrada em torno do equilíbrio natural da produção e circulação de riqueza. A própria expressão ‘intervenção na vida econômica’ traz esta concepção de base de uma harmonia natural das coisas no plano econômico, que deve ser respeitada e garantida” (COMPARATO, 1978, p. 463).

³⁶ Bercovici ressalta que embora a primeira constituição deste novo tipo tenha sido a Constituição do México, de 1917, o principal debate se deu em torno da constituição alemã de 1919, a constituição de Weimar, que tem por fundamento a busca de um compromisso em uma estrutura política pluralista. “As posições dos autores em relação à constituição alemã variam muito, indo da defesa de Hermann Heller da utilização da constituição de Weimar, como forma de luta política capaz de iniciar a transição para o socialismo, à crítica feroz de Carl Schmitt ao caráter de compromisso contraditório da constituição alemã. Mas a questão fundamental trazida pelo debate de Weimar é a da instauração de uma democracia de massas, ou seja, de uma democracia que deveria ser entendida na forma e na substância, pois importava na emancipação política completa e na igualdade de direitos, incorporando os trabalhadores ao Estado. Assim, na Alemanha, a igualdade política e o sufrágio universal geraram um parlamento com maioria de partidos que criavam a expectativa de uma transição democrática para o socialismo, ampliando a legislação econômica, o que aumenta a disputa do controle do Estado pelas várias forças econômicas e sociais. A constituição de Weimar, como praticamente todas as constituições democráticas posteriores do século XX (por exemplo, a italiana de 1947, a indiana de 1950, as espanholas de 1931 e 1978, a francesa de 1946, a argentina de 1949, a portuguesa de 1976 e as brasileiras de 1934, 1946 e 1988), incorporou em seu texto os conflitos econômicos e sociais chamando formalmente a atenção sobre estas questões e determinando a necessidade de encontrar soluções constitucionalmente adequadas. Isto é particularmente sensível e perceptível na chamada “constituição econômica”, ou seja, a Constituição política estatal aplicada às relações econômicas. Não por acaso, foi (e é) em torno da constituição econômica que se travaram os grandes embates políticos e ideológicos durante a sua elaboração. Também, não por outro motivo, é na constituição econômica que os críticos costumam encontrar as “contradições”, os “compromissos dilatórios” e as “normas programáticas”, buscando bloquear, na prática, sua efetividade” (BERCOVICI, 2010, p. 562-563).

realização depende de prestações diretas e indiretas do Estado. É nesse momento que se rejeita juridicamente a crença na autorregulação do mercado e se propõe a alteração das estruturas econômicas pré-estabelecidas, ganhando relevância a ideia de “Constituição Econômica”, entendida como um conjunto de normas destinadas a regular aspectos econômicos da sociedade e do Estado (BERCOVICI, 2010).

O que caracteriza a Constituição Econômica não é a sua autonomia em relação à Constituição política do Estado (ou Constituição total)³⁷, nem apenas a disciplina jurídica da intervenção estatal na economia, mas a presença do econômico permeando o texto constitucional e demandando a efetivação de tarefas e de políticas para a concretização de objetivos democráticos.

Logo, a Constituição do Estado é uma unidade à qual, com a incorporação de direitos socioeconômicos, passa a pertencer a Constituição Econômica, jogando luz sobre os problemas reais das estruturas econômicas vigentes, a fim de alterá-las. Com isso, segundo Vital Moreira, é possível uma melhor compreensão das vinculações existentes entre os sistemas econômicos, a ordem jurídica e as relações políticas de poder, além de uma visão integrada do texto constitucional no sistema total do qual faz parte (MOREIRA, 1979).

É, portanto, na Constituição Econômica, que são desenhadas a ordenação da atividade econômica, a satisfação das necessidades da sociedade e a direção do processo econômico geral. Ou seja, é nela que se expressa a política econômica que deve ser implementada pelo Estado para a transformação da realidade, tendo como instrumento jurídico para tanto o direito econômico (BERCOVICI, 2022).

A ideia de uma Constituição Econômica reflete-se na própria concepção do direito econômico. Mais do que um mero agrupamento de variados instrumentos jurídicos de conteúdo econômico, a disciplina jurídica que aqui se apresenta é fundada nos objetivos de política econômica estabelecidos e legitimados constitucionalmente (COMPARATO, 1978), buscando

³⁷ A Constituição Econômica deve ser compreendida como parte integrante da Constituição total, permeando aspectos econômicos e sociais do texto constitucional, consoante explica Gilberto Bercovici: “Nesta mesma linha, podemos adotar algumas das premissas expostas por Washington Peluso Albino de Souza, principalmente a de entender, assim como Irti e vários outros, a Constituição Econômica como parte integrante, não autônoma ou estanque, da Constituição total. Na sua visão, as Constituições Econômicas caracterizar-se-iam pela presença do econômico no texto constitucional, integrado na ideologia constitucional. E seria a partir dessa presença do econômico no texto constitucional e da ideologia constitucionalmente adotada que se elaboraria a política econômica do Estado” (BERCOVICI, 2022, p. 47).

oferecer os instrumentos normativos e os arranjos institucionais propícios à satisfação desses objetivos.

Ressalta-se que, ao disponibilizar o instrumental jurídico para a implementação de determinada política econômica, o direito econômico trata da organização jurídica do espaço político-econômico da acumulação, interferindo diretamente, por meio da distribuição do excedente³⁸, nos planos de estratificação da sociedade, nas estruturas de poder e na possibilidade, ou não, de redução das desigualdades. Diante disso, observa-se a sua “dupla instrumentalidade” (REICH, 1977 apud BERCOVICI, 2022, p. 41): ao mesmo tempo em que organiza e disciplina a economia capitalista em sentido macroeconômico, o direito econômico pode ser utilizado como instrumento de transformação e estímulo para mudanças nas relações econômicas e sociais, vinculando a atuação econômica do Estado às aspirações constitucionais.

Eros Grau ensina que o direito econômico também pode ser compreendido como um método de análise ou como um modelo de interpretação essencialmente teleológico e funcional, que supera o tradicional formalismo jurídico em razão da compreensão do direito como parte integrante da realidade social e de suas possibilidades transformadoras³⁹ (GRAU, 2018).

O que distingue o direito econômico, então, é a metodologia que o reveste, seja como objetivo de alcançar a interpretação mais adequada da norma no contexto da realidade socioeconômica, seja para aprofundar a avaliação crítica do quadro jurídico-institucional vigente, seja, finalmente, para estimular o aperfeiçoamento da lei, segundo os parâmetros traçados pela Constituição Econômica (GRAU, 2018).

³⁸ “O Direito Econômico, se não instala, por si só, o movimento que tende a alinhar, ao lado da Teoria Jurídica Formal, a Doutrina Real do Direito, a ele confere a devida importância e relevância. Pensar o Direito Econômico é pensar o Direito como um nível do todo social – nível da realidade, pois – como mediação específica e necessária das relações econômicas. Pensar Direito Econômico é optar pela adoção de um modelo de interpretação essencialmente teleológica, funcional, que instrumentará toda a interpretação jurídica, no sentido de que conforma a interpretação de todo o direito. É compreender que a realidade jurídica não se resume ao Direito formal. É concebê-lo – o direito Econômico - como um novo método de análise substancial e crítica, que o transforma não em Direito de síntese, mas em sincretismo metodológico. Tudo isso, contudo, sem que se perca de vista o comprometimento econômico do Direito, o que impõe o estudo de sua utilidade funcional” (GRAU, 2018, p. 146).

³⁹ “A acumulação pressupõe o excedente que, por sua vez, oferece à sociedade um horizonte de possibilidades sobre o que fazer com o produto não consumido na sua própria reprodução. Se, por um lado, a geração do excedente abre a possibilidade de horizontes alternativos às sociedades, é inegável que sua existência abre um espaço de disputa no seio da sociedade: a apropriação e a destinação do excedente. É por isso que não se pode associar excedente exclusivamente aos processos de acumulação, sem fazer menção à maneira como se estratifica a sociedade e às formas de exercício da dominação social” (BERCOVICI, 2022, p. 40-41).

No Brasil, o direito econômico se depara com uma estrutura socioeconômica subdesenvolvida, localizada na periferia do sistema econômico mundial. Segundo a compreensão formulada pela Comissão Econômica para a América Latina (CEPAL), esta posição periférica foi e se mantém definida, especialmente, pelas relações de dominação e de dependência entre países industriais centrais, que controlam as tecnologias mais avançadas, e países periféricos, especializados na exportação de produtos agrícolas e recursos naturais de baixo custo.

Celso Furtado explica que as teorias do desenvolvimento são esquemas elucidativos dos processos sociais em que a apreensão de novas técnicas e o decorrente aumento da produtividade “conduzem à melhoria do bem-estar de uma população com crescente homogeneização social”. (FURTADO, 1992, p. 39). E “o subdesenvolvimento, por conseguinte, é uma conformação estrutural produzida pela forma como se propagou [desigualmente] o progresso tecnológico no plano internacional” (FURTADO, 1998, p. 62). Centro e periferia constituem, assim, o resultado histórico da difusão de tecnologias no plano da economia mundial.

No sistema centro-periferia, o progresso técnico, responsável pelo aumento da produtividade e consequente acumulação de capital, é produzido e absorvido, essencialmente, pelas economias centrais, que incorporam novas tecnologias de forma diversificada e homogênea. Por outro lado, na periferia, as inovações tecnológicas são introduzidas precária e heterogeneamente, voltadas, sobretudo, aos campos exportadores, de modo a perpetuar a coexistência de setores “modernizados” e setores atrasados.

Dentro dessa conformação, a organização das economias periféricas se encontra, internacionalmente, dependente das tecnologias produzidas no centro e vulneráveis a determinações externas e, internamente, caracterizada por um quadro de concentração de renda e profunda desigualdade. Romper com a condição subdesenvolvida implica não apenas a importação e a incorporação heterogênea das técnicas mais avançadas, mas na revisão e mesmo no rompimento dos laços de dependência tecnológica da periferia com os países centrais, bem como na distribuição democrática dos benefícios do progresso técnico pela sociedade (FURTADO, 1974).

Sendo assim, diante da condição periférica e desigual do Estado brasileiro, compreende-se que o papel do direito econômico, tanto como uma disciplina que instrumentaliza juridicamente a política econômica do Estado quanto como um método que permite compreender o direito como parcela da realidade social, é fornecer os instrumentos jurídicos necessários e os critérios

interpretativos adequados à superação do subdesenvolvimento e da dependência tecnológica, de acordo com os objetivos da política econômica eleita pela Constituição Econômica:

No Brasil, além da perspectiva macroeconômica, o direito econômico tem por tarefa a superação do subdesenvolvimento, a transformação das estruturas socioeconômicas. As tarefas de reconstrução do Estado brasileiro em uma perspectiva democrática e emancipatória de superação de sua condição periférica são tarefas, essencialmente, do direito econômico (BERCOVICI, 2011, p. 304).

2.1.1 Os objetivos da Constituição Econômica Brasileira

De acordo com a perspectiva ora apresentada, entende-se que o ponto de partida para uma análise de direito econômico no Brasil deve ser a Constituição Econômica incorporada à Constituição Federal de 1988 (CF/88)⁴⁰, por meio da qual se expressa uma política econômica deliberadamente direcionada ao desenvolvimento socioeconômico nacional, cujos objetivos fundamentais a serem implementados pela sociedade e, sobretudo, pelo Estado, estão previstos em seu artigo 3º:

Art. 3º Constituem objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil:

I - Construir uma sociedade livre, justa e solidária;

II - Garantir o desenvolvimento nacional;

III - Erradicar a pobreza e a marginalização e reduzir as desigualdades sociais e regionais;

IV - Promover o bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação.

Para Gilberto Bercovici (2022), o artigo 3º da CF/88 caracteriza a fórmula política do Estado e define e delimita a identidade da Constituição perante os seus cidadãos e a comunidade internacional. Ao explicitar o contraste entre uma realidade social injusta e a necessidade de eliminá-la, o dispositivo é denominado de “cláusula transformadora”⁴¹, implicando na obrigação

⁴⁰ “A Constituição de 1988 conta com uma Constituição Econômica, é dizer, conta com um conjunto de dispositivos que garantem não apenas direitos individuais, na esteira da tradição do constitucionalismo liberal do século XVIII, mas também direitos sociais e econômicos, que demandam do Estado uma atuação positiva com vistas a transformar as estruturas socioeconômicas que conformam a realidade do país, impondo a busca da construção da igualdade material” (CABRAL, 2018, p. 30).

⁴¹ A expressão é atribuída ao constitucionalista espanhol Pablo Lucas Verdú e está ligada ao art. 3º da Constituição italiana de 1947 e ao art. 9º,2 da Constituição espanhola de 1978. “Em ambos os casos, a ‘cláusula transformadora’ explicita o contraste entre a realidade social injusta e a necessidade de eliminá-la. Deste modo, impedem que a Constituição considerasse realizado o que ainda está por se realizar” (BERCOVICI, 2022, p. 56).

do Estado em realizar o que se entende por constitucionalmente essencial à superação do subdesenvolvimento.

A concretização do artigo 3º da Constituição, no entanto, “não significa a imediata exigência da prestação estatal completa, mas uma atitude positiva, constante e diligente do Estado” (BERCOVICI, 2022, p. 97). Destaca-se, assim, o caráter dirigente da Constituição Econômica, que rechaça a manutenção de interesses exclusivamente privados, de classes ou grupos dominantes, para estabelecer programas de ação que devem ser necessariamente cumpridos pelo poder público, no sentido da efetivação de seus objetivos econômicos e sociais.

Em termos de teoria da norma, o artigo 3º não deve ser compreendido como uma “norma programática”, sob o prisma de sua não-vinculatividade ou de sua eficácia limitada, capaz de bloquear a efetividade da Constituição Econômica⁴². Eros Grau (2018) propõe, então, a classificação do dispositivo como “princípio constitucional impositivo” ou como “diretriz – norma-objetivo”.

Baseado na doutrina de José Gomes Canotilho, Grau explica que os princípios constitucionais impositivos são aqueles aos quais submetem-se todas as outras normas da Constituição e que impõem aos órgãos do Estado a realização de fins e a execução de tarefas. Esses princípios são auferidos na mesma linha das diretrizes, de Ronald Dworkin, e das normas-objetivo, que, contempladas no nível constitucional, determinam os fins a serem alcançados a partir de decisões políticas fundamentais da nação:

Dworkin chama de *diretrizes* as pautas que estabelecem objetivos a serem alcançados, geralmente referidos a algum aspecto econômico, político ou social (ainda que – observa – alguns objetivos sejam negativos, na medida em que definem que determinados aspectos presentes devem ser protegidos contra alterações adversas) (...). A proximidade entre as diretrizes e as normas-objetivo é desde logo evidente. (...) [as *normas-objetivo*] surgem definitivamente a partir do momento em que os textos normativos passam a ser

⁴² Gilberto Bercovici explica que “é na ordem econômica da Constituição que vão ser encontradas e denunciadas as ‘normas programáticas’, noção desenvolvida de maneira mais aprofundada pelo italiano Vezio Crisafulli, a partir do debate da efetivação da Constituição italiana de 1947. Normas constitucionais programáticas, são, nas palavras de José Afonso da Silva, ‘*normas constitucionais através das quais o constituinte, em vez de regular, direta e imediatamente, determinados interesses, limitou-se a traçar-lhes os princípios para serem cumpridos pelos órgãos (legislativos, executivos, jurisdicionais e administrativos), como programas das respectivas atividades, visando à realização dos fins sociais do Estado*’. A concepção de norma programática teve enorme importância na Itália, ao afirmar que os dispositivos sociais da Constituição eram também normas jurídicas, portanto, poderiam ser aplicadas pelos tribunais nos casos concreto. As ideias de Crisafulli tiveram enorme repercussão e sucesso no Brasil. No entanto, sua aplicação prática tanto na Itália como no Brasil, foi decepcionante. Norma programática passou a ser norma que não tem qualquer valor concreto, contrariando as intenções de seus divulgadores. Toda norma incômoda passou a ser classificada como ‘programática’, bloqueando na prática, a efetividade da Constituição e, especialmente da Constituição Econômica e dos direitos sociais” (BERCOVICI, 2022, p. 48).

dinamizados como instrumentos de governo. O Direito passa a ser operacionalizado tendo em vista a implementação de políticas públicas, políticas referidas a fins múltiplos e específicos. Pois a definição dos fins dessa política é enunciada precisamente em textos normativos que consubstanciam normas-objetivo e que, mercê disso, passam a determinar os processos de interpretação do Direito, reduzindo a amplitude da moldura do texto e dos fatos, de modo que nela não cabem soluções que não sejam adequadas, absolutamente, a tais normas-objetivo (GRAU, 2018, p. 152-161).

Seja como princípio constitucional impositivo, seja como diretriz ou norma-objetivo, é possível depreender que o art. 3º da CF/88 é um instrumento normativo que transformou fins sociais e econômicos em objetivos jurídicos, definindo os parâmetros vinculantes para a interpretação teleológica de todo o ordenamento constitucional, bem como para a orientação e conformação da atuação do Estado no domínio econômico.

Consoante será explorado mais adiante, a leitura sistemática da Constituição Federal de 1988, tendo em vista as diretrizes determinadas em seu artigo 3º, leva à compreensão de que a tutela e o incentivo da ciência, tecnologia e inovação (CT&I) pelo Estado (artigos 218 a 219-B), foram plenamente incorporados ao projeto constitucional de superação do subdesenvolvimento, de forma a contribuir para a redução das desigualdades sociais e para a construção de uma sociedade livre, justa e solidária, despida de preconceitos e discriminações. Tendo em vista que esse projeto demanda o necessário rompimento da dependência tecnológica externa, revela-se, na atualidade, o dever do Estado em promover novas tecnologias em prol dos interesses democráticos na nação.

É no contexto de uma nova corrida pelo domínio das técnicas digitais mais avançadas e da importância central da tecnologia e das inovações tecnológicas para o desenvolvimento nacional que a Internet das Coisas passa a ser relevante para a realização da política econômica prescrita na Constituição Econômica brasileira. Assim, a direção a ser tomada pela a IoT em âmbito nacional deve conformar-se aos objetivos fundamentais da República e à disciplina constitucional sobre o tema da CT&I.

Todavia, antes de partir para a análise dos artigos 218 a 219-B da CF/88, é necessário ter em vista possíveis obstáculos relacionados a políticas de cunho neoliberal à concretização dos objetivos da Constituição Econômica e mesmo à vinculação das novas tecnologias digitais ao projeto nacional de desenvolvimento.

2.1.2 Neoliberalismo e obstáculos à concretização dos objetivos da Constituição Econômica

Com a recessão ocorrida na década de 1970, a ideologia neoliberal passou a ganhar força no *mainstream* econômico⁴³. O Consenso de Washington, realizado em 1989 na capital dos Estados Unidos, é um marco da hegemonia do pensamento neoliberal no continente americano, decretando o esgotamento do modelo de Estado de Bem-estar social (*welfare state*) e instituindo novas palavras de ordem para supostamente orientar desenvolvimento socioeconômico dos países da América Latina: liberalizar, desregular, privatizar e globalizar (NUSDEO, 2020, p. 180).

De modo geral, os objetivos do Consenso de Washington visavam impulsionar o livre mercado e a livre circulação do capital financeiro, a abertura comercial e econômica e o controle fiscal, defendendo um modelo de intervenção mínima do Estado na economia. A macroeconomia foi reduzida à política ortodoxa de ajustes fiscais, estabilização monetária e privatizações, apontada como a única política econômica neutra, técnica e de validade universal, cujos fins seriam a criação de ambiente institucional incentivador dos investimentos (BERCOVICI; OCTAVIANI, 2014). Prevaleceu a hegemonia política dos arranjos microeconômicos, a partir da lucratividade das empresas e da racionalidade dos investimentos privados.

Perry Anderson destaca que o neoliberalismo alcançou o seu maior êxito política e ideologicamente, “disseminando a simples ideia de que não haveria alternativas para seus princípios, que todos, seja confessando ou negando, têm de adaptar-se a suas normas” (ANDERSON, 1995, p. 12).

Pregou-se, assim, a redução dos gastos sociais e a eliminação de qualquer limitação dos mecanismos de mercado por parte do Estado, sob o argumento de que o aparato público seria oneroso e burocrático demais, inibindo as ações comerciais, os lucros das empresas e a liberdade econômica. Nesse sentido,

(...) O Estado é transformado no grande vilão e a receita passada é a seguinte: (i) desregulamentação dos mercados domésticos e eliminação das barreiras à entrada e saída

⁴³ O neoliberalismo como doutrina político-econômica remonta ao final dos anos 1930, mas permaneceu irrelevante durante algumas décadas, até a crise global ocorrida na década de 1970. “Só depois de a crise geral de sobreacumulação ter-se tornado aguda veio o movimento a ser levado a sério como alternativa ao arcabouço keynesiano e a outras estruturas mais centradas no Estado de formulação de políticas. E foi Margaret Thatcher quem, buscando uma estrutura mais adequada para atacar os problemas econômicos de sua época, descobriu politicamente o movimento e voltou-se para seu corpo de pensadores em busca de inspiração e recomendações depois de eleita em 1979. Em união com Reagan, ela transformou toda a orientação da atividade do Estado, que abandonou a busca do bem-estar social e passou a apoiar ativamente as condições - "do lado da oferta" da acumulação do capital. O FMI e o Banco Mundial mudaram quase que da noite para o dia seus parâmetros de política, e em poucos anos a doutrina neoliberal fizera uma curta e vitoriosa marcha por sobre as instituições e passara a dominar a política, primeiramente no mundo anglo-saxão, porém mais tarde em boa parte da Europa e do mundo” (HARVEY, 2004, p. 130).

de capital-dinheiro, de modo que a taxa de juros possa exprimir, sem distorções a oferta e demanda da “poupança” nos espaços integrados da finança mundial; (ii) para os mercados de bens, submissão das empresas à concorrência global, eliminando-se os resquícios do protecionismo e de quaisquer políticas deliberadas de fomento; (iii) para os mercados de trabalho, flexibilização e remoção das cláusulas sociais (GRAU, 2018, p. 49).

Com base na “receita” neoliberal, os países em desenvolvimento passaram a ser pressionados a adotar uma série de “boas políticas” e “boas instituições”, destinadas a acelerar o crescimento econômico sem as interferências negativas da distribuição de renda⁴⁴. A promessa era de que as políticas neoliberais, embora pudessem aumentar a desigualdade a curto e, possivelmente, também a longo prazo, permitiram um crescimento mais rápido, alcançando a todos mais efetivamente do que as políticas intervencionistas estatais (CHANG, 2004).

O neoliberalismo também pregou a incorporação da “racionalidade econômica” ao discurso jurídico, no sentido de que a atuação do legislador deveria estar conformada às “leis” de funcionamento do sistema econômico e a economia não poderia ser manipulada pelo direito ou pela política. “Tais ideologias jurídicas do neoliberalismo teriam um autoconcedido caráter técnico, dando maior relevância às decisões orientadas por critérios ‘de eficiência’, que prevaleceriam, inclusive, em detrimento da legitimidade democrática” (BERCOVICI; OCTAVIANI, 2014, p. 69).

O caráter *contrafático* do direito econômico, ou seja, a sua finalidade de crítica e alteração da realidade nacional⁴⁵, é, assim, obstruído em razão de sua captura pela lógica financeira do sistema mundial.

No lugar da disciplina crítica que surgira para cumprir as insuficiências do direito público na organização do espaço público-econômico da acumulação, emergiu uma disciplina estéril, despida de qualquer potencial crítico, capaz de legitimar o padrão de dominação hegemônico no sistema mundial, mas incapaz de oferecer alternativas à dependência periférica (BERCOVICI, 2022, p. 36).

⁴⁴ Ainda sobre as diretrizes neoliberais, Perry Anderson destaca que: “A estabilidade monetária deveria ser a meta suprema de qualquer governo. Para isso seria necessária uma disciplina orçamentária, com a contenção dos gastos com bem-estar, e a restauração da taxa “natural” de desemprego, ou seja, a criação de um exército de reserva de trabalho para quebrar os sindicatos. Ademais, reformas fiscais eram imprescindíveis, para incentivar os agentes econômicos. Em outras palavras, isso significava reduções de impostos sobre os rendimentos mais altos e sobre as rendas. Desta forma, uma nova e saudável desigualdade iria voltar a dinamizar as economias avançadas, então às voltas com uma estagnação, resultado direto dos legados combinados de Keynes e de Beveridge, ou seja, a intervenção anticíclica e a redistribuição social, as quais haviam tão desastrosamente deformado o curso normal da acumulação e do livre mercado. O crescimento retornaria quando a estabilidade monetária e os incentivos essenciais houvessem sido restituídos” (ANDERSON, 1995, p. 2-3).

⁴⁵ De acordo com Dimitri Dimoulis, o direito econômico possui “caráter contrafático”. “Sua finalidade é modificar a realidade social, transformar o comportamento das pessoas e as relações sociais. Mesmo quando o objetivo do direito é manter determinadas estruturas, por exemplo, preservar os direitos de propriedade privada, mediante sua garantia constitucional, o direito desempenha uma função contrafática, pois manifesta a vontade de manter a atual situação, ou seja, as instituições políticas, as relações sociais e as posições dos indivíduos” (DIMOULIS, 2008, p. 28).

Eros Grau denuncia ser a proposta neoliberal “incompatível com os fundamentos do Brasil, afirmados no art. 3º da Constituição de 1988” e que, sob nenhum pretexto, os objetivos da República poderiam vir a ser afrontados por qualquer programa do governo, sob pena de sua patente inconstitucionalidade institucional e normativa (GRAU, 2018, p. 44).

Não obstante, as ideias neoliberais dominaram a agenda de reformas do Estado brasileiro iniciada nos anos 1990, visando estabilizar a política monetária e fazer do país um lugar seguro à circulação do capital financeiro internacional. Privatizações de empresas estatais, políticas de corte fiscal e orçamentário, assim como sucessivas emendas à Constituição Federal de 1988 resultaram na redução do Estado e em sua exoneração de certos encargos sociais. Além disso, provocaram a redução e o controle dos gastos públicos, a abertura econômica às importações e ao capital estrangeiro, bem como a progressiva desregulação da economia⁴⁶. As políticas de austeridade também impactaram diretamente no esvaziamento de políticas industriais e de iniciativas voltadas ao fomento da ciência, tecnologia e inovação. O período é marcado pela premissa do então Ministro da Fazenda do governo Fernando Henrique Cardoso, Pedro Malan, de que “a melhor política industrial é não ter política industrial” (CANO; SILVA, 2010).

O programa neoliberal foi bem-sucedido em estancar o aumento dos índices inflacionários, no entanto não proporcionou o tão anunciado crescimento econômico⁴⁷, favorecendo, por outro lado, o aumento significativo da concentração de renda e das desigualdades sociais. Ha-Joon Chang afirma que “a desigualdade da renda aumentou tal como se previu, mas a prometida aceleração do

⁴⁶ Eros graus destaca que a desregulação financeira, postulada pelo programa neoliberal, “criou condições muito mais propícias para a inversão especulativa do que produtiva, ensejando a prática de um volume astronômico de transações puramente monetárias”. Essas condições permitiram que os mercados financeiros prosperassem, “aproveitando-se ainda dos efeitos da desregulamentação, que, como observa Luiz Gonzaga Mello Belluzzo, permitiram, mercê da fantástica mobilidade de capitais entre diferentes praças, uma crescente velocidade de inovação financeira, (i) sustentando elevadas taxas de valorização dos ativos e (ii) facilitando as fusões e aquisições de empresas em todos os setores” (GRAU, 2018, p. 48).

⁴⁷ Perry Anderson explica a ausência do crescimento econômico, não obstante a recuperação do lucro das empresas e todas as iniciativas neoliberais a favor do capital financeiro: “Qual seria a razão deste resultado paradoxal? Sem nenhuma dúvida, o fato de que – apesar de todas as novas condições institucionais criadas em favor do capital – a taxa de acumulação, ou seja, da efetiva inversão em um parque de equipamentos produtivos, não apenas não cresceu durante os anos 80, como caiu em relação a seus níveis – já médios – dos anos 70. No conjunto dos países de capitalismo avançado, as cifras são de um incremento anual de 5,5% nos anos 60, de 3,6% nos anos 70, e nada mais do que 2,9% nos anos 80. Uma curva absolutamente descendente. Cabe perguntar por que a recuperação dos lucros não levou a uma recuperação dos investimentos. Essencialmente, pode-se dizer, porque a desregulamentação financeira, que foi um elemento tão importante do programa neoliberal, criou condições muito mais propícias para a inversão especulativa do que produtiva. Durante os anos 80 aconteceu uma verdadeira explosão dos mercados de câmbio internacionais, cujas transações, puramente monetárias, acabaram por diminuir o comércio mundial de mercadorias reais (ANDERSON, 1995, p. 7).

crescimento não se verificou”. Na realidade, “o crescimento desacelerou nas últimas duas décadas, sobretudo nos países em desenvolvimento”⁴⁸ (CHANG, 2004, p. 212).

Desde então, o Brasil vem passando por um processo de marcante desindustrialização e de consequente aprofundamento de sua dependência tecnológica. Em razão da globalização, também se acentuou a dependência nacional em relação ao capital estrangeiro. Progressivamente, foram sendo criados entraves políticos, econômicos, sociais e jurídicos à concretização dos objetivos centrais da Constituição Econômica e, sobretudo, à superação do subdesenvolvimento.

Mesmo tendo fracassado economicamente, o neoliberalismo dominou, avançou e perdurou hegemônico por cerca de três décadas, até que, no ano de 2008, ocorreu uma nova crise financeira global. Alguns estudiosos acreditam que, neste momento, quando o Estado é, mais uma vez, chamado explicitamente a intervir no domínio econômico e observa-se, em seguida, um movimento de retomada de políticas industriais e tecnológicas, teria se desfeito o Consenso de Washington e enfraquecido a corrente neoliberal (NUSDEO, 2020).

No entanto, há evidências que mostram o contrário: a ideologia neoliberal não só sobreviveu como se intensificou e acelerou seu ritmo (ANDRADE, 2019; MOROZOV, 2018; BRIA; MOROZOV, 2020; ZUBOFF, 2020). Nesse sentido, interessa novamente chamar atenção,

⁴⁸ Em uma análise histórica, Ha-Joon Chang descreve uma série de diferentes instrumentos protecionistas e de política industrial, comercial e tecnológica utilizados por países atualmente desenvolvidos (PADs) em seus processos de industrialização, enriquecimento e *catching up*. O autor constata que as “boas políticas” e as “boas instituições” pregadas pelo *mainstream* neoliberal como pretensamente necessárias ao desenvolvimento socioeconômico das nações periféricas são, na verdade, bastante diferentes daquelas outrora utilizadas pelos PADs. “Por que o *establishment* internacional da política de desenvolvimento e os PADs que o controlam não recomendam as políticas implementadas há séculos pelos países bem-sucedidos? Por que procuram impor aos atuais países em desenvolvimento certas instituições ‘da melhor prática’ que não foram aplicadas pelos PADs quando se encontravam em estágios comparáveis de desenvolvimento? Por que os países avançados são tão ignorantes do seu próprio desenvolvimento histórico? Será por causa da nossa tendência natural a interpretar a história do ponto de vista da atual agenda intelectual e política, que geralmente ensombreia a perspectiva histórica? Ou porque, como já aconteceu tantas vezes, as nações têm interesses velados em impor políticas e instituições das quais não se valeram em seu processo de desenvolvimento, mas que passaram a beneficiá-las quando elas chegaram à fronteira tecnológica? Em suma, os países desenvolvidos não estão tratando de ‘chutar a escada’ quando insistem para que os países em desenvolvimento adotem políticas e instituições diferentes das que eles adotaram para se desenvolver? A discussão deste livro sugere que sim, é exatamente isso que eles estão fazendo. (...). Seja qual for a intenção por trás desse ‘chutar a escada’, o fato é que as políticas e instituições supostamente ‘boas’ não conseguiram gerar o prometido dinamismo do crescimento econômico, nas últimas duas décadas em que foram tão vigorosamente promovidas pelo EIPD. Pelo contrário, em muitos desses países, o crescimento simplesmente desapareceu”. Em resumo, Chang defende que os países desenvolvidos, com receitas neoliberais, estão tentando “chutar a escada” pela qual subiram ao topo ao impedir que os países em desenvolvimento adotem as políticas e as instituições que eles próprios usaram (CHANG, 2004, p. 229-230).

em um contexto global, aos contornos neoliberais desta nova fase da economia mundial, sustentada por dados, grandes plataformas e tecnologias digitais.

Como visto no capítulo anterior (“1.5 Internet das Coisas, extrativismo de dados e plataformas digitais”), todo esse cenário que conjuga a crise dos anos 1970, a ascensão das reformas neoliberais, desregulamentação, globalização, financeirização da economia, aumento das desigualdades e do desemprego e o colapso de 2008 abriram caminhos para os expressivos investimentos que levaram à concentração de poder econômico em torno de plataformas digitais globais sediadas, especialmente, nos Estados Unidos e na China.

Evgeny Morozov sinaliza que um pressuposto implícito em muitos relatos contemporâneos a respeito da transformação digital é de que, por se tratar de novas tecnologias que, de uma forma geral, significam progresso, o seu emprego contribuiria irrefutavelmente para um sistema melhor, mais avançado e mais equitativo. Este pressuposto seria ainda reforçado pela suposição de que as tecnologias digitais, automaticamente, integrariam e beneficiariam os menos favorecidos, desestabilizando hierarquias e impondo novas formas institucionais mais democráticas, como as redes. No entanto, segundo o pesquisador, tal suposição parece não se sustentar diante de uma contradição evidente: “de um lado, a disseminação de tecnologias digitais interconectadas em redes e, de outro, o fortalecimento de tipos novos e antigos de hierarquias (incluindo as sociais)” (MOROZOV, 2018, p. 154).

Outra ideia bastante disseminada é a de que as características negativas do mundo digital poderiam ser contornadas no plano pessoal, através, por exemplo, do autocontrole ou do consentimento. Para Morozov (2018), essa narrativa menospreza os efeitos estruturais do extrativismo de dados, reduzindo um problema coletivo e político ao nível individual. Ou seja, procurando na micro-racionalidade possíveis soluções para um problema de contornos macroeconômicos.

Além disso, vão surgindo novas alternativas privadas – anunciadas como mais baratas, mais rápidas, mais tecnológicas e mais “eficientes” – para substituir as prestações devidas pelo Estado à sociedade e para afastar de sua órbita este novo mercado digital desregulamentado, no qual se busca lucrar, inclusive, com as infraestruturas públicas⁴⁹. Ao que parece, entusiastas do passado, da livre circulação de capitais, agora, pretendem derrubar quaisquer barreiras impostas à circulação

⁴⁹ No item 1.5 do capítulo I é feita referência às críticas de Evgeny Morozov e Francesca Bria (2020) às propostas neoliberais para cidades “inteligentes” (*smart cities*).

transfronteiriça de dados, com a promessa de trazer mais eficiência e redução de custos a todos os aspectos e setores da vida econômica e social.

No entanto, a propagação dessa ideologia ignora o fato de que as novas tecnologias não estão disponíveis da mesma forma para todos e que é mais provável, como acontece com a maioria dos serviços tecnológicos, que sejam distribuídas de maneira desigual, reforçando as lacunas digitais e sociais já existentes (DUTTON, 2014) e acentuando a distância que separa os países líderes das economias dependentes (CEPAL, 2018).

O cenário neoliberal que se desenrola na atualidade poderia ser compreendido como mais uma tentativa de dissolução do que ainda resta do Estado de Bem-Estar Social, dificultando as possibilidades emancipatórias das sociedades periféricas. Contudo, do ponto de vista transformador e funcional do direito econômico, uma alternativa a esse cenário está prescrita justamente no programa nacional de desenvolvimento expresso na Constituição Econômica brasileira, ao qual o Estado não pode renunciar.

A Constituição Federal de 1988 dispõe de uma política econômica voltada deliberadamente à superação do subdesenvolvimento, que atribui papel central à ciência, tecnologia e inovação. Portanto, não se trata de ignorar ou rejeitar as novas tecnologias, mas de vinculá-las às aspirações democráticas da população nacional, e não aos interesses das grandes empresas ou dos centros hegemônicos de poder.

Destarte, não obstante os obstáculos impostos pelo neoliberalismo à concretização dos objetivos fundamentais da Constituição Econômica brasileira, permanecem explícitas em seu texto, em especial no artigo 3º, normas conformadoras e impositivas que devem ser observadas na interpretação de outros dispositivos constitucionais, leis e atos normativos, assim como na formulação e execução de quaisquer políticas de governo, inclusive daquelas voltadas ao enfrentamento dos desafios da nova era digital.

2.2 Tutela e incentivo da ciência, tecnologia e inovação na Constituição Federal de 1988

O desenvolvimento socioeconômico está intrinsecamente ligado ao domínio do elemento tecnológico e à inovação tecnológica, o que não se trata apenas de um posicionamento teórico ou ideológico, mas de uma determinação positivada pela própria Constituição Federal de 1988

(TAVARES, 2019). Isto porque, hoje, “o fator determinante do crescimento econômico, parcela do desenvolvimento nacional, já não é mais tão somente a acumulação de capital, mas, também, a acumulação de saber e tecnologia” (GRAU, 2018, p. 261).

A ampla incorporação tecnológica como política econômica do Estado faz parte do centro jurídico-econômico dos problemas do desenvolvimento brasileiro, sendo fundamental para a transformação das estruturas arcaicas da economia periférica, especialmente em razão da “dependência histórica de uma agenda produtiva nacional pouco diversificada e com baixa participação de manufaturados e produtos de alta tecnologia” (TAVARES, 2019, p. 17).

Diante desse contexto, “ao Estado interessa a defesa dessa área tecnológica e o *direito econômico nacional* oferece a instrumentalização jurídica dessa política estatal, justamente pelos benefícios que pode carrear ao desenvolvimento socioeconômico da nação” (TAVARES, 2019, p. 19).

Desde a Primeira Revolução Industrial, o imperativo tecnológico é responsável pelo rompimento de sistemas de baixa produtividade e pelo aumento do bem-estar da população, moldando a estrutura global do capitalismo, a divisão internacional do trabalho e o sistema centro-periferia⁵⁰. Na Quarta Revolução Industrial, não há motivos para supor que essa lógica seja diferente.

⁵⁰ No artigo “A formação do pensamento de Celso Furtado, o imperativo tecnológico e as metamorfoses do capitalismo”, João Antônio de Paula e Eduardo da Motta e Albuquerque destacam, além de considerações específicas na obra Celso Furtado a respeito do progresso tecnológico e sua conformação com o sistema-centro periferia no contexto da Primeira Revolução Industrial, Furtado traz reflexões sobre as mudanças no *imperativo tecnológico* decorrente de novas revoluções tecnológicas que podem ser associadas à Segunda e à Terceira Revoluções Industriais: “A Revolução Industrial, esse ‘salto histórico’ (FURTADO, 1977, p. 31) molda a estrutura global do capitalismo, que inclui a divisão centro-periferia. Há um ‘centro dinâmico’ a partir do qual o progresso tecnológico se irradia: ‘[a] criação de um primeiro núcleo industrial na Grã-Bretanha, de nível técnico relativamente elevado para a época, deu origem a um processo de irradiação da tecnologia moderna em escala mundial’ (FURTADO, 1986b, p. 112). (...) O impacto inicial da revolução industrial reconfigura a economia planetária e estrutura um sistema global com uma divisão internacional do trabalho a partir da iniciativa de quem concentrava o acelerado avanço tecnológico: o sistema centro-periferia e o subdesenvolvimento são produtos de impactos iniciais da primeira revolução tecnológica. (...) Em primeiro lugar, transformações tecnológicas se sucedem e são descritas e avaliadas por Celso Furtado. (...) Ainda em *Economic Development of Latin America* (FURTADO, 1976), há o capítulo 5, que trata da reorientação da economia internacional no século XX. Entre as tendências discutidas por Furtado há a expansão da exportação de petróleo na composição do comércio mundial de produtos primários desde o final da Primeira Guerra Mundial (FURTADO, 1976, p. 52). Essa expansão, vista desde a periferia, é certamente reflexo da emergência do motor a combustão, da indústria automobilística e do desenvolvimento de técnicas químicas que permitiram o refino do petróleo, mudanças tecnológicas centrais que caracterizarão o padrão industrial no pós-guerra. A emergência de novas indústrias também relacionadas à química – fibras sintéticas, borracha sintética, nitrato sintético – têm repercussões sobre os países exportadores dos produtos que foram substituídos por essas inovações tecnológicas (FURTADO, 1976, p. 52). A importância da computação eletrônica é percebida por Furtado em ‘Um projeto para o Brasil’ – publicado em 1968 –, que em um capítulo relativo à ‘proeminência mundial dos Estados Unidos no após-guerra’ ressalta ‘o avanço

Nesse sentido, para a realização do programa de desenvolvimento prescrito na Constituição Econômica brasileira, o Estado não pode se furtar à nova revolução, nem se eximir ao incentivo e à promoção de novas tecnologias. Todavia, a atuação do Estado na era digital não deve ocorrer como mera reprodução das práticas estrangeiras e dos arranjos propostos pelos centros hegemônicos de poder. A incorporação de novas tecnologias à economia brasileira deve voltar-se, sobretudo, à realidade nacional e aos objetivos democráticos do povo brasileiro. A esse respeito, merece destaque as seguintes considerações de André Ramos Tavares:

As novas tecnologias inserem-se em um cenário no qual o desenvolvimento, a apropriação e a incorporação do conhecimento mais avançado é determinante para o progresso de um país, especialmente do ponto de vista endógeno, posto que permitem ultrapassar, mais brevemente, as estruturas econômicas do subdesenvolvimento, oferecer soluções para os problemas nacionais e contribuir para a formação plena de um sistema produtivo nacional e regional articulado, qualificado e suficientemente diversificado. Essa trilha não passou despercebida do constituinte de 1987-1988 (TAVARES, 2019, p. 16).

Ao impor ao Estado um conjunto de normas que visam orientar a ordem econômica nacional à promoção do desenvolvimento, a Constituição reservou um capítulo próprio de seu texto à ciência, tecnologia e inovação (CT&I), estabelecido entre os artigos 218 e 219-B. Foram, assim, positivados os fundamentos para uma reestruturação do Estado brasileiro em torno da superação do subdesenvolvimento, que devem ser alinhados à instrumentalidade de novas tecnologias e à realização das funções estatais e do bem-estar social.

Foi na Constituição Federal de 1988 que, pela primeira vez, o tema da CT&I ganhou densidade constitucional. “Essa mudança paradigmática demonstra a relevância conferida à matéria, a ponto de vincular o legislador, tolhendo seu espaço de livre conformação a certas posturas e orientações mínimas” (TAVARES, 2019, p. 27).

Originalmente, o Capítulo IV da Constituição limitou-se a discorrer sobre a política científica e a política tecnológica⁵¹. No entanto, com a Emenda Constitucional (EC) n.º 85, de 2015,

significativo das técnicas de manipulação de informações’, derivado de capacidade ‘que se obtém graças a computadores eletrônicos de capacidade cada vez maior’ (FURTADO, 1976, p. 93-94). ‘Avanços da eletrônica’ tornam possível a ampliação do horizonte de atuação das grandes empresas, com a ‘possibilidade de diversificar-se funcional e geograficamente’ (FURTADO, 1976, p. 94). Os autores continuam sua análise destacando que Celso Furtado também aborda mudanças na hegemonia do sistema global a partir de capacidades tecnológicas desenvolvidas (PAULA; ALBUQUERQUE, 2020, p. 19-21).

⁵¹ Gilberto Bercovici ressalta que política científica e política tecnológica, em geral, são tratadas de modo indiferenciado, no entanto é necessário efetuar a seguinte distinção: “Para Francisco Sagasti, a política científica diz respeito às atividades científicas que pesquisam e produzem conhecimentos básicos e potencialmente utilizáveis, mas que não são incorporados diretamente ao processo produtivo. Já a política tecnológica abrange a geração e a aquisição de tecnologia a ser utilizada em processos produtivos e sociais, além de buscar adquirir para o país capacidade de

também foi atribuído *status* constitucional ao fomento da inovação. A alteração partiu do reconhecimento pelo constituinte derivado de que o Brasil precisaria se adequar à nova conjuntura competitiva internacional que demanda que seja impulsionada a pesquisa nacional, o conhecimento científico e a criação de novas soluções tecnológicas adequadas ao aperfeiçoamento do setor produtivo e aos desafios da atualidade⁵². É o que se observa na justificativa da respectiva Proposta de Emenda à Constitucional (PEC) n.º 290/2013:

É crescente a importância da inovação para o setor produtivo, o que requer uma ampliação do escopo da norma constitucional, alcançando ciência, tecnologia e inovação, de modo a fundamentar as ações articuladas entre academia e setor produtivo. Tal é a finalidade de se renomear o Capítulo IV do Título VIII da Carta, introduzindo o termo “inovação”, de se modificar o caput do art. 218 e de se introduzir um parágrafo único ao art. 219, reforçando a participação do Estado no estímulo à tecnologia de ponta (BRASIL, 2013a, p. 3).

No Congresso Nacional, a necessidade de serem promovidas alterações à Constituição de 1988 ganhou destaque ao longo das discussões do Projeto de Lei n.º 2.177/2011, que resultou na aprovação do Código Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei n.º 13.243/2016). Diversas audiências públicas realizadas no âmbito da Comissão Especial destinada a proferir parecer no referido projeto de lei deixaram clara a premência de ajustes no texto constitucional a fim de amparar as mudanças empreendidas no arcabouço jurídico-institucional da CT&I e de ressaltar a importância do incentivo à inovação para o desenvolvimento nacional⁵³.

Com a aprovação da com a EC n.º 85/2015, André Ramos Tavares destaca que, além do valor econômico atribuído à atividade inovativa, “causado pela progressão (positiva) das relações empresariais e comerciais em decorrência da aplicação de novas tecnologias”, a inovação passa a assumir expressamente o mais alto grau hierárquico no sistema jurídico, ressaltando, assim, o seu “valor normativo” (TAVARES, 2019, p. 15).

decisão autônoma em tecnologia. Em suma, a política tecnológica trata da apropriação dos resultados científicos para fins econômicos. À medida que o país se desenvolve, a distinção entre política científica e política tecnológica deixa de existir, correndo uma integração completa entre ambas” (SAGASTI, 1986 apud BERCOVICI, 2022, p. 406).

⁵² A respeito dos atuais desafios competitivos da economia mundial, André Ramos Tavares considera que a “Inovação tecnológica na economia digital é a matriz de uma nova ordem internacional. Não causa estranheza, portanto, a corrida tecnológica que tem se intensificado cada vez mais entre as diversas economias, incluindo, na dianteira, as economias centrais, e, cada vez mais na dependência, as economias ainda em desenvolvimento” (TAVARES, 2019, p. 22).

⁵³ Como abordado no início do capítulo 1 um deste trabalho, a ideia da inovação como centro da dinâmica da economia capitalista foi elaborada de forma pioneira por Joseph Schumpeter (1997). A partir de sua perspectiva, o desenvolvimento econômico passou a ser relacionado ao processo de destruição criativa, ou seja, à substituição de antigos produtos e hábitos de consumir por novos, transformando as condições preexistentes e possibilitando a formação de novos mercados, a geração de novos empregos e o aumento do bem-estar.

Sem se restringir à incorporação da expressão “inovação” ao texto constitucional, a referida emenda alterou vários dispositivos da Constituição Federal para atualizar a disciplina legal da CT&I. Foi enfatizada a importância central do Estado nesta seara e criadas oportunidades de integração entre instituições de pesquisa públicas e privadas, empresas inovadoras e as diferentes esferas de governo, como também ampliados os esforços de financiamento e coordenação da política científica, tecnológica e inovativa. Tudo isto no intuito de tornar o ambiente normativo mais favorável ao desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil.

A posição estruturante do Estado na tutela e no incentivo da CT&I não é uma criação do legislador nacional, nem uma necessidade exclusiva das nações periféricas. Trata-se de um modelo amplamente adotado, mesmo em países que já atingiram um nível mais elevado de desenvolvimento socioeconômico, diretamente relacionado à promoção de inovações tecnológicas e ao avanço de novas tecnologias.

A título de exemplo, Mariana Mazzucato defende que existe um “Estado por trás do *iPhone*”, afirmando que o *smartphone* não teria tamanho sucesso se não fossem os maciços investimentos públicos realizados pelo governo norte-americano na revolução da informática e da internet. Segundo a autora, os atributos individuais de Steve Jobs provavelmente levariam apenas à invenção de mais um novo produto lucrativo e não a aparelhos que mudariam profundamente a maneira como as pessoas trabalham e se comunicam. Isso só ocorreu porque a *Apple* estava inserida em um contexto de grande apoio estatal às novas tecnologias que deram sustentação ao *iPhone* e ao *iPad*, como “a internet, o GPS, telas sensíveis ao toque [*touchscreen*] e tecnologias de comunicação” (MAZZUCATO, 2014, p. 127).

Feitas essas considerações, é necessária uma análise mais detida do que dispõe o Capítulo IV do Título VIII da Constituição Federal de 1988 (“Da Ciência, Tecnologia e Inovação”), com as alterações promovidas pela Emenda Constitucional n.º 85/2015.

De acordo com o que determina o *caput* do artigo 218, o Estado deverá promover e incentivar o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação. Segundo Gilberto Bercovici, este dispositivo frisa o papel prioritário do Estado na CT&I, efetivando a plena incorporação da ciência, tecnologia e inovação ao processo de superação do subdesenvolvimento e de dependência tecnológica, bem como enfatizando a necessidade de um planejamento científico e tecnológico (BERCOVICI, 2022).

Para que a realização desse comando constitucional, é dever do poder público apoiar a formação de recursos humanos nas áreas de ciência, pesquisa, tecnologia e inovação, inclusive por meio do suporte às atividades de extensão tecnológica, e conceder aos que delas se ocupem meios e condições especiais de trabalho (art. 218, § 3º); incentivar a atuação no exterior das instituições públicas de ciência, tecnologia e inovação e, em especial, estimular a articulação entre entes, tanto públicos quanto privados, nas diversas esferas do governo (art. 218, §§ 6º e 7º); e apoiar a inovação nos entes públicos e privados, a constituição e a manutenção de parques e polos tecnológicos e de demais ambientes promotores da inovação, a atuação dos inventores independentes e a criação, absorção, difusão e transferência de tecnologia (art. 219, parágrafo único).

A EC 85/2015 ainda reiterou a importância do incentivo ao setor privado no processo de desenvolvimento tecnológico, ficando estabelecido que o Estado estimulará a formação e o fortalecimento da inovação nas empresas (art. 219, parágrafo único, primeira parte), e a lei apoiará as empresas que invistam em pesquisa, criação de tecnologia adequada ao país, formação e aperfeiçoamento de seus recursos humanos e que pratiquem sistemas de remuneração que assegurem ao empregado, de forma desvinculada do salário, a participação nos ganhos econômicos resultantes da produtividade de seu trabalho (art. 218, § 4º).

Vale ressaltar que o alto nível de incerteza tecnológica e mercadológica relacionado à inovação tende a diminuir o interesse dos investidores privados em seu financiamento. Assim, o incentivo da lei, o apoio estatal e os investimentos públicos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) são condições essenciais para gerar inovação. Por conta de sua singular capacidade de canalizar recursos e de sua legitimidade política e social para realizar investimentos sem se pautar necessariamente por retornos financeiros, o Estado é um parceiro fundamental do setor privado e, em geral, mais ousado e disposto a assumir os riscos que as empresas não assumiriam (MAZZUCATO, 2014).

João Alberto De Negri (2022), pesquisador do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), comenta que, no mundo, os investimentos em risco tecnológico são compartilhados entre o setor público e o privado. O mesmo acontece no Brasil, com destaque ainda maior à participação pública⁵⁴, de forma que as bases para a criação de uma “economia do futuro” dependem da

⁵⁴ Na comparação entre os investimentos empresariais e governamentais em P&D, observa-se que, no Brasil, a maior parte dos investimentos em P&D advém do setor público. Segundo João Alberto De Negri, “as informações da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Pintec/IBGE) indicam que os investimentos empresariais em P&D foram de US\$ 8,32 bilhões, sendo aproximadamente 33,8% do valor total

iniciativa do setor privado e, especialmente, de políticas públicas capazes de impulsionar as empresas a inovarem cada vez mais e a investirem em novas tecnologias.

Os dados da última Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica do IBGE (Pintec 2017) são um reforço empírico ao argumento de que a diminuição do suporte do poder público interfere diretamente na falta de disposição das empresas para inovar. Pela primeira vez em sua história, a pesquisa apontou uma queda em todos os principais indicadores de inovação no país. Os resultados revelaram que o esvaziamento de políticas públicas para CT&I⁵⁵ contribuiu para a expressiva diminuição dos investimentos privados em pesquisa e desenvolvimento e para a redução da participação da P&D no PIB brasileiro⁵⁶. Interpretando os dados da Pintec 2017, Fernanda De Negri et al. destacam que:

(...) um fator decisivo para a redução da relação P&D/PIB na economia brasileira entre 2014 e 2017 é o acentuado declínio no suporte público à P&D empresarial. De fato, o estímulo público é especialmente relevante para atividades inovativas de maior incerteza tecnológica. A experiência de todas as economias líderes tecnológicas mostra que, sem aportes públicos, não existe investimento privado (DE NEGRI et al., 2020, p. 7).

dispendido em P&D no Brasil; outros 66,2% dos investimentos vieram do setor público” (DE NEGRI, 2022, p. 11). Eros Grau destaca que, “no Brasil, os empresários nacionais e estrangeiros não assumiram o papel de inovadores, arcando com as responsabilidades disso decorrentes. Paradoxalmente, foi sempre o Estado que, entre nós, promoveu, suportando o seu custo, inovações empresariais. Nesse sentido, o Estado brasileiro caracterizou-se como ‘schumpeteriano’” (GRAU, 2018, p. 43). Ressaltando também a importância, no Brasil, do Estado para a CT&I, Gilberto Bercovici afirma que “a importância do Estado brasileiro é tamanha, no caso brasileiro, que o financiamento das pesquisas cabe quase exclusivamente aos órgãos estatais. O setor empresarial privado brasileiro geralmente prefere importar tecnologias, entendendo esta importação como economicamente mais vantajosa, devido aos custos e riscos envolvidos na promoção de pesquisas próprias. As filiais de empresas estrangeiras, por sua vez, importam tecnologia de suas matrizes, enviando recursos para o exterior sob justificativa de aquisição de know-how. No Brasil, ciência, tecnologia e indústria dificilmente estão integrados, perpetuando a dependência tecnológica” (BERCOVICI, 2022, p. 407).

⁵⁵ Sobre os resultados da Pintec 2017, Fernanda De Negri et al. afirmam que “a redução do papel das políticas públicas para inovação fica evidente no percentual de empresas inovadoras que receberam algum tipo de apoio público para inovar. Esse número subiu ao longo dos anos 2000, atingindo 34,2% no período 2009-2011 e 39,9% em 2012-2014. Esse movimento, no entanto, foi interrompido em 2015-2017, quando o percentual de empresas que declararam ter recebido algum tipo de suporte ou financiamento público caiu para 26,2%. Isso é resultado do enxugamento de várias políticas públicas. Em 2014, por exemplo, o valor desembolsado em forma de crédito para atividades de inovação pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e pelo Banco nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) totalizou cerca de R\$ 8 bilhões, mas em 2017 esse valor caiu quase pela metade, R\$ 4,3 bilhões (em valores nominais). Da mesma forma, a subvenção a projetos de inovação da Finep, um dos principais instrumentos de fomento à inovação e o mais adequado para inovações de maior risco, virtualmente desapareceu em 2017, somando não mais do que R\$ 61 milhões” (DE NEGRI et al., 2020, p. 9).

⁵⁶ “Os investimentos empresariais em P&D (como proporção do produto interno bruto – PIB) também caíram de maneira expressiva em 2017 em relação aos anos anteriores (tabela 1). Entre 2014 e 2017, o PIB real caiu 5,5%,² e o investimento em P&D se reduziu ainda mais. O investimento em P&D como proporção do PIB das empresas que fazem parte da Pintec, que tinha crescido marginalmente entre 2011 (0,55% do PIB) e 2014 (0,58%), se reduziu para 0,50% do PIB em 2017. Essa é a primeira vez na história da Pintec que os investimentos em P&D caem em relação ao PIB” (DE NEGRI et al., 2020, p. 7).

Segundo João Alberto De Negri, a parceria entre Estado e a iniciativa privada é particularmente relevante em momentos como o da crise ocasionada pela COVID-19. De acordo com o pesquisador, o investimento das empresas brasileiras em P&D “reduz mais do que proporcionalmente nos períodos de recessão econômica”⁵⁷ e a pandemia “terá impactos substanciais na estrutura produtiva dos países, em especial, do Brasil” (DE NEGRI, 2022, p. 2).

Reconhecida, assim, a relevância dos investimentos públicos em CT&I e do fomento à inovação nas empresas, impende salientar que a atuação do poder público nesta seara não se justifica apenas para a correção de falhas do mercado⁵⁸, como no caso das externalidades negativas geradas pela crise sanitária. Ou seja, o papel do Estado não se resume à recuperação do equilíbrio do livre mercado quando a alocação de bens e serviços se mostra ineficiente.

A partir da interpretação sistemática da Constituição Econômica brasileira e haja vista os objetivos fundamentais da República positivados no artigo 3º da CF/88, é possível depreender que a direção da atuação estatal na área da CT&I deve estar, precipuamente, direcionada ao propósito central de superação da condição periférica e da dependência tecnológica. Assim, “o assunto ‘tecnologia’ não pode ser desatrelado do desenvolvimento” (TAVARES, 2019, p. 14).

Nesse sentido, o § 1º do artigo 218 da CF/88 determina que a atividade científica e tecnológica receberá tratamento prioritário do Estado, visando o bem público e o progresso da

⁵⁷ João Alberto De Negri explica que “um dos fatores desta dinâmica está relacionado com a forte dependência dos centros de pesquisa e de recursos de grandes empresas multinacionais. Na crise, as grandes empresas mundiais, que mais dispõem em P&D, tendem a manter suas atividades de pesquisa no seu país de origem e os recursos são direcionados para os ambientes de países que têm mais capacitações de pesquisa básica, recursos científicos e, de forma especialmente relevantes estão voltados para obterem apoio de políticas públicas de incentivos especiais para a científica e tecnologia para superar os momentos de crise. Outro fator que reduz os investimentos em pesquisa e ciência no Brasil é a forte dependência do preço internacional dos produtos que as empresas brasileiras produzem e comercializam no mercado internacional que tendem a cair mais do que proporcionalmente à renda mundial, a exemplo dos produtos agrícolas, minérios, petróleo etc. As empresas brasileiras têm uma defasagem estrutural e se especializaram na produção de setores de baixa intensidade tecnológica em que o esforço em P&D é relativamente menor” (DE NEGRI, 2022, p. 2-3).

⁵⁸ De acordo com Fábio Nusdeo, “as falhas do mercado correspondem a situações nas quais os seus pressupostos de funcionamento não se fazem presentes, tornando-o inoperacional”. O professor discorre que o mercado apresenta seis falhas principais: 1) quanto à mobilidade de fatores; 2) quanto à transparência ou acesso à informação; 3) quanto à concentração econômica; 4) quanto aos efeitos externos e externalidades, nas quais poderiam ser compreendidas as consequências negativas da pandemia para a economia; 5) quanto ao suprimento de bens coletivos; 6) quando os custos da transação são desconsiderados. A teoria econômica tradicional justifica a intervenção do Estado no domínio econômico quando presentes alguma dessas falhas de mercado, “desde que cercada das indispensáveis cautelas para limitá-la ao estritamente necessário, a fim de suprir as disfunções maiores do sistema”. Afirma ainda que “a ação do Estado nessa condição de mero controlador das inoperacionalidades do mercado recebeu o nome de capitalismo regulamentar, neoliberalismo e outros”. No entanto, para Nusdeo, a ação do Estado na economia não se esgota nessas funções. Por meio da política econômica, “objetivos de caráter político também são colocados para o desempenho do sistema como um todo, levando o Estado a dele participar com vistas a direcioná-lo” (NUSDEO, 2020, p. 136-138).

ciência, da tecnologia e da inovação. E o § 2º do artigo 218, por sua vez, dispõe que a pesquisa tecnológica voltar-se-á preponderantemente para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional⁵⁹.

Além disso, é fundamental a existência de arranjos institucionais focados no fortalecimento de vínculos de aprendizagem e na criação de capacidade de produção competitiva, a fim de que o conhecimento científico e tecnológico possa circular e se difundir pela economia e os seus benefícios possam ser aproveitados pela sociedade, como um todo. Para tanto, visando promover um ambiente de inovação mais dinâmico e integrado no Brasil, a EC n.º 85/2015 acrescentou o artigo 2018-B ao texto constitucional, determinando a organização de um Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).

Na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022, destaca-se que:

Há consenso na Academia, no Governo e na sociedade de que o crescimento econômico com equidade depende do fortalecimento, expansão, consolidação e integração do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. A experiência histórica e a de outros países demonstra que a geração de riqueza, emprego, renda e oportunidades, com a diversificação produtiva e o aumento do valor agregado na produção de bens e de serviços, depende diretamente do fortalecimento das capacidades de pesquisa e de inovação do País (BRASIL, 2016, p. 7).

Sistemas nacionais de CT&I podem ser definidos como uma rede articulada de instituições públicas e privadas cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam e difundem novas tecnologias. Por meio desses sistemas, são ordenadas relações que resultam na produção e difusão de conhecimentos novos e economicamente úteis (FREEMAN, 1995; LUNDVALL, 1992 *apud* MAZZUCATO, 2014). Seus principais atores compõem a chamada “tripla hélice”: governo, setor privado e instituições de ciência, tecnologia e inovação. Mariana Mazzucato ressalta o papel estruturante do Estado na articulação desse sistema, que

⁵⁹ André Ramos Tavares defende que o § 2º do art. 218 da CF/88 diz respeito às pesquisas realizadas com recursos públicos. Tendo em vista que a *livre iniciativa* é um dos fundamentos da ordem econômica (art. 170, *caput*), as empresas, utilizando recursos exclusivamente privados, teriam plena liberdade de pesquisa: “A primeira cautela que há de se ter quando da leitura do dispositivo acima é que a pesquisa tecnológica a que se faz menção é a promovida pelo ente estatal e não a promovida pelo particular, pelo agente privado. É o Estado (conforme determina o *caput* do dispositivo) que há de direcionar a sua pesquisa tecnológica para os fins sociais indicados pela norma constitucional transcrita. (...) A imposição, ao particular, enquanto atue com recursos exclusivamente privados, de que a sua pesquisa tecnológica tenha, necessariamente, uma destinação social específica, qual seja, a solução dos problemas brasileiros em âmbito nacional ou regional, é inconsistente com o já mencionado princípio da livre iniciativa (ainda que se admita – como se há de admitir – que esteja mitigado pela busca da promoção ou justiça social). Eventual benefício social, ocasionado pela pesquisa tecnológica promovida pelo agente privado, não deixará de ser uma mera *externalidade* positiva, fora de um dos propósitos principais da empresa, que é obter competitividade no mercado, por meio de inovações e/ou atualizações de seus produtos” (TAVARES, 2007, p. 11).

não se limita à criação de conhecimento por meio de universidades e laboratórios nacionais, mas envolve também a mobilização de recursos que permitam a difusão do conhecimento e da inovação por todos os setores da economia. E faz isso mobilizando as redes de inovação existentes ou facilitando o desenvolvimento de novas, que reúnam um grupo diverso de partes interessadas. Entretanto, não basta ter um sistema nacional que seja rico em redes horizontais e verticais. O Estado precisa comandar o processo de desenvolvimento industrial, criando estratégias para o avanço tecnológico em áreas prioritárias (MAZZUCATO, 2014, p. 71).

Em desenvolvimento econômico depende do fortalecimento, expansão, consolidação e integração do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. A experiência histórica e a de outros países demonstra que a geração de riqueza, emprego, renda e oportunidades, com a diversificação produtiva e o aumento do valor agregado na produção de bens e de serviços, depende diretamente do fortalecimento das capacidades de pesquisa e de inovação do País.

Como partes integrantes do SNCTI brasileiro, a Constituição prevê que a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão firmar instrumentos de cooperação com órgãos e entidades públicas e com entidades privadas, inclusive para o compartilhamento de recursos humanos especializados e capacidade instalada, para a execução de projetos de pesquisa, de desenvolvimento científico e tecnológico e de inovação, mediante contrapartida financeira ou não financeira assumida pelo ente beneficiário, na forma da lei (art. 219-A).

Ainda, desde o seu texto original, a Constituição faculta aos Estados e ao Distrito Federal vincular parte de sua receita orçamentária a entidades públicas de fomento ao ensino e à pesquisa científica e tecnológica (art. 218, § 5º). A PEC n.º 290/2013 propôs, inicialmente, a extensão desta faculdade à União, o que, no entanto, não prevaleceu em seu substitutivo. Como justificativa para a exclusão da proposta de alteração do artigo 218, § 5º da CF/88, o Relator da PEC alegou, reproduzindo os argumentos do Poder Executivo em audiência pública realizadas para debater o tema, que haveria maior flexibilidade na administração do orçamento público federal se tal vinculação não fosse acrescentada ao texto constitucional. Mesmo sem a alteração do dispositivo, o Relator deixou registrado que há de se cobrar um compromisso do Poder Executivo Federal, por meio das leis orçamentárias, com a efetiva destinação de recursos, em quantidade satisfatória, às entidades públicas de fomento ao ensino e à pesquisa científica e tecnológica (BRASIL, 2013a).

Além das mudanças efetuadas no Capítulo IV do Título VIII da CF/88, a Emenda Constitucional n.º 85/2015 promoveu alterações em outros dispositivos constitucionais para atualizar o tratamento das atividades de ciência, tecnologia e inovação.

Com redação dada pela EC n.º 85/2015, o inciso V do artigo 23 dispõe que é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proporcionar meios de acesso à ciência, à tecnologia, à pesquisa e à inovação. Por sua vez, o inciso IX do artigo 24 assenta que compete concorrentemente à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar sobre ciência, tecnologia, pesquisa, desenvolvimento e inovação.

Já o § 5º do artigo 167 possibilita a transposição, remanejamento, ou transferências de recursos de uma categoria de programação, no âmbito das atividades de ciência, tecnologia e inovação, mediante ato do Poder Executivo, sem a necessidade de prévia autorização legislativa. A inclusão do § 5 ao artigo 167 objetiva conceder maior liberdade e eficiência na administração dos recursos destinados a pesquisas e inovações tecnológicas, “desde que o objetivo final dessa maior liberdade seja o atingimento das metas científicas estabelecidas” (BRASIL, 2013a).

Finalmente, resta estipulado que o Poder Público concederá apoio financeiro às atividades de pesquisa, de extensão e de estímulo e fomento à inovação realizadas pelas universidades e pelas instituições de educação profissional e tecnológica (art. 213, § 2º) e que o desenvolvimento científico e tecnológico e a inovação também deverão ser incrementados no campo de atuação do Sistema Único de Saúde (art. 200, V).

Observa-se, assim, uma série de alterações empreendidas no texto constitucional visando enfatizar a necessidade da atuação prioritária do Estado brasileiro no planejamento de políticas voltadas ao fomento da ciência, tecnologia e inovação.

A importância de fórmulas normativas de incentivo à inovação e às novas tecnologias são uma preocupação social e jurídica, em especial, para países subdesenvolvidos, que ainda não romperam com as amarras da baixa incorporação tecnológica. Com a promulgação da Constituição 1988, essa preocupação incorporou-se à política econômica nacional como forma de direcionar a atividade do Estado no campo econômico ao desenvolvimento da ciência e tecnologia para incremento da capacidade produtiva e para usufruto e bem-estar da sociedade (TAVARES, 2019).

Uma vez que os comandos do poder constituinte originário não foram suficientes no sentido de mobilizar a atuação do poder público para a consecução da tão almejada autonomia tecnológica, a EC n.º 85/2015 apresenta-se como um reforço ao apelo de priorização da CT&I, notadamente, em razão de sua importância frente aos desafios da atual revolução digital.

O novo marco constitucional serviu como fundamento para diversas atualizações legislativas no campo da CT&I. Em 2016, com a aprovação do Código Nacional da Ciência,

Tecnologia e Inovação (Lei n.º 13.243/2016)⁶⁰, a Lei de Inovação (Lei n.º 10.973/2004) foi alterada, de modo a reduzir obstáculos legais e burocráticos e conferir maior flexibilidade às instituições atuantes no SNCTI. Além disso, o marco legal introduziu novos instrumentos de estímulo ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação.

Em 2019, foi editada a chamada Nova Lei de Informática (Lei n.º 13.969/2019), que alterou a Lei n.º 8.248/1991, trazendo mudanças positivas na maneira como empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação passaram a ter estímulos fiscais para manter suas fábricas no Brasil e investir em pesquisa, desenvolvimento e inovação, com vista a contribuir para a maior competitividade do setor.

Em 2021, por meio da Lei n.º 14.133/2021, foram promovidas modificações na Lei Geral de Licitações (Lei n.º 8.666/1993), dispondo sobre novos mecanismos pelos quais é possível utilizar compras públicas como instrumentos de estímulo à inovação, entre os quais: *i*) as margens de preferência, pelo qual o poder público pode aumentar em até 20% os preços de produtos e serviços cujo desenvolvimento tecnológico tenha sido realizado no país; *ii*) diálogos competitivos, que preveem a apresentação de soluções diferenciadas para um problema a ser resolvido pelo poder público; e *iii*) prêmios para a inovação (RAUEN, 2021).

Em 2021, ainda é possível citar a edição da Lei Complementar n.º 182/2021, que instituiu o Marco Legal das *startups* e do empreendedorismo inovador, visando patrocinar uma regulação jurídica que favorece o surgimento e o desenvolvimento do empreendedorismo de base tecnológica no país. Com o objetivo de resolver demandas públicas que exijam soluções inovadoras e emprego de novas tecnologias, bem como de promover a inovação no setor produtivo por meio do uso do poder de compra do Estado, esta lei discorre sobre modalidades especiais de licitação e de contratos

⁶⁰ Além de atualizar a Lei n.º 10.973/2004, a Lei n.º 13.243/2016 promoveu alterações em uma série de outras leis, conforme se segue: a) Lei n.º 6.815/1980 (Estatuto do Estrangeiro), objetivando incluir visto temporário para pesquisador; b) Lei n.º 8.666/1993 (Lei de Licitações), prevendo dispensa de licitação para produtos de CT&I; c) Lei n.º 12.462/2011 (Lei de Regime Disciplinar Diferenciado de Contratações Públicas - RDC), incluindo no RDC as ações em órgãos e entidades dedicados à ciência, à tecnologia e à inovação; d) Lei n.º 8.745/1993 (Lei de Contratação Temporária no Serviço Público), possibilitando a contratação de técnico com formação em área tecnológica para projetos de pesquisa com prazo determinado; e) Lei n.º 8.958/1994, tornando mais claras as possibilidades e a forma de operacionalizar a captação dos recursos financeiros extraorçamentários advindos da prestação deles mediante fundações de apoio associadas a Instituições de Científica, Tecnológica e de Inovação (ICTs); f) Lei n.º 8.032/1990 (Lei de Importação), prevendo importação com isenção de imposto para ICTs e para empresas, na execução de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação; h) Lei n.º 12.772/2012, flexibilizando a relação dos professores com as ICTs.

públicos para soluções inovadoras no intuito de facilitar, flexibilizar e garantir segurança jurídica à contratação de *startups* pela Administração Pública direta e indireta.

Destaca-se que, na redação original PEC n° 290/2013, convertida na EC n° 85/2015, havia sido proposto que, para promover o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação, o Estado poderia se valer de mecanismos especiais ou simplificados de contratação de bens e serviços, de controle e de tributação, na forma da lei. No entanto, neste ponto, a proposta não foi aprovada, tendo em vista o consenso de que tal matéria não precisaria ser tratada pela Constituição Federal (BRASIL, 2013a). Não há, portanto, qualquer óbice para sua regulamentação pelo legislador infraconstitucional.

Em paralelo à produção legislativa elencada, a relevância dada pela Constituição de 1988 à ciência, tecnologia e inovação, com o reforço da EC n° 85/2015, fundamentou a elaboração pelo governo federal de políticas de inovação especialmente voltadas à inserção do Brasil na era da Quarta Revolução Industrial e à promoção de novas tecnologias digitais, em especial, da Internet das Coisas.

Considerando o objeto do presente estudo, dentre essas políticas, merece destaque a Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital) e o Plano Nacional de Internet das Coisas.

Instituída pelo Decreto n° 9.319/2018, a E-Digital tem por objetivo aproveitar o potencial das tecnologias digitais para a promoção do desenvolvimento econômico e social sustentável e inclusivo, com o aumento da competitividade, da produtividade e dos níveis de emprego e renda no país. A Estratégia inclui expressamente a Internet das Coisas como um eixo temático indispensável à transformação digital da economia brasileira, estabelecendo ações e incentivos que devem ser implementados para a promoção da IoT, dentre elas, a aprovação do Plano Nacional de Internet das Coisas.

Após intensos diálogos entre governo federal, iniciativa privada, centros de pesquisas e academia e a elaboração de um estudo patrocinado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e pelo Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social, foi juridicamente formalizado o Plano Nacional de IoT com a edição do Decreto n° 9.854/2019, visando “estimular a integração entre os setores científico, tecnológico e econômico do País e os diversos setores empresariais afetos às tecnologias provenientes da Internet das Coisas” (BRASIL, 2019, p. 1).

A análise do Decreto n.º 9.319/2018 e, mais detidamente, do Decreto n.º 9.854/2019 será retomada no capítulo 3 do presente trabalho. Neste momento, interessa ressaltar que a importância desses atos normativos não decorre de promessas políticas de modernização ou de apelos setoriais, mas da força constitucional conferida à CT&I, assim como do papel jurídico-institucional atribuído ao Estado na promoção de novas tecnologias com o objetivo de superação do subdesenvolvimento e da dependência tecnológica.

2.3 Desenvolvimento econômico, autonomia tecnológica e redução das desigualdades sociais

Ainda sobre a tutela jurídico-constitucional da CT&I, é especialmente relevante para a concretização do projeto nacional de desenvolvimento prescrito na Constituição Federal o exame do que dispõe o caput do artigo 219: “o mercado interno integra o patrimônio nacional e será incentivado de modo a viabilizar o desenvolvimento cultural e socioeconômico, o bem-estar da população e a autonomia tecnológica do país, nos termos de lei federal”.

Gilberto Bercovici afirma que o programa econômico nacional-desenvolvimentista elaborado por Celso Furtado foi incorporado à Constituição Federal por meio do artigo 219, condensando-se no dispositivo o chamado “desafio furtadiano”:

(...) o disposto no artigo 219 da constituição de 1988 tem sua inspiração teórica na concepção de ‘desenvolvimento endógeno’ elaborada por Celso Furtado. (...) Segundo Furtado, os fins do desenvolvimento devem ser fixados pela própria sociedade nacional, como faz o texto constitucional de 1988. No entanto, a vontade política para orientar e favorecer as transformações econômicas e sociais é indispensável para impulsionar e conduzir o processo de desenvolvimento endógeno. Um dos objetivos deste processo é a homogeneização social com a garantia da apropriação do excedente econômico pela maior parte da população. O desenvolvimento endógeno exige também a internalização dos centros de decisão econômica, a dinamização e a integração do mercado interno, com grande ênfase para o desenvolvimento tecnológico, como dispõe o artigo 219 (BERCOVICI, 2022, p. 421).

A internalização dos centros de decisão econômica, como forma de assegurar a execução da política de superação do subdesenvolvimento, demanda a integração e expansão do mercado interno, cuja inclusão no texto constitucional não deve ser compreendida apenas como sinônimo de economia de mercado, e sim como centro dinâmico da economia nacional.

O fato de o mercado interno integrar patrimônio nacional revela-se como verdadeira expressão da soberania nacional (art. 170, I, da CF/88), importando na sua subordinação ao poder

e controle do titular deste patrimônio, que é a nação brasileira (GRAU, 2018; BERCOVICI, 2022). De acordo com Eros Grau (2018), a integração do mercado interno ao patrimônio nacional trata-se, assim como o artigo 3º da CF/88, de um “princípio constitucional impositivo”, dotado de caráter conformador.

Nesse sentido, conforme o comando do artigo 219, o Estado tem o dever de incentivar o mercado interno, conduzindo as atividades que o compõem em favor dos interesses próprios da nação⁶¹, a fim reduzir a vulnerabilidade externa brasileira, garantir a autonomia tecnológica e viabilizar a homogeneização social.

A vulnerabilidade externa diz respeito à “baixa capacidade do país resistir à influência de fatores desestabilizadores ou choques externos” (BERCOVICI, 2022, p. 422). No Brasil, essa vulnerabilidade está historicamente atrelada a uma agenda produtiva pouco diversificada, baseada em bens primários e com baixa participação de produtos manufaturados e de alta tecnologia. Isto, por consequência, torna o país mais suscetível a flutuações cíclicas da economia global. Sintetizando as considerações da CEPAL sobre a fragilidade das economias periféricas no sistema econômico mundial, Bercovici explica que:

Ligada ao conceito de centro-periferia está a formulação da ideia da deterioração dos termos de troca. Esta deterioração é uma tendência de longo prazo, inerente ao intercâmbio entre os produtos primários mais baratos da periferia com os produtos industrializados mais caros do centro. Com a deterioração dos termos de troca, a periferia perde parte dos frutos de seu próprio progresso técnico, transferindo-os parcialmente para o centro. O impacto negativo da deterioração dos termos de troca no desenvolvimento da periferia revela-se nas flutuações cíclicas da economia mundial: nas fases de expansão, os preços dos produtos primários sobem mais, mas também caem mais nas fases de declínio, perdendo mais na contração do que haviam ganho na expansão. O resultado concreto é a diferenciação dos níveis de renda e de vida entre o centro e a periferia (BERCOVICI, 2004, p. 155-156).

André Ramos Tavares ilustra bem esse cenário ao discorrer sobre a crise econômica brasileira iniciada em 2014 em razão, especialmente, da queda no preço das *commodities*⁶².

⁶¹ Eros Grau explica que “a alusão ao dever de o Estado incentivá-lo [o mercado interno] - porque de dever se trata - evidentemente não coarta a intervenção estatal, por direção, sobre ele. O preceito, no seu todo, antes - pelo contrário - a fundamenta” (GRAU, 2018, p. 252).

⁶² “Nesse esteio, nosso recente período de crise econômica, a partir de 2014, gerada pela queda no preço das *commodities*, denuncia nossa dependência histórica de uma agenda produtiva nacional pouco diversificada e com baixa participação de manufaturados e de produtos de alta tecnologia. De acordo com estudo “*Géopolitique de la Nouvelle Amérique Latine: pensées stratégiques et enjeux politiques*” realizado pelo IRIS - *Institut de Relations Internationales*, a partir de 2010 uma nova conjuntura econômica surge para os países latino-americanos que provoca a queda da atividade econômica. Entre os principais fatores dessa queda destaca-se a diminuição da demanda chinesa pelos principais produtos de exportação latino-americanos. Uma publicação de 2016 capitaneada pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento sustenta que o preço das matérias primas (principal produto de exportação dos países da América

Segundo o professor, a instabilidade enfrentada pelo Brasil denuncia a vinculação do país a uma balança comercial fundada na exportação de bens de baixa complexidade e a dependência nacional de tecnologias estrangeiras. Diante desse quadro, a “diversificação da matriz econômica, que demanda, na atualidade, assimilação de tecnologia e agregação de valor nos diversos bens e serviços ofertados, é uma das linhas mestras da Constituição Econômica” (TAVARES, 2019, p. 17).

No entanto, Tavares (2019) ressalta que é preciso distinguir acesso aos produtos tecnológicos e acesso à tecnologia e, ainda, o acesso que gera apenas o uso da tecnologia e, eventualmente, algum domínio e aquele que é capaz de promover uma mudança estrutural no funcionamento da economia. Em um caso, há um incremento tópicos em apenas alguns segmentos econômicos e, em outro, é possível conceber uma nova economia. No diz respeito apenas ao acesso a produtos com tecnologias avançadas,

Embora o agente capitalista, como elemento básico do comércio em geral, pretenda alcançar o maior número possível de mercados consumidores, essa difusão significa apenas sucesso empresarial específico (individual) e não necessariamente acesso ao domínio da tecnologia que é comercializada. Acesso ao produto com tecnologia de ponta não equivale a acesso ao domínio dessa tecnologia, que resta protegida em diversas “camadas”, pelo Direito internacional, pelo Direito nacional, pelos organismos internacionais e pelos contratos comerciais (TAVARES, 2019, p. 24).

Já o que se denomina uso “subdesenvolvido das tecnologias desenvolvidas” (GUIBOURG, 1993 apud TAVARES, 2019) ocorre quando novas tecnologias são incorporadas sem oportunidade crítica, ou seja, sem serem questionados os seus procedimentos anteriores, salvo no que for estritamente necessário para a recepção dessa técnica, mantendo-se, assim, as estruturas anteriores à tecnologia adquirida. Embora haja acesso às tecnologias avançadas, este não é capaz de promover a integração de suas potencialidades inerentes, haja vista que se perpetuam as mesmas organizações arcaicas de uma economia não tecnológica.

Dessa forma, diante das novas tecnologias digitais, o Estado pode apenas emitir uma regulação mais imediata para o seu uso, permanecendo desatento a um cenário econômico maior,

Latina) caiu desde o segundo semestre de 2011. Ainda nesse sentido, segundo estudo do FMI - Fundo Monetário Internacional, a queda dos preços das commodities foi mais abrupta desde meados de 2014. O principal produto cujo preço decresceu foi o petróleo bruto, seguido pelo preço dos metais e alimentos. Esse quadro externo de dificuldades deve ser compreendido, ainda, com as diversas ocorrências internas de cada país. Todo esse conjunto contribuiu para a diminuição do crescimento das economias latino-americanas, principalmente aquelas com PIB mais relevante, como é o caso de Brasil e México” (TAVARES, 2019, p. 17).

ou adquirir uma consciência mais profunda da mudança tecnológica e das necessidades decorrentes da economia digital em termos de sua plena incorporação por meios normativos adequados à homogeneização de seus benefícios (TAVARES, 2019).

É justamente essa reflexão que se busca incorporar ao objeto da presente dissertação. A promoção da Internet das Coisas no Brasil depende de sua regulação imediata, de forma a garantir segurança jurídica e condições necessárias ao seu desenvolvimento. Por outro lado, também é necessário que a IoT seja compreendida dentro do contexto econômico e social no qual está inserida em âmbito mundial e, sobretudo, diante da realidade brasileira, de maneira a serem adequadamente identificados os desafios que precisam ser enfrentados para a evolução autônoma da tecnologia, desvinculada, portanto, dos interesses próprios dos centros hegemônicos de poder.

No percurso desta análise, merece ainda ser lembrada a diferença traçada por Celso Furtado (1974) entre modernização e desenvolvimento. Em sua obra, Furtado elabora o argumento de que os países subdesenvolvidos não são atrasados porque não entraram na “modernidade”, mas porque esse ingresso se deu tardiamente e de modo equivocado e subordinado.

A modernização ocorre com a adoção pela periferia de padrões de consumo sofisticados sem o correspondente processo de acumulação de capital nem progresso nos métodos produtivos, limitando-se o acesso e os benefícios das tecnologias mais avançadas ao estilo de vida de uma minoria privilegiada. Com a pressão no sentido de acompanhar a renovação dos padrões de consumo do centro, surge uma tendência à concentração de renda por essa minoria que se reflete em desigualdades nas estruturas sociais. Embora possa resultar em crescimento econômico, a modernização não proporciona efetivamente a melhoria das condições de vida da maior parte da população, perpetuando-se, assim, o quadro de subdesenvolvimento.

Logo, em uma sociedade dita “modernizada”, mas subdesenvolvida, como é o caso do Brasil, há uma evidente oscilação entre o avanço tecnológico e a adequada distribuição de seus recursos e proveitos. A distribuição heterogênea da incorporação tecnológica implica na constante “oposição ou tensão entre um polo rico e um polo pobre, um setor moderno e um setor arcaico” (COMPARATO, 1989). Na profunda dissonância entre os padrões de consumo da elite e das massas, sustenta-se, internamente, a desigualdade e, externamente, a dominação cultural e a dependência tecnológica.

O desenvolvimento, por outro lado, está relacionado à difusão do progresso técnico por toda a economia, transformando as estruturas produtivas e sociais para satisfazer os interesses próprios

da nação. Não pode ser confundido apenas com a ideia de crescimento econômico, demandando a elevação do nível cultural-intelectual comunitário e um movimento ativo de mudança social (GRAU, 2018).

O processo de desenvolvimento socioeconômico não é natural, mas voluntário e planejado. Para tanto, de acordo com o que determina o artigo 219 da Constituição Federal, é necessária uma política de longo prazo a partir da qual seja deliberadamente perseguida a “autonomia tecnológica”.

Bercovici explica que a autonomia tecnológica deve ser compreendida como a capacidade de um país tomar decisões autônomas em questões de tecnologia e gerar, de modo independente, os elementos críticos do conhecimento técnico necessários à inovação tecnológica. Assim, a “autonomia tecnológica de um país diz respeito a sua capacidade potencial autônoma de produzir internamente os bens e serviços essenciais à sua estratégia de desenvolvimento nacional” (BERCOVICI, 2022, p. 409).

A autonomia ou a dependência de uma sociedade diante do desafio tecnológico é o que vai determinar o seu papel, de sujeito ou objeto, no sistema econômico internacional (GRAU, 2018). Cabe então, ao Estado, viabilizar o rompimento do processo de dependência no qual estão estagnadas as sociedades subdesenvolvidas. Assim, uma política voltada ao desenvolvimento científico e tecnológico deve se preocupar, sobretudo, com a necessidade de criar tecnologia própria, saber como absorver tecnologia importada e distribuir homogeneamente os benefícios econômicos e sociais do progresso técnico.

Quanto a este último aspecto, nos termos da Constituição de 1988, a redução das desigualdades é o objetivo fundamental da República, previsto no inciso III do artigo 3º, ao lado da erradicação da pobreza e da marginalização. O propósito de homogeneização social é reafirmado no inciso IV do artigo 170 como princípio da ordem econômica nacional, que tem por fim assegurar a todos a existência digna.

Como um “princípio constitucional impositivo”, “diretriz” ou “norma-objetivo”, é possível observar que o propósito de redução das desigualdades sociais se evidencia, inclusive, no que determina o artigo 219 da CF/88 quanto ao incentivo do mercado interno de modo a viabilizar o bem-estar da população. Isto porque o bem-estar social não poderá ser alcançado enquanto perpetuada a miséria e a exclusão de grande parte da população dos proveitos da tecnologia e, na atualidade, dos benefícios potenciais da economia digital.

É nesse sentido que o reconhecimento constitucional explícito das marcas que caracterizam a realidade brasileira (pobreza, marginalização e desigualdades) também deve orientar a formulação de políticas públicas voltadas à ciência, tecnologia e à inovação como uma faceta da política nacional de desenvolvimento. Portanto, por ordem da Constituição Federal, não pode ser menosprezada pelo Estado a importância da CT&I e, em especial, das novas tecnologias para o combate à miséria e à exclusão social, conforme se extrai da lição a seguir:

Como determina a própria Constituição de 1988, a superação do subdesenvolvimento passa, necessariamente, pela redução das desigualdades sociais e pela erradicação da miséria do povo brasileiro. As políticas de desenvolvimento científico e de inovação não podem, de forma alguma, ser desvinculadas deste problema essencial da sociedade brasileira, sob risco de serem efetivamente inócuas, sem grande contribuição para a transformação das estruturas econômicas e sociais do país (BERCOVICI, 2022, p. 430).

Diante do que foi até agora abordado, principalmente no que se refere aos comandos dos artigos 3º, 218 e 219 da Constituição Federal de 1988, e tendo em vista os desafios que se projetam em razão da nova revolução tecnológica em curso, cabe questionar se o Brasil terá capacidade de desenvolver e dominar, de forma autônoma, as novas tecnologias digitais e, notadamente, a Internet das Coisas, ou se haverá dependência dos conhecimentos e tecnologias estrangeiros. Cabe questionar também se o desenvolvimento da IoT no território nacional, ao se deparar com a realidade brasileira, será capaz de transformá-la ou irá perpetuar ou mesmo aprofundar as desigualdades já existentes.

2.4 Soberania econômica na era digital

Por fim, tendo em vista que a questão da autonomia e do desenvolvimento científico e tecnológico é tema que decorre diretamente da soberania econômica nacional (BERCOVICI, 2022), o artigo 170, I, da CF/88 interessa sobremaneira à presente análise.

A soberania econômica pode ser entendida como a capacidade de um país determinar o seu sistema econômico e dispor, de forma independente, de seus recursos naturais e da tecnologia como parte fundamental do propósito maior de garantir o desenvolvimento nacional. Por também ser considerada um “princípio constitucional impositivo”, “diretriz” ou “norma-objetivo”, a reger a atividade econômica nacional, a soberania não se limita ao disposto no título próprio à ordem econômica e financeira (Título VII da CF/88), permeando toda a Constituição Econômica, como

instrumento para a realização do fim de assegurar a todos a existência digna e objetivo específico a ser alcançado (GRAU, 2018).

A soberania econômica nacional não supõe o isolamento econômico, mas o desenvolvimento da economia nacional e a ruptura da dependência tecnológica brasileira em relação aos países desenvolvidos, atrelada historicamente ao processo de industrialização tardia, conforme explica Eros Grau:

Talvez um dos sintomas mais pronunciados dessa dependência se encontre, nos nossos dias, como anotei em outra oportunidade, na dissociação entre *tecnologia usada* e a pobreza da *tecnologia concebida ou concebível* pelas sociedades dependentes. No nosso caso, o processo de industrialização que nos legou um capitalismo tardio, ou seja, instalados em um momento em que, como observa João Manoel Cardoso de Mello, ‘o capitalismo monopolista se torna dominante em escala mundial, isto é, em que a economia capitalista já está constituída’ – produziu entre outras sequelas, a da institucionalização de nossos agentes econômicos como meros intermediários entre produtores industriais estrangeiros e o mercado. Deles se fez agentes comerciais de repasse de tecnologia importada ao consumidor – cuida-se não de *produtores industriais*, mas de *fabricantes*. Os anos sessenta, com a consolidação das corporações multinacionais no mercado internacional, definiram nitidamente, o nosso papel de consumidores de tecnologia externa (GRAU, 2018, p. 224).

Eros Grau ressalta que o pensamento hegemônico, ligado a concepções neoliberais sobre a “modernização”, tende a perpetuar o papel da periferia como consumidora de bens tecnológicos provenientes do centro, bloqueando toda e qualquer tendência à produção e utilização de tecnologia local pelas sociedades subdesenvolvidas ou o esforço para concebê-la, além de taxar como “retrógrado” o papel do Estado na busca pelo desenvolvimento tecnológico das nações periféricas.

Contra essa tendência, o professor enfatiza novamente que a soberania econômica, como objetivo e instrumento para a ruptura da condição de dependência externa, demanda políticas públicas voltadas, “não ao isolamento econômico, mas a viabilizar a participação da sociedade brasileira, em condições de igualdade, no mercado internacional” (GRAU, 2018, p. 225).

Portanto, a concepção clássica da soberania econômica está relacionada à ideia de um sistema nacional capitalista não dependente. E, considerando especialmente o caráter prescritivo da norma constitucional, impõe que o Estado brasileiro persiga o desenvolvimento “autocentrado, nacional e popular”, busque a independência de sua política econômica em relação aos centros hegemônicos de poder, não aceite a permanência de profundas desigualdades sociais e se aproprie do progresso técnico em prol da transformação de sua realidade periférica.

Traçadas essas primeiras acepções sobre a soberania econômica nacional, é importante ressaltar, nas palavras de Eros Grau, que a “realidade social é o presente” e que a aplicação do direito econômico não é mera dedução do texto normativo, mas, sim, um processo contínuo de adaptação de suas normas à realidade. Nesse sentido, a Constituição Econômica é dinâmica e “o significado válido dos princípios é variável no tempo e no espaço, histórica e culturalmente” (GRAU, 2018, p. 162).

O dinamismo dos princípios constitucionais e a necessidade de apreensão da realidade atual podem ser ilustrados nas seguintes palavras de Celso Furtado (2005 apud SANTOS, 2016, p. 25): “todos estão conscientes de que as relações internacionais tendem a sofrer modificações de grande monta e o Brasil terá de enfrentá-las antes que o quadro internacional restrinja ainda mais a nossa capacidade de exercer a soberania”.

O que se observa do momento presente é que as disputas relacionadas à nova economia digital são desafios adicionais à efetividade e concretude da norma contida no artigo 170, I, da CF/88. Este “princípio constitucional impositivo”, diante da realidade presente, defronta-se com novos elementos de valor capazes de influenciar política e economicamente a posição da dependência do Brasil no sistema internacional, dentre os quais figuram as tecnologias digitais, as plataformas e, sobretudo, os dados – considerados o recurso mais valioso desta Quarta Revolução Industrial. Nessa direção, Bercovici (2022, p. 405) afirma que “o controle de tecnologias *Big Data* é fundamental para o desenvolvimento nacional e a própria soberania”.

Ou seja, atualmente, questões atinentes à soberania econômica de uma nação (e mesmo há de se considerar a soberania em sua concepção política e como princípio a reger as relações internacionais⁶³) estão sendo tomadas por preocupações próprias ao mundo digital. O que se intensifica conforme a disputa entre países (e entre grandes plataformas digitais⁶⁴) pela influência e controle dos espaços internacionais expande-se aos ambientes virtuais transfronteiriços.

⁶³ Eros Grau destaca que a Constituição Federal dispõe sobre a soberania como princípio da ordem econômica (art. 170, I) “após ter firmado, excessivamente – pois sem ela não há Estado – a *soberania política*, no art. 1º, como fundamento da República Federativa do Brasil, e, no art. 4º, I, a *independência nacional*, como princípio a reger suas relações internacionais” (GRAU, 2018, p. 223).

⁶⁴ André Ramos Tavares chama atenção para o fato de que “as grandes plataformas têm acesso a dados massivos da sociedade, devendo seu uso sofrer uma regulação e controle de intensidade minudentes e digitalmente adequados”. Mas especificamente algumas das plataformas digitais são capazes de recolher ou coletar e sistematizar dados extremamente sensíveis para a economia nacional, merecendo, novamente, uma atenção que não tem sido devidamente concedida, seja uma atenção do ponto de vista da soberania econômica, seja da tutela da concorrência” (TAVARES, 2020, p. 402).

Toda essa nova conjuntura evidencia que as possíveis discussões jurídicas relativas aos dados, às grandes plataformas e às novas tecnologias, como é o caso da Internet das Coisas, não se resumem apenas a um problema referente à privacidade e à proteção de dados sob a perspectiva individual, não obstante a relevância constitucional desta temática, incorporada ao inciso LXXIX do artigo 5º da CF/88 por meio da recente EC n.º 115, de 10 de fevereiro de 2022⁶⁵. Ao par disso, os interesses em disputa assumem um conteúdo político-econômico fundamental ao serem interpretados a partir da ideia de soberania digital ou soberania de dados. A esse respeito merecem destaque as considerações de Renata Ávila Pinto:

(...) a situação é mais complexa e envolve um elemento adicional que é frequentemente negligenciado. O poder da vigilância e a concentração dos dados coletados tanto pelos mecanismos públicos quanto privados centram-se em um pequeno número de atores, públicos e privados, sediados sobretudo em uma única jurisdição, e levam a uma rápida erosão da soberania do Estado e da democracia.

Nunca um setor pequeno teve tanto poder sobre o mundo inteiro, para monitorar o presente e prever comportamentos futuros não apenas de indivíduos, mas de populações inteiras. O problema é mais alarmante quando consideramos como os setores público e privado estão se fundindo em corporações em busca da dominação global, penetrando em todos os governos, movimentos populares, mediando toda ação na vida de cada pessoa conectada por meio de dispositivos digitais e coleta de dados. As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), a inovação da inteligência artificial e a capacidade de rapidamente implantar sistemas e infraestrutura nos mercados emergentes estão concentradas em apenas alguns países, que agora estão engajados em uma corrida para atingirem a liderança (PINTO, 2018, p. 16).

Uma característica comum aos atuais dilemas tecnológicos que, no entanto, não é novidade, é a potencialização de problemas históricos e a exposição das fragilidades sistêmicas que envolvem

⁶⁵ O art. 5º, LXXIX, da CF/88 dispõe que: *é assegurado, nos termos da lei, o direito à proteção dos dados pessoais, inclusive nos meios digitais*. Além de acrescentar o inciso LXXIX ao artigo 5º da Constituição Federal, incluindo a proteção de dados pessoais entre os direitos e garantias fundamentais, a EC nº 115/2022 atribuiu à União a competência administrativa para organizar e fiscalizar a proteção e o tratamento de dados pessoais, nos termos da lei (art. 21, XXVI) e a competência privativa para legislar sobre proteção e tratamento de dados pessoais. Vale ressaltar que a Constituição de 1988, desde a sua versão original, já assegurava o direito à privacidade no art. 5º, X: *são invioláveis a intimidade, a vida privada, a honra e a imagem das pessoas, assegurado o direito a indenização pelo dano material ou moral decorrente de sua violação*. Como justificativa para o acréscimo de mais um direito fundamental, o Senador Eduardo Gomes, autor da PEC n.º 17 de 2019 a partir da qual se originou a referida Emenda, asseverou que “A proteção de dados pessoais é fruto da evolução histórica da própria sociedade internacional: diversos são os países que adotaram leis e regras sobre privacidade e proteção de dados. Isso porque o assunto, cada vez mais, na Era informacional, representa riscos às liberdades e garantias individuais do cidadão. (...) De fato, a privacidade tem sido o ponto de partida de discussões e regulações dessa natureza, mas já se vislumbra, dadas as suas peculiaridades, uma autonomia valorativa em torno da proteção de dados pessoais, de maneira, inclusive, a merecer tornar-se um direito constitucionalmente assegurado. (...) Convictos de que o Brasil necessita muita mais do que uma lei ordinária sobre o assunto, apesar da envergadura jurídica da Lei no 13.709, de 14 de agosto de 2018 (LGPD), propomos a presente mudança à Constituição Federal.”

tanto a divisão do poder econômico em âmbito internacional quanto a perpetuação da condição de dependência tecnológica das sociedades periféricas. Sobre a transposição para o cenário digital de questões jurídico-institucionais estruturantes do capitalismo mundial, Pinto explica que:

(...) esses países e empresas [que lideram a atual corrida tecnológica] têm três elementos que a maioria dos países em desenvolvimento e até países de renda média não possuem atualmente. O primeiro elemento são recursos, tanto de capital (propriedade e controle de cabos, servidores e dados) quanto intelectuais (técnicos e instituições de pesquisa de ponta). O segundo elemento é a atual arquitetura jurídica nacional e internacional, que impede que os pequenos países adotem políticas que favoreçam a produção e compra de bens e serviços produzidos domesticamente, com a ameaça de processos judiciais nos tribunais internacionais pela adoção de medidas anticoncorrenciais. Isso limita a capacidade de pesquisa e inovação dos países em desenvolvimento e de renda média; o atual sistema de patentes e direitos autorais restringe artificialmente o compartilhamento de conhecimento e a capacidade de inovar em ritmo acelerado. Tais restrições só aumentarão, com pouca possibilidade de reversão, devido ao novo grupo de acordos de livre comércio, a Parceria Transpacífica (*Trans Pacific Partnership* - TPP, na denominação em inglês), a Parceria Transatlântica de Comércio e Investimentos (*Transatlantic Trade and Investment Partnership* - TTIP, na denominação em inglês) e o Acordo para o Comércio de Serviços (*Trade in Services Agreement* - TISA, na denominação em inglês). Algumas das disposições da nova geração de acordos comerciais consideram até as leis e políticas de privacidade mais rígidas em um país como uma barreira para o comércio, desconsiderando a primazia das normas de direitos humanos sobre qualquer outra lei.

O terceiro elemento, acessível de imediato a somente um pequeno grupo de países, é a disponibilidade de capital financeiro para testar e projetar novos modelos, por meio de fundos públicos, capital de risco ou parcerias público-privadas. Esses países estão investindo massivamente em pesquisa e desenvolvimento, não apenas para manter sua posição dominante no setor e expandir agressivamente para o maior número possível de mercados, mas também para explorar maneiras inovadoras de integrar a tecnologia da informação em todos os aspectos da administração pública, setor privado, sua defesa e segurança e o cumprimento dos direitos dos cidadãos.

O cenário é radicalmente diferente para países em desenvolvimento, nos quais a austeridade é a norma e a desigualdade digital logo será um problema bastante visível, inclusive em lacunas em educação e pesquisa, levando à absoluta dependência tecnológica. Esses países representam um terreno relativamente fácil de dominar e há uma corrida para isso por grandes empresas de tecnologia, particularmente entre os Estados Unidos da América e a China, à medida que a Europa fica para trás e suas empresas lutam para competir com seus homólogos nos EUA e na Ásia (PINTO, 2018, p. 17).

Como já retratado, um número muito reduzido de países, em especial os Estados Unidos e a China, disputam a hegemonia sobre as novas tecnologias e possuem relevante controle sobre o armazenamento de dados e a oferta de produtos, infraestrutura e serviços digitais.

A dimensão do problema atual pode ser mensurada através do já referido relatório da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento – *Digital Economy Report 2021*, segundo o qual, as economias americana e chinesa, juntas, detêm as taxas mais altas de adoção da tecnologia 5G, 50% dos *data centers* de hiperescala do mundo, 70% dos principais

pesquisadores de inteligência artificial, 94% de todo o financiamento mundial de *startups* de inteligência artificial e 90% da capitalização de mercado das maiores plataformas globais.

Os Estados Unidos e a China também lideram em ganhos de produtividade de Internet das Coisas, respondendo por mais de 50% dos benefícios globais da tecnologia. Dentre tantos outros indicadores, o relatório não deixa dúvidas de que esses dois países dominam a concentração de riqueza na economia digital e estão em posição privilegiada para perpetuar a apropriação da maior parte do valor econômico dos fluxos de dados transfronteiriços (UNCTAD, 2021).

Vale ainda acrescentar que artigo publicado no sítio eletrônico do Fórum Econômico Mundial aponta que 92% de todos os dados do ocidente estão armazenados em servidores de propriedade dos Estados Unidos, incluindo uma seleção abrangente de atividades e informações *online*, desde mídias sociais até dados governamentais regionais e nacionais. No texto, ressalta-se que esta situação vem gerando forte reação de líderes europeus, que buscam unir forças para proteger a concorrência e o acesso ao mercado de dados, a fim de garantir a soberania digital da Europa (FLEMING, 2021).

Diante desse contexto, percebe-se que, se os países europeus, que ocupam predominantemente uma posição central no sistema econômico mundial, expressam suas preocupações em relação ao controle norte-americano sobre os danos ocidentais, para as sociedades periféricas, como o Brasil, essa preocupação deve ser ainda maior, tendo em vista histórica relação dependência e vulnerabilidade quanto ao domínio tecnológico estrangeiro.

Assim, à medida que os dados e as infraestruturas digitais ganham maior importância econômica e social, se torna cada vez mais pertinente, tanto no centro quanto na periferia, a discussão sobre a dimensão digital da soberania. Esta, associada à capacidade de um país decidir sobre o seu próprio destino digital, significa ter acesso, controle e direitos sobre os dados e as tecnologias, bem como ter legitimidade para a regulação da economia digital e para incorporação de seus ganhos potenciais em benefício da população nacional (PINTO, 2018; ANDRADE, 2019; UNCTAD, 2021).

Não obstante haver variações para a definição de seu conceito a partir da abordagem temática em que o termo se apresenta⁶⁶, neste trabalho, interpreta-se a soberania digital como uma

⁶⁶ Tratando sobre a soberania e a evolução desse conceito na era digital, o relatório *Digital Economy Report 2021* explora a soberania digital em nível nacional, em nível individual e comunitário, assim como em termos de geografia: “Cross-border data flows raise issues in relation to sovereignty over data and their use. Sovereignty commonly refers to which actors or groups have the legitimacy, authority and power to control and have influence in a society. Different

faceta do princípio insculpido no inciso I do artigo 170 da Constituição, tendo em vista a intrínseca relação que se estabelece, na atualidade, entre o domínio dos dados e das novas tecnologias e o desenvolvimento econômico nacional.

Assim como a soberania econômica, a concepção da soberania na era digital não deve ser compreendida como isolacionismo estatal, nem a sua afirmação deve resultar em medidas injustificadamente contrárias às novas tecnologias e à livre iniciativa. A livre iniciativa é fundamento do Estado Democrático de Direito e da ordem econômica (art. 1º, IV e art. 170, *caput*, ambos da CF/88). Por essa razão, André Ramos Tavares afirma que a Constituição veda, *prima facie*, a proibição dos usos de novas tecnologias digitais que possam facilitar ou incrementar a atividade econômica lícita⁶⁷. O que se observa “é um dever estatal de proteger e incentivar as tecnologias, ao lado de uma liberdade individual de expressão tecnológica, dimensões que se suportam e se complementam” (TAVARES, 2019, p. 28).

O fomento à iniciativa privada e o incentivo às inovações tecnológicas são, portanto, condições do desenvolvimento socioeconômico nacional e expressões da soberania. No entanto, o princípio da livre iniciativa não é absoluto, mas está condicionado ao respeito integral aos objetivos da Constituição Econômica.

Nesse sentido, é possível concluir que a extensão do princípio da soberania econômica ao ambiente virtual, que ora é relacionado ao conceito de soberania digital, pressupõe a apropriação pelo Estado brasileiro da atual revolução tecnológica e requer incentivo à atividade inovativa

actors have sought to assert control on data flows – through various activities, rules and policies (Couture and Toupin, 2019). But, as in the case of ownership of data, in the data-driven digital economy, the notion of sovereignty is broadly altered, as new nuances and meanings emerge. Traditionally, sovereignty has been associated with national territories and physical borders. However, the data-driven digital economy challenges this concept, as data are transmitted through the Internet, which originally was conceived as an open space, and national borders become blurred. An additional factor that affects sovereignty is that, with increasing market power and size, powerful global digital platforms can behave in a nation-State-like manner, self-regulating their huge digital ecosystems, which include more and more aspects of life and society, and affect the sovereignty of true nation States. This section examines the different levels and scales of control, applying the concept of sovereignty to digital technologies and data. In what follows, sovereignty in the data-driven digital economy is explored at national and individual levels (as well as for communities and groups), and in terms of geography” (UNCTAD, 2021, p. 86). Por sua vez, discorrendo sobre cidades inteligentes, Francesca Bria Evgeny Morozov e descrevem a soberania digital como “uma ideia bastante simples que denota a capacidade dos cidadãos de terem voz e de participarem na operação e na destinação das infraestruturas tecnológicas que os rodeiam” (BRIA; MOROZOV, 2020).

⁶⁷ Nesse mesmo sentido, no julgamento conjunto da Ação Direita de Descumprimento de Preceito Fundamental nº 449 e o Recurso Extraordinário nº 1.054.110, o Supremo Tribunal Federal decidiu ser inconstitucionais leis municipais que restringem desproporcionalmente ou proíbem a atividade de transporte individual de passageiros por meio de aplicativos, assentando que a proibição ou a restrição desproporcional da atividade é inconstitucional, pois representa violação aos princípios constitucionais da livre iniciativa e concorrência.

privada, sempre em direção ao caminho constitucionalmente traçado para a superação da condição de atraso.

Seja em razão das características e dos fatos apresentados no capítulo 1, seja diante da interpretação da Constituição Econômica empreendida neste capítulo 2, o Estado brasileiro não deve se manter como ator marginal ao movimento de promoção de novas tecnologias digitais, notadamente da Internet das Coisas, e ao seu necessário direcionamento aos interesses próprios da nação.

3 ANÁLISE DA ATUAÇÃO DO ESTADO BRASILEIRO PARA PROMOÇÃO DA INTERNET DAS COISAS E OS DESAFIOS DA POLÍTICA NACIONAL

Em alguma medida, a crise global do ano de 2008 criou um ambiente de desconfiança no mercado e tornou explícita a incapacidade das propostas neoliberais em viabilizar o crescimento econômico e o aumento do bem-estar social, não só na periferia, mas também nas nações centrais. Nesse momento, segundo Labrunie, Penna e Kupfer (2021), observa-se o “ressurgimento” do interesse e do uso de políticas industriais e tecnológicas para a consecução de objetivos nacionais⁶⁸. Recentemente, essa tendência ganhou força com o reconhecimento de uma onda de novas tecnologias digitais que caracterizam a Quarta Revolução Industrial. No desenrolar de mais uma corrida pela fronteira do conhecimento, os governos nacionais, sobretudo nas grandes potências, vêm buscando promover atividades inovadoras, com vistas ao aumento da produtividade e da competitividade e à resolução de grandes problemas sociais⁶⁹.

Nesse contexto, o fomento à Internet das Coisas, tendo em vista o seu vasto potencial em proporcionar a progressiva digitalização de setores inteiros da economia e da sociedade, apresenta-se como uma grande oportunidade para o mundo. A forma pela qual os países irão aproveitar essa oportunidade dependerá do papel a ser desempenhado pelo Estado e de suas aspirações e estratégias específicas, considerando ainda o cenário econômico, social, político e jurídico nacional (SHIMA et al., 2018).

Vale lembrar que muitas das promessas que circundam a atual revolução digital, em grande parte carregadas de ideais neoliberais, ofuscam o fato de que os proveitos do progresso técnico não estão disponíveis da mesma forma para todos. Diante da emergência de um novo ciclo tecnológico,

⁶⁸ Segundo os autores, o ressurgimento do interesse nas políticas industriais foi reforçado pela evidência do sucesso econômico alcançado pela China, por meio de ávidas medidas intervencionistas e de políticas industriais, e do papel fundamental do Estado nos casos bem-sucedidos de desenvolvimento econômico de outros países asiáticos, como o Japão e a Coreia do Sul (LABRUNIE; PENNA; KUPFER, 2021)

⁶⁹ Como exemplos são citadas as seguintes estratégias industriais: 'New High Tech Strategy', publicada pela Alemanha em 2014; 'Made in China 2025', publicada pela China em 2015; 'Industrial Strategy,' publicada pela Inglaterra em 2017, entre outras. “Nesses documentos, a inovação às vezes é vista não como um fim em si mesma, mas como um meio para atingir objetivos sociais maiores, como envelhecimento da população, mobilidade urbana e mudanças climáticas. Nesse sentido, estudiosos passaram a analisá-las como um novo tipo de 'políticas orientadas para a missão’” (tradução livre) (LABRUNIE; PENNA; KUPFER, 2021, p. 36).

assim como são abertas janelas de oportunidades para o desenvolvimento nacional, também são desenhadas novas formas de dominação e de dependência no sistema capitalista mundial.

Sob a dogmática do direito econômico, reforçando a lição de Eros Grau (2018, p. 162), “é necessário enfatizar que a situação de cada sociedade diante do desafio tecnológico – situação de autonomia ou dependência – é que há de determinar o seu papel de *sujeito* ou *objeto*, no mercado internacional”.

Conforme explorado no capítulo anterior, a Constituição Econômica de 1988 definiu um programa de reestruturação da economia nacional em torno da superação do subdesenvolvimento que, inegavelmente, perpassa pelo avanço e incremento na área de inovação tecnológica (art. 218 e 219). Segundo Eros Grau (2018, p. 261), “o fator determinante do crescimento econômico, parcela do desenvolvimento nacional, já não é mais tão somente a acumulação de capital, mas, também, a acumulação de saber e tecnologia”.

A EC n.º 85/2015 reafirmou a incorporação da ciência, tecnologia e inovação à política econômica prescrita na Constituição Federal de 1988, reforçando que o desenvolvimento socioeconômico está intrinsecamente ligado ao domínio do elemento tecnológico e à inovação tecnológica (TAVARES, 2019). O novo marco constitucional serviu como fundamento para diversas atualizações legislativas no campo da CT&I, por meio das quais foram aprimorados e criados instrumentos jurídico-econômicos para facilitar e impulsionar a atividade inovativa no Brasil.

No entanto, é certo que as disposições constitucionais (e infraconstitucionais), sozinhas, não têm força suficiente para alterar a condição do atraso brasileiro no cenário tecnológico global. Conforme enfatiza Bercovici:

(...) seria ilusório pretender alterar as regras e a estrutura de poder econômico no sistema capitalista por uma norma constitucional. As mudanças radicais são sempre políticas. A constituição econômica referenda juridicamente as mudanças, mas não é responsável por impulsioná-las. Coube aos constituintes facilitar, dificultar ou impossibilitar determinadas decisões econômicas, abrir possibilidade ou fechar portas, mas não instituir uma constituição que, por si só, garantisse as transformações sociais e econômicas pretendidas (BERCOVICI, 2022, p. 57).

Considerando a lição acima, para que o Brasil se torne sujeito no ecossistema da Internet das Coisas e a adoção nacional da tecnologia possa contribuir, verdadeiramente, para o

desenvolvimento nacional, são necessárias vontade e atitude política para orientar, favorecer e planejar o processo de incorporação e produção endógena de inovações tecnológicas.

Nesse sentido, a fim de investigar se há vontade e atitude política do Estado em promover a IoT no Brasil, o presente capítulo tem por objetivo descrever a forma como o governo federal vem atuando para fomentar esse ecossistema, analisando a funcionalidade do Decreto n.º 9.854/2019 frente ao programa nacional de superação do subdesenvolvimento e identificando alguns dos principais desafios da política nacional diante dos objetivos da Constituição Econômica.

3.1 Formas de atuação do Estado para a promoção de inovações tecnológicas e planejamento

A diferença apresentada por Eros Grau (2018) sobre a atuação e a intervenção estatal aduz que os termos são parcialmente intercambiáveis, uma vez que a atuação conota significado mais largo, representando toda a ação do Estado no campo da atividade econômica em sentido amplo, seja na área de titularidade própria quanto na área de titularidade do setor privado.

Assim, se pretendermos, ao enunciar as formas de atuação do Estado em relação ao processo econômico, considerar a globalidade da ação estatal, inclusive sua atuação sobre a esfera do público, o uso, para tanto, da expressão *atuação estatal* será mais adequada. Estaremos a referir não apenas a ação do Estado em relação à esfera do privado, mas também no quanto respeita a prestação de serviço público e à prestação do serviço público (GRAU, 2018, p. 140).

Já a intervenção, diz respeito à atuação do Estado na esfera dos agentes privados, ou seja, “atuação em área de outrem”, precisamente, no campo da atividade econômica em sentido estrito (GRAU, 2018, p. 141).

Eros Grau explica que, muito embora as classificações não sejam necessariamente verdadeiras ou falsas, elas podem ser úteis já que se prestam “a apresentar ou representar determinado objeto de modo a torná-lo compreensível, nos aspectos que se queira indicar” (GRAU, 2018, p. 88). Nesse sentido, para uma melhor compreensão do papel da atuação estatal em relação ao processo econômico, adota-se a classificação sugerida pelo autor, que dispõe de três modelos distintos de intervenção: (a) intervenção por absorção ou participação; (b) intervenção por direção; e (c) intervenção por indução.

A intervenção por absorção ou participação ocorre quando o Estado desenvolve ação como sujeito econômico, tratando-se de intervenção do Estado “no” domínio econômico. Por absorção, o Estado assume integralmente o controle dos meios de produção em determinado setor da atividade econômica em sentido estrito, atuando como agente econômico. Por participação, esse controle se dá de forma parcial, atuando o Estado em regime de competição com as empresas privadas.

Nas outras duas modalidades, a intervenção estatal ocorre “sobre” o domínio econômico, desenvolvendo ação como regulador da atividade econômica em sentido estrito. Quando atua por direção, o Estado estabelece mecanismos e normas de comportamento compulsório para os sujeitos do setor privado. Por indução, são manipulados os instrumentos de intervenção, em consonância e na conformidade das leis que regem o funcionamento dos mercados.

Tendo em vista o conteúdo jurídico da atuação estatal, as normas de intervenção por direção se apresentam por meio de comandos imperativos, isto é, impositivos de certos comportamentos a serem necessariamente cumpridos pelos agentes privados e pelas próprias empresas estatais que exploram a atividade econômica em sentido estrito.

Um exemplo de norma de intervenção por direção são as cláusulas de investimento em pesquisa e desenvolvimento e inovação, que, desde 1998, foram introduzidas pela Agência Nacional do Petróleo (ANP) nos contratos para exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e gás natural com o objetivo estimular a pesquisa e a adoção de novas tecnologias no setor⁷⁰ (BRAGA, 2013). Tipo semelhante de cláusula é prevista nos contratos de concessão da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)⁷¹.

⁷⁰ De acordo com o que informa a ANP, “a Cláusula de PD&I constante dos contratos para exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e gás natural tem como objetivo estimular a pesquisa e a adoção de novas tecnologias para o setor, que é uma das atribuições da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (Lei n.º 9.478/1997). Nos contratos de concessão, a cláusula de PD&I estabelece que os concessionários devem realizar despesas qualificadas como pesquisa e desenvolvimento em valor correspondente a 1% (um por cento) da receita bruta da produção dos campos que pagam Participação Especial. Nos contratos de partilha de produção e de cessão onerosa, o valor da obrigação corresponde a, respectivamente, 1% (um por cento) e 0,5% (meio por cento) da receita bruta anual dos campos pertencentes aos blocos detalhados e delimitados nos respectivos contratos. Os valores gerados são investidos em projetos de PD&I que podem ser executados pela própria Empresa Petrolífera, por Empresas Brasileiras ou por Instituições Credenciadas de todo o País”. As normas para a aplicação dos recursos a que se referem as cláusulas de nos seguintes atos normativos: Resolução ANP n.º 799/2019, Resolução ANP n.º 50/2015, Resolução ANP n.º 15/2016, Resolução ANP n.º 674/2017, Resolução ANP n.º 866/2022 e Regulamento Técnico ANP n.º 3/2015 (BRASIL, 2020a).

⁷¹ A Resolução CNPE n.º 2/2021, do Conselho Nacional de Política Energética, estabelece orientações para que a Aneel e a ANP priorizem a destinação dos recursos de pesquisa e desenvolvimento e inovação regulados por essas Agências, observadas a Lei n.º 9.991, de 24 de julho de 2000, e a Lei n.º 9.478, de 6 de agosto de 1997, aos seguintes

Já as normas de intervenção por indução são dispositivas, caracterizadas pela ausência de cogência. O Estado se utiliza de seu poder econômico incentivando ou desencorajando determinados comportamentos privados. Nas normas de intervenção por indução,

(...) a sanção, tradicionalmente manifestada como *comando*, é substituída pelo expediente do *convite* – ou, como averba Washington Peluso Albino de Souza – de “incitações, dos estímulos, dos incentivos, de toda ordem, oferecidos, pela lei, a quem participe de determinada atividade de interesse geral e patrocinada, ou não, pelo Estado”. Ao destinatário da norma resta aberta a alternativa de não se deixar seduzir, deixando de aderir a prescrição nela vinculada. Se a adesão a ela manifesta, no entanto, resultará juridicamente vinculado por prescrições que correspondem aos benefícios usufruídos em decorrência dessa adesão. Penetramos, aí, no universo do Direito premial (GRAU, 2018, p. 143).

As normas de intervenção por indução vêm sendo utilizadas de diferentes maneiras para a promoção da inovação tecnológica no Brasil. Ao longo dos anos, foi sendo progressivamente construído e aprimorado um arcabouço jurídico relativamente abrangente e diverso para induzir a atividade inovativa nas empresas (DE NEGRI; RAUEN; SQUEFF, 2018). Alguns desses instrumentos combinam modelos sobrepostos de intervenção por indução com intervenção por participação ou mesmo com a atuação direta do Estado na esfera pública.

Embora ultrapasse a proposta classificatória sugerida por Eros Grau, considerando o variado leque de possibilidades de intervenção para fomento à inovação, acredita-se ser útil, para a apreensão do sentido da atuação estatal, sua subdivisão, proposta para o que se convencionou chamar de políticas de inovação em instrumentos que operam pelo lado da oferta e pelo lado da demanda.

Enquanto os instrumentos pelo lado da oferta consistem em medidas para incentivar o aumento do investimento em inovação das empresas por meio da redução do custo das atividades inovativa, as medidas interventivas que atuam pelo lado da demanda têm por objetivo criar condições para o surgimento ou incremento de um mercado consumidor para as inovações, influenciado a direção da mudança tecnológica pretendida (BITTENCOURT; RAUEN, 2020).

No Brasil, a maior parte dos mecanismos de ação estatal para o incremento da inovação nas empresas localizam-se do lado da oferta. Como exemplo, cita-se diversas normas de desoneração tributária e incentivo fiscal: Lei n.º 8.248/1991, atualizada pela Lei n.º 13.969/2019 (Lei de

temas afetos ao setor de energia: i) hidrogênio; ii) energia nuclear; iii) biocombustíveis; iv) armazenamento de energia; v) tecnologias para a geração termelétrica sustentável; vi) transformação digital; e vii) minerais estratégicos do setor energético.

Informática); Lei n.º 11.196/2005 (Lei do Bem); Lei n.º 4.506/1964 e Decreto n.º 756/1969 (despesas empresariais em P&D); Leis n.º 12.407/2011 e n.º 12.715/2012 e Decreto no 7.819/2012 (PD&I no setor automotivo).

Incentivos financeiros à inovação através de empresas públicas (intervenção por participação) também são utilizados para induzir o processo inovativo. É o caso da concessão de créditos subvencionados e subvenções econômicas⁷² para a inovação por parte do BNDES e da Finep. Essas instituições, em menor escala, também financiam diretamente negócios inovadores por meio fundos de investimentos e fundos de participação⁷³.

Ainda pelo lado da oferta, destaca-se a instituição da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii), organização social criada em 2013, que, com a assinatura de Contrato de Gestão com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e intervenção do Ministério da Educação – pastas responsáveis pelo seu financiamento, atua dando suporte financeiro a instituições de pesquisa tecnológica e fomentando a inovação na indústria brasileira.

Além disso, foram editadas normas jurídicas para incentivar a atividade inovativa pelo da demanda, notadamente por meio do poder de compra do Estado. É possível observar que, nessa modalidade, o Estado atua no âmbito da esfera pública, adquirindo produtos e serviços necessários à execução de suas atividades ao mesmo tempo em que procura promover a inovação e o

⁷² “Nesta forma de incentivo, o Estado, mediante seleção pública e avaliação de projetos privados, fornece recursos não reembolsáveis para que as firmas invistam em seus projetos de P&D. É comum que estes recursos sejam concedidos mediante alguma contrapartida financeira por parte da firma beneficiária. Por exemplo e grosso modo, num projeto orçado em R\$ 1 milhão é possível que o Estado forneça, a fundo perdido, R\$ 800 mil e exija que os R\$ 200 mil restantes sejam investidos pela própria beneficiária. O fato essencial é que o Estado se compromete a financiar a maior parte do esforço de P&D. É importante mencionar ainda que na subvenção não se cobra por sucesso no projeto de P&D. Da firma beneficiária se espera apenas que se realize esforço no projeto aprovado. (...) Uma forma alternativa de realizar apoio não reembolsável para projetos privados de inovação se dá por meio do fornecimento de crédito subvencionado. Isto é, o Estado, também mediante seleção pública e aprovação de projeto, fornece crédito a taxas mais baixas que as praticadas no mercado no sentido de estimular a realização de atividades inovativas pelas firmas” (BITTENCOURT; RAUEN, 2020, p. 531). O marco regulatório que viabiliza a concessão de subvenção econômica foi estabelecido a partir da aprovação da Lei 10.973/2004 (Lei da Inovação), regulamentada pelo Decreto 5.563/2005, e da Lei 11.196/2005 (Lei do Bem), regulamentada pelo Decreto no. 5.798 de 07 de junho de 2006.

⁷³ A Lei da Inovação prevê, como instrumento de estímulo à inovação nas empresas, fundos de investimentos, fundos de participação (art. 19, § 2º-A, IX e X da Lei n.º 10.973/2004, incluído pela Lei n.º 13.243/2016). A Finep realiza investimentos em empresas de base tecnológica através de operações de aquisição direta de participação societária ou por meio da capitalização de fundos de participação (Fundos de Capital Semente, *Venture Capital e Private Equity*) (FINEP, *online*). Por sua vez, o BNDES, além de linhas específicas de financiamento, investe em inovação via participação acionária, comprando ações de empresas inovadoras, e via fundo de investimentos, no quais o banco participa como um dos investidores. Este é o caso do Criatec e do Fundo Anjo, fundos focados nas micro e pequenas empresas inovadoras (BNDES, *online*). De acordo com Fernanda De Negri (2021) esses tipos de investimento público direto em negócios inovadores ainda são muito baixos em comparação com as políticas de crédito ou de subvenção implementadas pelo BNDES e Finep.

desenvolvimento tecnológico por parte das firmas interessadas na demanda estatal, caracterizando um caso híbrido de atuação e intervenção por indução. “Ao contrário de dar as condições para que as empresas ofertem inovações, esses instrumentos garantem consumo, seja dos serviços de P&D seja de produtos ou processos inovadores” (BITTENCOURT; RAUEN, 2020, p. 534).

A encomenda tecnológica, prevista na Lei de Inovação, com redação dada pela Lei n.º 13.243/2016 e regulamentada pelo Decreto 9.283/2018, é uma das possibilidades dispostas no ordenamento jurídico nacional para incentivo à inovação pelo lado da demanda. Esse instrumento configura tipo especial de compra pública, com dispensa de licitação (art. 24, XXXI, da Lei n.º 8.666/1993), que pode ser adotado quando o Estado se depara com um problema ou uma necessidade cuja solução ainda não é conhecida ou não está disponível e envolve risco tecnológico. Cria-se, assim, mercado para o desenvolvimento de determinadas inovações e tecnologias a partir de desafios socialmente relevantes.

Além disso, como referido no capítulo anterior, a EC n.º 85/2015 legitimou outras atualizações legislativas para a previsão de mecanismos voltados a dar viabilidade e segurança jurídica à contratação de inovação pelo Estado, como a Lei n.º 14.133/2021 (Nova Lei de Licitações e Contratos) e a Lei Complementar n.º 182/2021 (Marco Legal da *Startups*)⁷⁴. Apesar do desenvolvimento do quadro jurídico, o uso efetivo do poder de compra por parte do Estado brasileiro para estimular a inovação ainda é incipiente e pouco utilizado (DE NEGRI, 2021).

Bittencourt e Rauen (2020) destacam que, do ponto de vista de uma política de inovação feita a partir da perspectiva dos sistemas nacionais de inovação, ao contrário de ser utilizado apenas um ou outro instrumento, a questão central é a de construir um mix de instrumentos, tanto pelo lado da oferta quanto da demanda, que permita a interação virtuosa e convergente entre os diferentes atores deste sistema.

Além de variados mecanismos interventivos, a atuação do Estado para promoção de inovações, visando garantir autonomia tecnológica e gerar benefícios à sociedade, conforme

⁷⁴ A Lei n.º 14.133/2021 prevê: i) as margens de preferência, pelo qual o poder público pode aumentar em até 20% os preços de produtos e serviços cujo desenvolvimento tecnológico tenha sido realizado no país; ii) diálogos competitivos, quando um problema complexo a ser resolvido pelo poder público depende de um produto tecnológico ou inovador; e iii) prêmios para a inovação (RAUEN, 2021). Já a Lei Complementar n.º 182/2021, visando estimular as *startups* e o empreendedorismo inovador, prevê modalidade especial de licitação e contrato com a finalidade de resolver demandas que exijam soluções inovadoras com emprego de tecnologia e promovam a inovação no setor produtivo por meio do uso do poder de compra do Estado.

determina a Constituição Econômica, demanda, necessariamente, o planejamento científico e tecnológico como parte indispensável do planejamento do desenvolvimento (SAGASTI, 1986).

Voltando à lição de Eros Grau (2018), o professor explica que o planejamento qualifica a atuação estatal, “na medida em que esta, quando conseqüente ao prévio exercício dele, resulta mais racional”. Trata-se, portanto, de sistematizar racionalmente a intervenção do Estado por meio da previsão de comportamentos econômicos e sociais futuros, da formulação explícita de objetivos e da definição de meios de ação coordenadamente dispostos. Nesse sentido, “decisões que vinham sendo tomadas e atos que vinham sendo praticados, anteriormente, de forma aleatória, *ad hoc*, passam a ser produzidas, quando objeto de planejamento, sob um novo padrão de racionalidade” (GRAU, 2018, p. 144).

Gilberto Bercovici (2018, p. 237) acrescenta que “o planejamento é o processo racional de formular decisões de política econômica e social, cuja exigência é a atuação estatal harmônica e integrada”. Diferentemente de uma intervenção conjuntural ou casuística, o planejamento coordena, racionaliza e dá unidade de fins à atuação do Estado. Assim, um plano voltado ao desenvolvimento tecnológico, como ato de direção política, não se limita à mera enumeração de reivindicações, demandando um conjunto de medidas estrategicamente coordenadas e compatíveis com os objetivos do programa de desenvolvimento constitucionalmente adotado. Ademais, depende da decisão política tanto em relação à sua elaboração quanto à sua concreta implementação⁷⁵ (BERCOVICI, 2022).

De acordo com o Tribunal de Contas da União, uma política de inovação que vise contribuir efetivamente para o desenvolvimento econômico e social do país, demanda uma estratégia e planejamento de longo prazo, cujo desenho contenha, no mínimo i) definição de prioridades de Estado, fundamentadas em critérios objetivos; (ii) objetivos mensuráveis, acompanhados de indicadores, metas e as respectivas áreas responsáveis; (iii) desdobramento em planos de ação; (iv) previsão de acompanhamento periódico durante sua execução; e (v) metodologia de monitoramento e avaliação de resultados (TCU, 2019).

⁷⁵ Seguindo a concepção política do planejamento elaborada por Celso Lafer, Bercovici identifica três fases no processo de implementação de um plano: “a decisão de planejar, uma decisão política; a implementação do plano, também um fenômeno essencialmente político; e o plano em si, única fase que pode ser analisada sob o enfoque técnico, com exame estrito do documento formal. Portanto o plano não configura mera peça técnica, mas um documento comprometido com objetivos políticos e ideológicos” (LAFER, 1970 *apud* BERCOVICI, 2022, p. 229).

Além disso, Bittencourt e Rauen (2020), ao analisarem a racionalidade da lógica subjacente às ações de incentivo à inovação privada pelo Estado, aduzem a necessidade de coordenação não apenas entre as iniciativas políticas explicitamente desenhadas para o fomento da atividade inovativa, mas destas com políticas econômicas implícitas que influenciam diretamente a geração e difusão de inovações na economia nacional.

Os autores defendem que, no lugar de intervenções resultantes da teoria da falha de mercado, os desafios da inovação e da introdução de um novo conjunto de tecnologias não pressupõe ajustes rápidos, automáticos os mecânicos, mas sim um intenso processo de interação que procura atuar sobre a atividade inovativa propriamente dita e sobre outros elementos de natureza econômica. Nessa perspectiva, afirmam ser essencial a convergência de políticas explícitas e implícitas, chamando atenção para os elementos sociais, políticos e econômicos capazes de sustentar estratégias de longo prazo, “muito mais centrada na demanda real das populações do que na simples oferta de recursos” (BITTENCOURT; RAUEN, 2020, p. 521).

Longe de ser objetivo deste trabalho propor um modelo exaustivo e pretensamente ideal de atuação do Estado em relação ao domínio econômico para a promoção de inovações tecnológicas, buscou-se identificar, a partir do referencial abordado, pontos de partida para a observação das iniciativas que vêm sendo estruturadas pelo governo federal para a promoção da Internet das Coisas no Brasil, quais sejam: (i) o contexto político, econômico e social subjacente à atuação estatal; (ii) a racionalidade dessa atuação e a coordenação de seus instrumentos; (ii) as formas de atuação do Estado, especialmente por meio de normas de intervenção por indução.

3.2 Internet das Coisas na pauta do governo federal

Neste tópico, a partir de uma dimensão cronológica, serão apresentadas as principais iniciativas e decisões tomadas no âmbito do governo federal para a estruturação da política nacional de Internet das Coisas, desde os primeiros esforços identificados ainda durante o governo da presidente Dilma Rousseff até a efetiva formalização do Plano Nacional de IoT, por meio da edição do Decreto n.º 9.854/2019, pelo presidente Jair Bolsonaro.

A Lei n.º 12.175/2012, sancionada pela presidente Dilma Rousseff, é considerada a primeira ação específica do governo federal voltada ao desenvolvimento da Internet das Coisas no Brasil,

diminuindo parte da carga tributária relativa a esse ecossistema. Como instrumento de intervenção por indução pelo lado da oferta, a lei faz parte do Plano Brasil Maior e prevê incentivos fiscais para diversos ramos da indústria e prestação de serviços.

Em brevíssima digressão sobre o contexto político no qual a lei foi editada, cabe destacar que, em contraponto à política econômica neoliberal que predominou no Brasil na década de 1990, a partir dos anos 2000, a atuação estatal sobre o domínio econômico voltou a ter certa relevância com a retomada de políticas de base industrial e tecnológica.

Nesse sentido, foram editadas a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior – Pitce (2004-2008), a Política do Desenvolvimento Produtivo – PDP (2008-2010) e, por último, após a crise mundial de 2008, o Plano Brasil Maior – PBM (2011-2014). Ao PBM, foi articulada a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) 2012-2015, incluindo o setor de tecnologias da informação e comunicação entre os programas a serem priorizados.

Essas políticas revelam tentativas de articulação entre os setores público e privado, sob a coordenação do Estado, voltadas ao fomento das inovações tecnológicas e ao aumento da capacidade produtiva da economia nacional. O período contribuiu para modernização do aparato legal e institucional, com a criação de uma série de instrumentos para reforçar a capacidade científica, tecnológica e de inovação do país⁷⁶.

Arbix *et al.* (2017) destacam que, por meio da retomada de políticas industriais ativas, o Brasil ensaiou passos para sintonizar a indústria nacional com as novas tendências tecnológicas mundiais, muito embora o foco na inovação tenha sido perdido ao longo do tempo. Segundo os autores, ainda que o “PBM anunciasse a inovação e a elevação da competitividade como soluções para acelerar o crescimento da economia, as medidas definidas assemelharam-se mais às políticas anticíclicas do que a uma efetiva política industrial”. Assim, o Plano foi marcado por uma “generosa política de subsídios que, além das questões fiscais que acarretou, pouco contribuiu para superar a ineficiente capacidade instalada” (ARBIX *et al.*, 2017, p. 22).

Especificamente, em relação ao ecossistema da Internet das Coisas, nos termos do artigo 38 da Lei n.º 12.175/2012⁷⁷, foram reduzidos os valores das Taxa de Fiscalização de Instalação

⁷⁶ É o caso da aprovação da Lei da Inovação (Lei n.º 10.973/2004) e da Lei do Bem (Lei n.º 11.196/2005) e da criação da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (Lei n.º 11.080/2004) e da Embrapii, em 2013.

⁷⁷ O art. 38 da Lei n.º 12.175/2012: “O valor da Taxa de Fiscalização de Instalação [TFI] das estações móveis do Serviço Móvel Pessoal, do Serviço Móvel Celular ou de outra modalidade de serviço de telecomunicações, nos termos da Lei n.º 5.070, de 7 de julho de 1966, e suas alterações, que integrem sistemas de comunicação máquina a máquina,

(TFI) e Taxa de Fiscalização de Funcionamento (TFF), que compõem o Fundo de Fiscalização das Telecomunicações (Fistel)⁷⁸ e incidem sobre as estações móveis integrantes de sistemas de comunicação máquina a máquina. Ficou estabelecido que a TFI passaria de R\$ 26,83 para R\$ 5,68, e a TFF seria de 33% deste valor, ou seja, R\$ 1,89. Embora de pequena monta, reconheceu-se que as taxas poderiam dificultar a difusão da IoT, tendo em vista que os tributos, muitas vezes, eram superiores aos custos dos próprios dispositivos (TCU, 2020). A medida teve por escopo incentivar a digitalização das atividades econômicas visando:

(...) aumentar a eficiência em ramos da economia, reduzindo tempo, recursos e energia empregados em diferentes atividades, que, de outra maneira, necessitariam de maior grau de intervenção humana. Como exemplos, podemos citar as medições de energia elétrica, gás e água. Telemetria (sistemas de navegação, manutenção de veículos, segurança de passageiros, monitoramento médico e antifurtos); gerenciamento de frotas (segurança e transportes públicos) (BRASIL, 2012, p. 33)

O artigo 38 da Lei nº 12.175/2012 foi regulamentado por meio do Decreto nº 8.324/2014. Definiu-se formalmente o conceito de sistemas de comunicação máquina a máquina: dispositivos que, sem intervenção humana, utilizem redes de telecomunicações para transmitir dados a aplicações remotas com o objetivo de monitorar, medir e controlar o próprio dispositivo, o ambiente ao seu redor ou sistemas de dados a ele conectados por meio dessas redes (art. 1º).

O referido decreto também determinou a criação, por ato do ministro de Estado das Comunicações, da Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina (art. 1º, § 1º). Esta Câmara foi instituída por meio da Portaria MCom n.º 1.420/2014, tendo por objetivos: i) acompanhar a evolução e o surgimento de novas aplicações máquina a máquina resultantes da desoneração prevista no art. 38 da Lei n.º 12.715/2012; ii) subsidiar a formulação de políticas públicas que estimulem o desenvolvimento de sistemas de comunicação máquina a máquina voltados para setores prioritários; e iii) promover e coordenar a cooperação técnica entre prestadoras de serviços de telecomunicações, fabricantes de equipamentos do setor de telecomunicações, e entidades de ensino e pesquisa.

definidos nos termos da regulamentação a ser editada pelo Poder Executivo, fica fixado em R\$ 5,68 (cinco reais e sessenta e oito centavos). Parágrafo único. A Taxa de Fiscalização de Funcionamento [TFF] será paga, anualmente, até o dia 31 de março, e seus valores serão os correspondentes a 33% (trinta e três por cento) dos fixados para a Taxa de Fiscalização de Instalação”.

⁷⁸ O Fistel, criado originalmente pela Lei 5.070/1966, é um fundo de natureza contábil destinado a prover recursos para cobrir despesas feitas pelo Governo Federal na execução da fiscalização de serviços de telecomunicações, desenvolver os meios e aperfeiçoar a técnica necessária à essa execução.

A presidência da Câmara, inicialmente, ficou a cargo do secretário de Telecomunicações do Ministério das Comunicações, contando com representantes dos seguintes órgãos e entidades públicos e privados: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; Agência Nacional de Telecomunicações – Anatel; indústria de equipamentos de tecnologias da informação e comunicação; prestadoras de serviços de telecomunicações; instituições de ensino e pesquisa que desenvolvam atividades relacionadas aos sistemas de comunicação máquina a máquina; desenvolvedores de aplicações para sistemas de comunicação máquina a máquina. Através do órgão multisetorial, o governo federal pretendeu dialogar com diferentes atores, a fim de que o país pudesse tirar o maior proveito possível dos benefícios desse novo ecossistema.

Muito embora, à época, ainda não tenha sido utilizado formalmente o termo Internet das Coisas, observa-se que já se estava a tratar de dispositivos que integram este conceito⁷⁹, tanto que, nas reuniões iniciais da Câmara, as discussões já se voltaram para a temática da IoT. Cabe lembrar que o ano de 2014 havia sido apontado pelo *Hype Cycle* da Gartner como o pico do desenvolvimento dessa nova tendência tecnológica (GARTNER RESEARCH, 2011), o que não passou despercebido pelo governo federal.

Em 10 de outubro de 2014, ocorreu a primeira reunião, em formato de *workshop*, sobre comunicações máquina a máquina (M2M) e Internet das Coisas (IoT), contando com a participação de diversos *players* do setor. Em julho de 2015, foi realizada a segunda reunião, na qual foi exposto um projeto de desenvolvimento para tecnologias M2M e IoT, definindo como áreas prioritárias cidades inteligentes, agronegócio, saúde, educação, produtividade industrial, varejo e bancos, transportes e energia. A terceira reunião ocorreu em setembro de 2015, quando foi solicitado um diagnóstico setorial para subsidiar a elaboração de um Plano Nacional de Comunicação M2M/IoT (MARÇAL, 2015).

A importância que foi dada ao desenvolvimento das comunicações M2M e IoT restou materializada no Plano Plurianual da União para o período de 2016-2019 (Lei n.º 13.397/2016). O PPA dispôs sobre o “lançamento do Plano Nacional de M2M/Internet das Coisas” como umas das

⁷⁹ Apesar de terminologicamente distintos, os conceitos de Internet das Coisas e de sistemas de comunicação máquina a máquina encontram pontos de sobreposição, podendo a IoT ser compreendida como uma rede ampliada da conectividade M2M. “Enquanto a M2M possibilita a comunicação de dispositivo para dispositivo, a Internet das Coisas, IoT, permite que várias máquinas construam uma rede de dados conectada. Podemos dizer que IoT é uma visão mais avançada da conectividade, alimentada pelos avanços da tecnologia M2M” (TNS, 2020).

iniciativas vinculadas ao objetivo de “promover a inovação, o desenvolvimento tecnológico e a competitividade da indústria nacional de telecomunicações”, a cargo do Ministério das Comunicações (MCom). A IoT também foi citada no objetivo de “promover a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação em tecnologias digitais, componentes e dispositivos eletrônico”, de responsabilidade do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), com a iniciativa de “articulação de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação em áreas estratégicas de tecnologias digitais com empresas e centros de pesquisa e desenvolvimento, especialmente na área de segurança cibernética, Internet das Coisas, *big data* e computação em nuvem”.

Segundo foi anunciado pela Secretaria de Telecomunicações do MCom, a expectativa era de que o Plano Nacional de Internet das Coisas (PNIoT) fosse divulgado até o final de 2015, para sucessiva aprovação (SAWADA, 2015). No entanto, a previsão não se concretizou devido à instabilidade política vivenciada durante o processo de *impeachment* da presidente Dilma Rousseff. De acordo com Guilherme de Paula Corrêa, Analista de Infraestrutura no MCom, apesar da relevância do tema, o governo federal, naquele momento, não tinha “braço” para levar a política adiante (CORRÊA, 2018)⁸⁰.

O período foi de elevada instabilidade na conjuntura política e econômica do país, marcado por um “cenário de fortes restrições fiscais e um difuso, mas intenso, questionamento político sobre o papel do Estado na promoção de políticas de desenvolvimento industrial” (CEPAL, 2018, p. 56).

Especificamente, quanto ao ecossistema de Internet das Coisas, nos últimos dias antes do afastamento da presidente Dilma, foi editada a Portaria MCom n.º 2.006, de 10 de maio de 2016, que alterou a denominação da Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de

⁸⁰ Em palestra no evento “IoT *Weekend*”, ocorrido em 15 de dezembro de 2018, em Vitória-ES, Guilherme de Paula Corrêa relembrou a atuação do governo federal para o desenvolvimento da internet das coisas no Brasil, afirmando que: O período entre 2015 e 2016 “foi justamente um período politicamente turbulento. Foi quando começou o processo de impeachment da presidente Dilma, que começou em 2015 e veio a culminar com a saída da presidente Dilma e a entrada do presidente Michel Temer em 2016. Para nós, que trabalhamos no governo, isso acaba sempre causando um atraso nas ações, porque, quando há uma troca de equipe, você tem que convencer o novo time de que está entrando do que está sendo feito, do que está sendo feito é uma prioridade, é algo interessante para o país. Então, assim, realmente, a gente teve um pouco de atraso nesses dois anos, o que não significa que a gente ficou parado. Em 2015, foram feitos os primeiros diagnósticos sobre como estava a Internet das Coisas no Brasil e, desde 2015, já se sabia que a ideia era de que o governo pudesse elaborar uma política pública que fosse interessante para alavancar o ecossistema no nosso país. Então, a gente fez as primeiras reuniões da Câmara IoT, onde a gente tinha participação não só de governo, mas de iniciativa privada e academia (...) só que o governo federal não tinha braço para tocar esse plano” (CORRÊA, 2018).

Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina para Câmara IoT⁸¹. Passou a constar expressamente, entre os objetivos da Câmara, subsidiar a formulação de políticas públicas em Internet das Coisas (art. 1º, II). Também foram incluídos entre seus membros representantes da Câmara dos Deputados e do Senado Federal (art. 2º, VIII e IX).

Em 12 maio de 2016, o presidente Michel Temer assumiu interinamente a Presidência da República. Logo no início da nova gestão, foi promovida uma reforma administrativa que resultou na fusão do Ministério das Comunicações com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, formando o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). A medida provocou manifestações adversas da comunidade científica, tendo em vista “a grande diferença de procedimentos, objetivos e missões desses dois ministérios” (SBPC, 2016). Com a mudança, a Câmara IoT passou a ser presidida pelo secretário de Política de Informática do recém-criado MCTIC.

Na sequência das alterações administrativas, a política econômica empreendida durante do governo de Michel Temer foi marcada por reformas de corte neoliberal, com imposição de maior controle das contas públicas e limitação de gastos, especialmente nas áreas sociais (EC 95/2016), alterações na legislação trabalhista (Lei n.º 13.467/2017), liberação de terceirizações (Lei n.º 13.429/2017), privatizações por meio do Programa de Parcerias de Investimentos - PPI (Lei n.º 13.334/2016)⁸², além da defesa de menos intervenções do governo na economia e maior abertura ao comércio exterior.

Em contraste ao cenário de diminuição do aparato estatal, foram anunciadas, durante a gestão do presidente Temer, diferentes medidas visando a inserção do Brasil na era da Quarta

⁸¹ Art. 1º. Os artigos 1º, 2º e 3º da Portaria n.º 1.420, de 8 de outubro de 2014, publicada na Seção 1 do Diário Oficial da União do dia 9 seguinte, passam a vigorar com as seguintes alterações: "Art. 1º Fica criada a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas (Câmara IoT) incentivados no âmbito do art. 38 da Lei n.º 12.715, de 17 de setembro de 2012 (...)"

⁸² Quando tomou posse como Presidente da República em agosto de 2016, Michel Temer divulgou o maior pacote de privatizações desde a gestão de Fernando Henrique Cardoso. “O PPI foi iniciado em setembro de 2016 e se propôs a transferir para a iniciativa privada 175 ativos públicos em dez setores estratégicos totalizando R\$ 287,5 bilhões. As áreas elencadas como prioritárias foram: ferrovias, rodovias, aeroportos, portos, geração hidrelétrica, distribuição de energia, transmissão de energia, mineração, óleo e gás e outros segmentos. Ao final do governo Temer os resultados indicavam a condução de 91 processos de venda de ativos públicos nos dez segmentos prioritários elencados, mobilizando cerca de R\$ 144,3 bi, o que significa que 52% dos projetos foram levados a cabo e 50,1% do valor estimado foi alcançado. As concessões foram responsáveis pela entrada de R\$ 46,4 bi, enquanto as privatizações responderam por cerca de R\$ 97,9 bi” (NOZAKI, 2019).

Revolução Industrial⁸³. Esse esforço em construir estratégias para a transformação digital coincide com o interesse do governo em ingressar na OCDE (WACHOWICZ; CANUT, 2018).

Em dezembro de 2016, foi aprovada a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2020, constando entre um de seus objetivos a “articulação do governo, academia e setor produtivo para a elaboração do Plano Nacional de Internet das Coisas.”

Na mesma época, foi retomado o projeto de elaboração de uma política nacional sobre Internet das Coisas. O MCTIC firmou acordo de cooperação com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), a fim de apoiar a realização de um estudo técnico para diagnóstico e proposição de políticas públicas com foco no ecossistema de IoT.

Por meio da Chamada Pública BNDES/FEP Prospecção n.º 01/2016, o consórcio privado formado pela consultoria *McKinsey & Company*, Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD) e do escritório Pereira Neto e Macedo Advogados foi selecionado para a condução do estudo, subsidiado com recursos do Fundo de Estruturação de Projetos (FEP) do BNDES⁸⁴.

Ainda ao final de 2016, o MCTIC lançou Consulta Pública, a fim de identificar tópicos de relevância para a viabilização da Internet das Coisas no Brasil, que deveriam ser considerados e avaliados na fase de diagnóstico do estudo.

À época, o então secretário de Política de Informática da pasta e presidente da Câmara IoT, Maximiliano Martinhão, destacou a importância da IoT no âmbito das políticas de inovação do MCTIC: “a Internet das Coisas entrou na agenda de praticamente todos os setores econômicos. É uma prioridade que tenhamos um plano nacional para o Brasil o quanto antes para aproveitar todas as oportunidades que vão surgindo” (MCTIC, 2016, *online*).

Em janeiro de 2017, sob o título “Internet das Coisas: um Plano de Ação para o Brasil” ou “Estudo IoT”, foram iniciados os trabalhos sob a condução do consórcio selecionado. Dividido em

⁸³ Nesse sentido, só no ano de 2016, é possível citar: a Política de Governança Digital, Instituída pelo Decreto n.º 8.638, de janeiro de 2016; a Política de dados abertos do Poder executivo Federal, instituída pelo Decreto n.º 8.777, de 11 de maio de 2016; o Regulamento de Uso do Espectro de Radiofrequências, aprovado pela Resolução n.º 671, de 3 de novembro de 2016, da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL); o Projeto de Lei da Câmara n.º 79 de 2016, apresentado em novembro de 2016, para alteração do marco legal de telecomunicações; o Projeto de Lei 6.413, de 26 de outubro de 2016, acerca da atualização do regime jurídico do Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações-FUST; a Estratégia Nacional de ciência, Tecnologia e Inovação (2016-2020); o Decreto n.º 8.936, de 19 de dezembro de 2016, que institui a Plataforma Cidadania digital e dispõe sobre serviços públicos digitais.

⁸⁴ “Constituído com parte dos lucros anuais do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, o Fundo de Estruturação de Projetos (FEP) apoia com recursos não reembolsáveis a realização de estudos ou pesquisas que promovam o desenvolvimento econômico e social do Brasil e da América Latina” (BNDES, 2016).

quatro fases, que serão detalhadas adiante, o Estudo IoT teve por escopo subsidiar a elaboração do Plano Nacional de Internet das Coisas, identificando os principais gargalos para a expansão da IoT no Brasil e propondo um conjunto de recomendações para superá-los. Em outubro de 2017, ao final da terceira fase do Estudo IoT, foi elaborado um plano de ação com uma série de iniciativas que serviriam como guia para políticas públicas e ações voltadas ao desenvolvimento da Internet das Coisas nos cinco anos seguintes (2018 a 2022).

Esse plano de ação foi anunciado pelo então ministro da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, Gilberto Kassab, e pelo secretário de Políticas de Informática, Maximiliano Martinhão, no Futurecom 2017, evento de telecomunicações e TIC, que reuniu, em São Paulo, representantes do governo, operadoras e provedores de internet e especialistas. A divulgação das diretrizes que guiariam as ações do governo federal em Internet das Coisas gerou a expectativa de que o Plano Nacional seria lançado até o fim ano, conforme divulgado pelo próprio Ministério (MCTIC, 2017).

Nesse mesmo evento, o diretor do BNDES, Carlos da Costa, enfatizou que o banco estaria comprometido a aperfeiçoar os seus instrumentos de financiamento e a fortalecer o apoio às *startups* e à formação de parcerias público-privadas relacionadas à aceleração da adoção efetiva da Internet das Coisas no Brasil. O diretor destacou também a intenção da instituição de apoiar a construção de um ambiente virtual de monitoramento e aprendizagem, capaz de engajar os atores desse ecossistema (COSTA, 2017)⁸⁵.

Paralelamente ao Estudo IoT, o MCTIC coordenou, durante o ano de 2017, a elaboração da Estratégia Brasileira para Transformação Digital (E-Digital)⁸⁶, que foi instituída por meio do Decreto n.º 9.319 e da Portaria MCTIC n.º 1.556, ambos de 21 março de 2018. A Estratégia foi

⁸⁵ As ações específicas de do BNDES voltadas ao financiamento da IoT serão analisadas em tópico apartado, juntamente com as demais iniciativas de outras entidades voltadas ao fomento desse ecossistema.

⁸⁶ “Esta Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital) é resultado de uma iniciativa do Governo Federal, coordenada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, que contou com a ativa participação dos membros do Grupo de Trabalho Interministerial responsável pela sua elaboração. Este núcleo formulador interagiu com um conjunto de mais de 30 entidades da Administração Pública Federal ao longo de todo o processo. Este documento representa a conclusão de um caminho iniciado por uma determinação presidencial realizada a partir de uma recomendação do Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social (CDES), em sua 46ª Reunião Plenária. A Presidência da República determinou que fosse elaborada, até o final de 2017, uma proposta de estratégia de longo prazo para a economia digital. O resultado reflete também o amplo engajamento do setor produtivo, da comunidade científica e acadêmica e da sociedade civil, em diversas etapas do trabalho. Houve expressiva participação nos seminários e workshops durante o processo de formulação da Estratégia, assim como na Consulta Pública ao documento-base, que recebeu milhares de acessos e contribuições. Isso ensejou a revisão e o aperfeiçoamento da E-Digital, que se consolida como política pública a ser implementada.” (BRASIL, 2018 p. 5).

lançada com o objetivo de coordenar iniciativas do Poder Executivo federal ligadas ao ambiente digital e aproveitar o potencial das novas tecnologias para promover o desenvolvimento econômico e social do país, de forma sustentável e inclusiva (BRASIL, 2018).

Segundo estabelece o documento de referência da E-Digital, a estratégia tem foco “no papel do governo como habilitador e facilitador dessa transformação digital no setor produtivo do país, na capacitação da sociedade para essa nova realidade, e na atuação do Estado como prestador de serviços e garantidor de direitos” (BRASIL, 2018, p. 5).

O Anexo I do Decreto n.º 9.319/2018, em “Um Mundo de Dispositivos Conectados”, a Internet das Coisas é apresentada como eixo temático fundamental à transformação digital da economia nacional. Reconhecendo o “potencial transformador” das aplicações de IoT, o decreto determina que devem ser estabelecidas ações e incentivos destinados à contínua evolução e disseminação dos dispositivos e das tecnologias digitais associadas. São estratégias referente à essa temática:

- Aprovar o Plano Nacional de IoT e implantar plataformas de testes para fornecedores de Internet das Coisas em elos da cadeia de valor de cada uma das quatro verticais definidas como prioritárias: Saúde, Agropecuária, Indústria e Cidades Inteligentes.
- Em harmonia com as ações destacadas no Eixo “Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação”, promover o aprimoramento do marco legal da CT&I, o aumento da interação entre centros públicos de pesquisa e empresas, e a articulação entre as infraestruturas de pesquisa nacionais e linhas de fomento voltadas ao desenvolvimento de dispositivos conectados, visando à promoção de ganhos de escala e maior coordenação nesse tipo de investimento no País.
- Avaliar impactos das novas tecnologias do mundo dos dispositivos conectados, em particular as implicações relacionadas à robotização e à automação industrial, sobre as relações de trabalho.
- Implementar ações com vistas ao desenvolvimento de um ambiente dinâmico e competitivo no segmento de dispositivos, sensores, máquinas e equipamentos de IoT.
- Promover um ambiente normativo e de negócios que garanta a atração de novos investimentos em dispositivos conectados, assegurando, ao mesmo tempo, a confiança e a preservação de direitos dos usuários.
- Incentivar a adoção de soluções de IoT por meio de Encomendas Tecnológicas do Governo. (BRASIL, 2018, p. 74)

O Decreto n.º 9.319/2018 ainda instituiu o Sistema Nacional para a Transformação Digital, estabeleceu a estrutura de governança da E-Digital e alterou a estrutura regimental do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, criando a Secretaria de Políticas Digitais, que sucedeu a Secretaria de Política de Informática na gestão da Câmara IoT e das políticas relacionadas ao tema.

Em maio de 2018, a minuta do decreto referente ao Plano Nacional de Internet das Coisas (PNIoT) foi encaminhada pelo MCTIC à Casa Civil da Presidência da República, com nova previsão de que seria assinada até o final do governo do presidente Michel Temer (BITENCOURT, 2018). No entanto, as eleições presidenciais de 2018 e a subsequente mudança de governo atrasaram mais uma vez a formalização da política.

No ano seguinte, foi editado o Decreto n.º 9.854, de 25 de junho de 2019, pelo presidente Jair Bolsonaro, formalizando juridicamente o PNIoT.

Em 2019, com mais uma mudança no governo, o MCTIC passou por outra alteração em sua estrutura, tendo sido extinta a Secretaria de Políticas Digitais e criada a Secretaria do Empreendedorismo e Inovação (SEMPI), responsável atualmente pela presidência da Câmara de IoT e por propor, coordenar e acompanhar a execução do PNIoT. Com mais uma reforma ministerial ocorrida no ano de 2020 (Lei n.º 14.074/2020), que resultou na divisão do MCTIC em Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e Ministério das Comunicações (MCom), a política permaneceu vinculada à SEMPI (Decreto n.º 10.463/2020), agora no MCTI. Formalmente, a Internet das Coisas está prevista entre as prioridades dessa pasta⁸⁷.

Toda a demora no processo de instituição do PNIoT, que pode ser relacionada à instabilidade política gerada por duas mudanças na Presidência da República e por sucessivas alterações na estrutura ministerial, acarreta o relativo atraso da atuação do Estado brasileiro quanto à promoção Internet das Coisas, ainda que se trate de um ecossistema em evolução. Embora a Câmara IoT tenha iniciado as discussões para a elaboração da política nacional ainda em 2014, o PNIoT só foi efetivamente formalizado cinco anos depois, quando muitos países já avançavam em suas estratégias tecnológicas. No Estudo IoT, afirma-se que a maior parte das iniciativas e programas de IoT em âmbito internacional foi lançada entre os anos de 2014 e 2015 (BNDE, 2017a, p. 33).

No contexto da política econômica adotada pelo novo governo, foram perpetuadas as diretrizes de orientação neoliberal da gestão anterior, marcadas pela ausência de uma política

⁸⁷ A Portaria MCTI n.º 5.109/2021, a fim de alinhar a atuação do MCTI aos objetivos e metas estabelecidos nos programas finalísticos do PPA vigente, inclui a IoT na área das tecnologias habilitadoras prioritárias, que têm como objetivo contribuir para a base de inovação em produtos intensivos em conhecimento científico e tecnológico. A mesma previsão estava contida no artigo 4º, II, da Portaria MCTIC n.º 1.122/2020, que, antes da reforma ministerial, definia as prioridades no âmbito do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), no que se refere a projetos de pesquisa, de desenvolvimento de tecnologias e inovações, para o período 2020 a 2023.

industrial e do planejamento do desenvolvimento socioeconômico nacional. Maiores restrições à atuação do Estado no domínio econômico (Lei n.º 13.874/2019); políticas de austeridade fiscal; mais privatizações no âmbito do PPI e da Secretaria Especial de Desestatização, Desinvestimentos e Mercado do Ministério da Economia (Decreto n.º 10.072/2019); proposta de ampla reforma e redução administrativa (PEC n.º 32/2020), aumento da desigualdade social, agravada pela pandemia (NERI, 2021)⁸⁸; e contingenciamento de recurso em áreas indispensáveis como a ciência, tecnologia e inovação (Lei n.º 14.212/2020) são apenas algumas das medidas da gestão atual que contrastam com as promessas de um plano voltado ao desenvolvimento tecnológico.

Mesmo diante desse cenário, ainda seria possível afirmar que existe no Decreto n.º 9.854/2019 alguma capacidade normativa com vistas ao domínio do elemento tecnológico e à difusão homogênea de seus benefícios pela sociedade?

A fim de responder a essa pergunta, serão analisados a seguir o estudo que subsidiou a elaboração do Plano Nacional de Internet das Coisas e o ato normativo por meio do qual a política foi institucionalizada.

3.3 Estudo IoT

Não obstante ter sido anunciado, ainda durante o governo da presidente Dilma Rousseff, que um Plano Nacional de IoT seria divulgado até o final do ano de 2015, o conturbado processo de *impeachment* acabou atrasando o projeto. A ideia de uma política central de Internet das Coisas foi retomada apenas no final de 2016, já no governo de Michel Temer, por meio de um acordo de cooperação firmado entre o MCTIC e o BNDES, a fim de apoiar a realização de um estudo para diagnóstico e proposição de políticas públicas sobre o tema.

⁸⁸ A pesquisa “Percepções da população de políticas públicas portadoras de futuro na pandemia” realizada pela Fundação Getúlio Vargas “revela piora da média no Brasil muito maior que a do conjunto de outros países na avaliação dos sistemas de saúde e de ensino e com outras pautas portadoras de problemas futuros como a preservação de meio ambiente, o cuidado com as crianças e com a sua capacidade percebida de aprendizagem. Além da maior perda média em todos os cinco indicadores subjetivos, houve aumento da desigualdade no Brasil. Ou seja, a piora social brasileira foi mais forte entre os segmentos de renda mais baixos em relação aos segmentos mais altos. A pesquisa releva uma igualmente robusta redução de desigualdade destas dimensões no conjunto de 40 países analisados. Isto faz que a piora social entre os mais pobres no Brasil, seja mais acentuada em termos relativos aos globais do que em termos absolutos” (NERI, 2021).

No entanto, como visto, os trabalhos não foram tocados diretamente pelo Ministério, pelo banco federal ou mesmo pela Câmara IoT. Um consórcio liderado pela *McKinsey & Company*, empresa de consultoria multinacional de origem norte-americana, com participação da Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD) e do escritório Pereira Neto e Macedo Advogados foi selecionado para a condução do estudo, que contou com quase R\$ 10 milhões em recursos do Fundo de Estruturação de Projetos do BNDES⁸⁹.

Muito embora não seja inédita a contratação pelo BNDES de estudo da consultoria *McKinsey* para subsidiar a elaboração políticas públicas⁹⁰, o primeiro ponto que chama atenção, tratando-se da proposição de um plano voltado ao desenvolvimento tecnológico nacional, é a ausência do protagonismo do banco público⁹¹, que, historicamente, teve importante atuação na elaboração e execução da política industrial no Brasil e no planejamento do desenvolvimento nacional (SHIMA et al., 2018; VIDIGAL, 2016).

⁸⁹ No “menu” disponível site do BNDES, é possível, na opção “transparência”, consultar as operações do banco. Ao utilizar o termo “Internet das Coisas” na busca, são encontradas três operações referentes a cada umas das instituições integrantes do consórcio para a “realização de estudo técnico independente com objetivo de elaborar um diagnóstico local e propor políticas públicas no tema Internet das Coisas (Internet of Things - IoT)”. Para a McKinsey & Company Inc do Brasil Consultoria LTDA, consta no valor contratado R\$ 6.726.987,00; para a Fundação CPQD - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento, o valor contratado é de R\$ 2.246.720,00; para o escritório Pereira Neto, Macedo Advogados, o valor é de R\$ 825.000,00. Os valores foram pagos a título de apoio financeiro não reembolsável (BNDES, *online*).

⁹⁰ Em 2008, no âmbito da chamada pública BNDES/FEP n. 03/2008, a McKinsey & Company do Brasil havia sido contratada pelo BNDES para a realização de um estudo sobre o setor aéreo brasileiro, com recomendação para os horizontes de 2014, 2020 e 2030. O trabalho foi financiado com recursos do Fundo de Estruturação de Projetos do BNDES e realizado com a consultoria técnica de FIPE- Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas e ITA- Instituto Tecnológico de Aeronáutica (em convênio de cooperação técnica com a Fundação Casimiro Montenegro Filho) (MCKINSEY & COMPANY, 2010).

⁹¹ Shima *et al.* criticam a terceirização dos estudos sobre Internet das Coisas, tendo em vista as *expertises* desenvolvidas pelo BNDES e sua capacidade institucional para elaboração e execução da política industrial no Brasil. “No período mais recente [o BNDES] se tornou um dos 10 maiores bancos de investimento do mundo. Sua capacidade de atuar na gestão e direcionamento do investimento público e privado é algo que não pode ser ignorado. O Banco também criou um corpo de funcionários com elevada competência técnica nas mais diversas áreas, a refletir sobre desenvolvimento nacional, e com formação nos centros que pensam o tema. Nesse sentido, é curioso um estudo de fundamental importância para o desenvolvimento nacional ter sido liderado por uma consultoria privada multinacional, aliada a um escritório de advocacia, com aval do Banco a partir do Edital. Não há razões plausíveis de se fazer estudos sobre o desenvolvimento nessa perspectiva, considerando que se trata de políticas públicas e que há *expertises* dentro do Banco capazes de criar estruturas proativas na articulação institucional dentro do Estado. Tal fato ocasionou, como mencionado, um estudo sem bases do pensamento teórico compatível com política industrial, incapaz de indicar em suas diretrizes o propósito em termos do desenvolvimento nacional. No fim das contas, produz-se um resultado com muitas informações relevantes, sem clareza quanto aos objetivos em termos desse desenvolvimento nacional” (SHIMA et al., 2018, p. 13).

Diante da ausência da centralidade do Estado na condução dos trabalhos, Shima *et al.* afirmam que o estudo apresenta propostas e dados bastante relevantes sobre o ecossistema da IoT, mas “sem clareza quanto aos objetivos em termos do desenvolvimento nacional” (2018, p. 13).

As atividades conduzidas pelo consórcio foram divididas em quatro fases, ocorridas entre janeiro de 2017 e março de 2018. Todos os relatórios produzidos durante o estudo foram registrados ao longo de 27 documentos publicados no *site* do BNDES, que detalham as atividades realizadas e os resultados obtidos durante as pesquisas (BNDES, *online*). No decorrer do estudo, foram realizadas sessões de trabalho, consulta pública, entrevistas individuais, painéis com especialistas e reuniões com órgãos públicos, a fim de permitir amplo engajamento na formulação das aspirações brasileiras para Internet das Coisas.

Em resumo, a primeira etapa teve por objetivo realizar um extenso diagnóstico sobre o impacto da Internet das Coisas em nível nacional e internacional e firmar as aspirações iniciais para a tecnologia no Brasil. A segunda etapa, levando em consideração o potencial da oferta e da demanda, a capacidade de desenvolvimento e os possíveis desafios, definiu quatro ambientes “verticais” prioritários (cidades, saúde, rural e indústrias) e quatro temas “horizontais” considerados essenciais à adoção da IoT em cada um dos ambientes priorizados (capital humano, inovação e inserção internacional e infraestrutura de conectividade e interoperabilidade). A terceira etapa consistiu no aprofundamento das verticais selecionadas e na elaboração de um plano de ação, com cronograma de cinco anos (2018-2022). A quarta etapa teve por escopo apoiar e acelerar a implementação das iniciativas propostas no plano de ação (BNDES, 2018a).

A frase-síntese do estudo descreve a aspiração central que o plano de ação visa alcançar: “acelerar a implantação da Internet das Coisas com instrumento de desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira, capaz de aumentar a competitividade da economia, fortalecer as cadeias produtivas nacionais, e promover a melhoria da qualidade de vida”.

Não há dúvidas de que esta aspiração se coaduna, de maneira geral, com os objetivos da Constituição Econômica brasileira. No entanto, não há um foco bem definido para a racionalização da atuação estatal no fomento à IoT, sendo apresentada uma concepção bastante genérica e abrangente sobre o papel a ser desempenhado pelo Estado diante desse complexo ecossistema.

Para a “melhoria da qualidade de vida” da população, por exemplo, a análise da demanda identifica alguns desafios na área de saúde (monitoramento remoto pacientes), segurança (detecção de crimes e identificação dos suspeitos) e mobilidade (carros autônomos, controle de tráfego e

otimização de fluxos nas vias urbanas) que podem ser superados com os potenciais benefícios das aplicações de IoT (BNDES, 2017b). Por outro lado, deixa de apresentar uma preocupação consistente com a desigualdade social e a necessidade de inclusão digital, tendo em vista uma parcela significativa da população brasileira que, hoje, não tem sequer acesso à internet ou, mesmo conectadas, têm acesso limitado às oportunidades oferecidas pela rede, em razão da distribuição desigual de infraestrutura, de recursos e de habilidades digitais (CGI, 2021; PARK; HUMPHRY, 2019).

Neste ponto, Gleice Bernadini ainda chama atenção para o fato de que, ao serem definidos os pré-requisitos para identificação das aplicações IoT, foram excluídos exemplos de casos com uso de *smartphones*. Essa limitação “afasta uma parcela de possibilidades de usos da tecnologia que poderiam ser viáveis ao Brasil, frente ao seu cenário socioeconômico, criando soluções mais simples e baratas para diversos problemas da população” (BERNADINI, 2021, p. 86). A observação da pesquisadora vai ao encontro dos dados da Pesquisa TIC Domicílios 2020, abordados no capítulo 1 do presente trabalho, segundo os quais o celular é o principal dispositivo utilizado pelos brasileiros para acessar a internet, sendo o único meio de conexão da maioria da população de classes e graus de escolaridade mais baixos (CGI, 2021)⁹².

Na sequência do Estudo, a partir da aspiração central do Brasil para a Internet das Coisas, são definidas “visões” em cada uma das verticais priorizadas (cidades, saúde, rural e indústrias), considerando as potencialidades das aplicações da IoT, seus desafios e seu potencial impacto econômico.

A aspiração para as cidades é “elevar a qualidade de vida nas cidades por meio da adoção de tecnologias e práticas que viabilizem a gestão integrada dos serviços para o cidadão e a melhoria da mobilidade, segurança pública e uso de recursos”. Nesse ambiente, estima-se que, até 2025, o impacto anual IoT poderia variar entre U\$ 13 a 27 milhões, a depender do nível de implantação da tecnologia nos centros urbanos brasileiros (BNDES, 2018a, p. 3).

Para a saúde, a aspiração é “contribuir para a ampliação do acesso à saúde de qualidade no Brasil por meio da criação de uma visão integrada dos pacientes, descentralização da atenção à

⁹² “O telefone celular continuou sendo o principal dispositivo utilizado para acessar a rede, atingindo quase o total da população usuária de Internet com dez anos ou mais (99%). Para mais da metade desses usuários (58%), o acesso se deu exclusivamente pelo celular, proporção que chega a 90% entre aqueles que estudaram até a Educação Infantil ou que pertencem às classes DE (...). O uso exclusivo do celular também foi predominante entre os que residem na região Nordeste (72%) e que se autodeclararam pretos (65%) ou pardos (60%)” (CGI, 2021).

saúde, e da melhoria de eficiência das unidades de saúde”. O valor para essa vertical é calculado entre US\$ 5 a 39 bilhões (BNDES, 2018a, p. 3).

Já para o ambiente rural, que engloba os setores da agricultura e da pecuária, tem-se como aspiração “aumentar a produtividade e a relevância do Brasil no comércio mundial de produtos agropecuários, com elevada qualidade e sustentabilidade socioambiental e posicionar o Brasil como o maior exportador de soluções de IoT para agropecuária tropical”. O impacto financeiro projetado gira em torno de US\$ 5,5 a US\$ 21,1 bilhões (BNDES, 2018a, p. 3).

Em relação à indústria, considerando fábricas e indústria de base, a aspiração é “incentivar a produção dos itens mais complexos e aumentar a produtividade da indústria nacional a partir de modelos de negócio inovadores e da maior cooperação nas diversas cadeias produtivas”. Nesse ambiente, o impacto da IoT pode variar entre US\$ 11 a 45 bilhões (BNDES, 2017a, p. 3).

Como desdobramentos das aspirações de cada ambiente, foram definidos objetivos estratégicos:

Figura 3 - Objetivos estratégicos por ambiente priorizado no Estudo IoT

	 Cidades	 Saúde	 Rural	 Indústrias
Objetivos estratégicos	Mobilidade  Reduzir tempos de deslocamento , considerando diferentes modalidades de veículos , e aumentar a atratividade do transporte coletivo	Doenças crônicas  Melhorar a efetividade dos tratamentos de pessoas com doenças crônicas por meio do monitoramento contínuo de pacientes	Uso eficiente de rec. naturais e insumos  Aumentar a produtividade e qualidade da produção rural brasileira pelo uso de dados	Recursos e processos  Aumentar a eficiência e a flexibilidade dos processos industriais usando soluções de IoT para a gestão de operações
	Segurança pública  Aumentar capacidade de vigilância e monitoramento de áreas da cidade para mitigar situações de risco à segurança	Promoção e prevenção  Prevenir situações de risco e controlar o surgimento de epidemias e de doenças infecto-contagiosas por meio de soluções de IoT	Uso eficiente maquinário  Otimizar o uso de equipamentos no ambiente rural pelo uso de IoT	Bens de capital  Promover o desenvolvimento de novos equipamentos, produtos e modelos de negócios que incorporem soluções de IoT
	Ef. Energ. e saneamento  Reduzir desperdício de utilities e criar rede de iluminação pública que habilite soluções de IoT de forma ampla na cidade	Eficiência de gestão  Aumentar a eficiência dos hospitais do SUS e unidades de atenção primária de saúde através da adoção de soluções IoT	Segurança sanitária  Aumentar o volume de informações e sua precisão no monitoramento de ativos biológicos	Estoque e cadeia de fornecimento  Promover a integração e cooperação nas cadeias de fornecedores de bens , componentes, serviços e insumos
Inovação  Promover a adoção de soluções desenvolvidas localmente para desafios do ambiente				

Fonte: Produto 8 do Estudo IoT – Relatório Final do Plano de Ação (BNDES, 2017c, p. 13)

Observa-se que todas as verticais têm a inovação como objetivo estratégico comum, a fim de “promover a adoção de soluções desenvolvidas localmente para o enfrentamento dos desafios do ambiente”. Sobre essa temática, os desafios, mesmo separados por verticais, envolvem questões gerais ligadas à falta de investimentos e de incentivos suficientes ao fomento da atividade inovativa no Brasil. Destaca-se, entre outros problemas, o baixo suporte ao empreendedorismo e ao investimento em capital de risco; a falta de colaboração para desenvolvimento de soluções; a

ausência de linhas de financiamento para aquisição de serviços de IoT; a burocracia do processo de financiamento das linhas atuais e pouca visibilidade de longo prazo para disponibilidade de recursos; a falta de suporte para o desenvolvimento de tecnologia de ponta; a falta de coordenação entre fóruns e instituições públicas e privadas para discussões sobre o tema da IoT; a baixa articulação entre governo, academia, associações e empresas; a falta de investimentos privado e públicos adequados para *startups*; e pulverização dos recursos para inovação com desalinhamento de órgãos (BNDES, 2018a)

Para o enfrentamento desses e dos demais desafios relacionados aos objetivos estratégicos, o Estudo IoT elenca ainda objetivos específicos, organizados em “horizontais”, que impulsionariam o desenvolvimento da IoT em todos os ambientes priorizados. “Os objetivos específicos refletem o que precisa acontecer no âmbito das quatro horizontais para que os objetivos estratégicos das verticais sejam alcançados” (BNDES, 2018a). Finalmente, a partir da avaliação dos principais desafios verticais e horizontais, foram propostas uma série de iniciativas que irão compor o plano de ação para o Brasil em Internet das Coisas.

Figura 4 - Objetivos específicos por horizontal priorizada no Estudo IoT

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ampliar força de trabalho qualificada em IoT nos ambientes priorizados, com foco especial na demanda. ▪ Despertar nos jovens o interesse por IoT/TIC. ▪ Fortalecer o corpo de P&D e engenharia para IoT em classe mundial. ▪ Promover a capacitação de gestores públicos para IoT. 	 Capital humano	 Inovação e inserção internacional	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimular a experimentação, cooperação e disseminação de modelos de negócio bem-sucedidos ▪ Aperfeiçoar e divulgar instrumentos de financiamento e fomento para ICTs e empresas inovadoras. ▪ Construir ambiente para monitoramento contínuo e participativo do Plano de IoT. ▪ Internacionalizar soluções locais em consonância com padrões globais e interoperáveis.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ampliar a oferta de redes de comunicação de acordo com as demandas por serviços de IoT. ▪ Articular o tema de IoT em políticas públicas de ampliação de soluções e infraestrutura para conectividade. ▪ Incentivar e promover a interoperabilidade e padronização de redes, dispositivos e soluções de IoT. 	 Infraestrutura de conectividade e interoperabilidade	 Regulatório, segurança e privacidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Endereçar questões da regulamentação de Telecom com vistas a acelerar o desenvolvimento de aplicações IoT. ▪ Estruturar a criação de um marco regulatório de proteção de dados pessoais adequado para fomentar a inovação e a proteção aos direitos individuais. ▪ Identificar e tratar questões regulatórias específicas nas verticais priorizadas. ▪ Estabelecer desenho institucional adequado para enfrentar os desafios para privacidade e segurança para IoT.

Fonte: Produto 9A do Estudo IoT – Relatório Final (BNDES, 2018a, p. 70)

Para alcançar os objetivos específicos da horizontal “inovação e inserção internacional”, são elencadas um conjunto de iniciativas que envolvem, especialmente, o aperfeiçoamento dos instrumentos de indução da atividade inovativa com foco em Internet das Coisas e a promoção de maior interação entre os atores do sistema nacional de inovação. Por exemplo, fortalecer a oferta de instrumentos de apoio para desenvolvimento de *startups* e o ganho de escala de PMEs tecnológicas de IoT, considerando a dificuldade de estruturação de garantias; criar plataformas para o engajamento do ecossistema de IoT; incentivar a adoção de soluções de IoT e inovação local por meio de encomendas tecnológicas do governo; criar plataformas que permitam engajamento do ecossistema de IoT no Brasil, disseminação de conhecimentos, troca de experiências, apoio a projetos-piloto de IoT e interlocução de forma centralizada e simples com o governo.

É inegável a necessidade de fortalecimento do sistema nacional de inovação e de desburocratização de seus instrumentos. Como será visto mais adiante, algumas medidas já vêm sendo especificamente adotadas pelo BNDES, pela Finep e pela Embrapii para o fomento do ecossistema de Internet das Coisas. Não obstante, além de instrumentos para induzir a atividade inovativa, “a adoção de soluções desenvolvidas localmente”, objetivo estratégico comum a todas as verticais, demanda que sejam pensados um conjunto convergente de políticas explícitas e implícitas, sob coordenação do Estado, visando ampliar a competitividade da indústria nacional diante da concorrência de grandes *players* globais que buscam dominar internacionalmente o mercado de IoT.

Conforme observado por Shima et al. (2018, p. 13), o “estudo mostra que já existe um número considerável de multinacionais atuando no mercado e que, a julgar pelas menções feitas nas consultas, estão se tornando rapidamente as líderes da atividade”. Não obstante, não há qualquer aprofundamento sobre o impacto da concorrência externa e da utilização de aplicações estrangeiras quanto ao objetivo de desenvolvimento de soluções locais.

Outra questão que merece destaque diz respeito aos objetivos específicos da horizontal “regulatório, segurança e privacidade”. As iniciativas propostas giram em torno de dois pontos centrais: a) revisão do quadro regulatório de telecomunicações; b) proteção de dados pessoais e segurança da informação.

Os aspectos regulatórios vêm sendo reavaliados e aprimorados pela Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel)⁹³, a fim de diminuir possíveis barreiras regulatórias à expansão das aplicações de Internet das Coisas. O tema da proteção de dados pessoais, com a edição da Lei n.º 13.709/2018 e, mais recentemente, da Emenda Constitucional n.º 115/2022, sem dúvidas, merece tratamento específico diante dos desafios adicionais que a expansão da IoT pode implicar aos direitos individuais dos usuários. Para a segurança da informação, a fim de prevenir possíveis ataques ou falhas de segurança, o estudo propõe soluções que envolvem o uso de *blockchain* e de um sistema de certificação, baseado em modelo de autorregulação voluntária⁹⁴.

No entanto, o que mais chama atenção nessa parte do estudo é a ausência de discussão sobre o que a ampla disseminação da Internet das Coisas poderia acarretar aos interesses econômicos e sociais da nação, diante de um novo modelo de dominação orientado por dados, que tem o ecossistema de IoT como um de seus principais propulsores.

Como visto no capítulo 1 desta dissertação, algumas das aplicações de IoT, operadas por meio de grandes plataformas digitais, são capazes de coletar e sistematizar dados massivos das sociedades, assim como dados extremamente sensíveis para a economia nacional. André Ramos Tavares destaca que esse cenário merece “uma atenção que não tem sido devidamente concedida, seja uma atenção do ponto de vista da soberania econômica, seja da tutela da concorrência”, e deve, portanto, “sofrer uma regulação e controle de intensidade minudentes e digitalmente adequados” (2020, p. 402). Esses aspectos regulatórios, fundamentais a um projeto de desenvolvimento tecnológico autônomo, não chegam a ser sequer considerados no Estudo IoT.

Vale ressaltar ainda que um dos principais desafios relacionados à horizontal “infraestrutura de conectividade e interoperabilidade” diz respeito à ampliação dos serviços de telecomunicações e de uma rede eficiente de conectividade no vasto território brasileiro, especialmente considerando

⁹³ Especificamente, sob o viés regulatório, a Anatel, através da Consulta Pública n.º 39, discutiu a diminuição das barreiras regulatórias para a expansão da internet das coisas e comunicações máquina-a-máquina (ANATEL, 2019).

⁹⁴ Esta última proposta não é unânime entre os estudiosos do tema. Caitlin Mulholland, ao tratar sobre a tutela da privacidade na Internet das Coisas, afirma ainda não ter sido possível identificar a forma mais eficiente para tutela dos dados pessoais: “I. se por lei restritiva, impedindo por vezes, o avanço da tecnologia, ou tornando-se obsoleta pela implementação de novas tecnologias com novos problemas jurídicos em seu enlace; II. se por regulação por meio de agências públicas (como a autoridade garantidora da privacidade na Itália), que determinam passo a passo quais as condutas que devem ser permitidas e quais as que devem ser proibidas, gerando, por vezes um casuísmo exacerbado e por outras uma omissão na atividade regulatória, ocasionada pela pressão das empresas de tecnologia em lucrar; III. se pela autorregulação pela tecnologia, por meio de adoção de sistemas de segurança por meio de criptografia ou outras técnicas inovadoras que protejam os dados pessoais; ou, por fim, se pela autorregulação pelo mercado e pela economia, considerando os dados pessoais como insumos e moeda de troca possível na sociedade hiperconectada”. No entanto, a pesquisadora afirma que a última alternativa “é de longe, a que deve ser evitada e afastada” (MULHOLLAND, 2019).

as áreas mais afastadas dos grandes centros. Somado a isso, o desenvolvimento da tecnologia 5G é essencial, pois o sucesso da Internet das Coisas depende da rapidez com que os dispositivos conectados podem se comunicar uns com os outros (BUCKWALD; MARCHANT, 2021). O Estudo IoT aborda muitas questões relevantes para a expansão da infraestrutura de conectividade no Brasil. Não obstante, apesar ter identificado, em âmbito internacional, diferentes políticas públicas que integram os ecossistemas de IoT e 5G (BNDES, 2017a), deixa de reportar a necessidade de implementação dessa nova geração de redes móveis no Brasil⁹⁵.

Na tabela adiante, estão elencadas todas as iniciativas constantes do plano de ação, lançado ao final da terceira fase do Estudo IoT⁹⁶. Essas iniciativas, divididas em ações estruturantes, medidas e elementos catalisadores, deveriam ser implementadas durante o período de 2018 e 2022, “para o estabelecimento de um ecossistema robusto de IoT no Brasil” (BNDES, 2018a, p. 67).

Conforme explicado no estudo, as ações estruturantes são as principais iniciativas do plano de ação e deveriam ser iniciadas no curto prazo (dentro do primeiro ano de execução). As medidas complementam as ações estruturantes, ampliando o impacto da IoT na economia, a fim de tornar o Brasil um país mais competitivo tecnologicamente, devendo ser implementada no médio prazo (primeiro ao terceiro ano do plano). Já a execução dos elementos catalisadores, tidos como capazes de potencializar os efeitos da IoT no Brasil, seria esperada apenas no longo prazo (quinto ano do plano), tendo em vista depender de resultados mais amplos do que a própria temática abordada.

⁹⁵ No mesmo sentido são as considerações de Sabo e Rover (2019): “Em que pese a ampla abordagem sobre o assunto, entende-se que o estudo poderia ter reportado, ainda que a nível de aspiração, o assunto a respeito da tecnologia de 5ª geração de comunicações móveis, o 5G, por ser um instrumento promissor voltado à efetivação das aplicações de IoT no Brasil, e tendo em vista a parceria realizada entre o MCTIC, a Telebrás e a 5G Infrastructure Association (5GIA), uma organização que reúne empresas e desenvolvedores da tecnologia na União Europeia. A propósito, segundo a 5GIA, o Brasil é um dos quatro países estratégicos para a colaboração conjunta no desenvolvimento da tecnologia, ao lado da China, Japão e Coreia do Sul”. Destaca-se que, no final de 2020, foi realizado o leilão 5G, a fim de conceder os direitos de exploração de faixas de frequência para as empresas de telecomunicações. O resultado do leilão foi homologado pelo Acórdão n.º 381/2021 da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel, 2021).

⁹⁶ No final da terceira fase do Estudo IoT foram anunciadas, inicialmente, 75 iniciativas, divididas em 17 ações estruturantes, 31 medidas e 27 elementos catalisadores. Na quarta fase, algumas das iniciativas foram incorporadas a outras, no intuito de facilitar o processo de monitoramento. No fim, restaram 60 iniciativas, 60 propostas, divididas em 13 ações estruturantes, 32 medidas e 19 elementos catalisadores. Inicialmente divididas de acordo com as horizontais eleitas no estudo, as iniciativas foram novamente agrupadas pelo MCTIC, no “Documento de Referência do Plano Nacional de Internet das Coisas – IoT.Br”, a partir dos seguintes critérios: i) ciência, tecnologia e inovação; ii) inserção internacional; iii) capital humano; iv) infraestrutura de conectividade e interoperabilidade; v) regulatório, segurança e privacidade; vi) viabilidade econômica.

Quadro 2 - Iniciativas do Plano Nacional da Internet das Coisas

Tipo	nº	Iniciativa	responsáveis/ parceiros
I - Ciência, Tecnologia e Inovação			
Estruturante	1	Incentivar a criação Plataformas de Inovação em Saúde, Cidades, Rural e Indústrias que: (1) Permitam a interlocução com o governo de forma centralizada e simples; (2) Disseminem conhecimento gerado no ecossistema de inovação, estimulem a troca de experiências e induzam o encontro entre fornecedores e compradores de solução; (3) Apoiem e fortaleçam projetos-piloto para IoT.	Plataformas
	2	Fortalecer Centros de Competência em tecnologias habilitadoras para IoT, com financiamento articulado por agências de fomento, para desenvolver pesquisa tecnológica de relevância internacional, com impacto comercial e/ ou social relevante nos quatro ambientes, buscando interação com o setor empresarial e realizando transferências de tecnologia.	MCTIC/ EMBRAPII
	3	Criar Observatório da Transformação Digital - plataforma para engajamento do ecossistema de IoT no Brasil, divulgação e monitoramento das iniciativas do Plano Nacional de Internet das Coisas.	MCTIC
Medida	4	Promover congressos e eventos sobre IoT nos ambientes priorizados e fomentar a discussão de IoT em conferências, congressos e fóruns de discussões já existentes dos ambientes priorizados.	Plataformas
	5	Criar fóruns de apresentação de startups e empresas emergentes de base tecnológica a empresas que podem contratá-las como fornecedoras e priorizar empresas de IoT dos quatro ambientes selecionados em programas de fomento de startups.	Plataformas
	6	Fortalecer/criar instrumentos de apoio para desenvolvimento de <i>start-ups</i> e o ganho de escala de PMEs tecnológicas de IoT, considerando a dificuldade de estruturação de garantias.	Plataformas
	7	Incentivar a adoção de soluções de IoT e inovação local por meio de Encomendas Tecnológicas do Governo.	Plataformas
	8	Fomentar a adoção de IoT em pequenas e médias empresas auxiliando-as a escolherem soluções de IoT mais adequadas e apoiando-as na implantação das soluções	Plataformas/ Sistema S (SENAI)

	9	Criar selo “Empreendedor de IoT” para empresas emergentes de base tecnológica que obtiveram apoio de fundos de investimento, órgãos de fomento e OSCIPs reconhecidas, que ofereça benefícios claros para os detentores (ex: maior prioridade para obtenção de financiamento).	Plataformas
	10	Aperfeiçoar <i>rankings</i> e prêmios para cidades mais inteligentes do país, com critérios objetivos, para estimular e orientar cidades na transformação para IoT.	Plataforma de Cidades/ ABNT; ITU
	11	Promover a discussão de adoção de IoT e suas implicações éticas, econômicas e sociais.	Plataformas
	12	Criar mecanismos de avaliação e reconhecimento das ICTs relacionadas a IoT para estimular qualidade, competição e transparência.	Plataformas
Catalisador	13	Revisão do processo de importação de componentes eletrônicos e insumos para a pesquisa necessários aos dispositivos e soluções de IoT.	Receita Federal/ MDIC
	14	Alinhamento do Plano de Ação de IoT com estratégias dos ministérios responsáveis pelos ambientes priorizados.	Casa Civil
II - Inserção Internacional			
Estruturante	15	Aprofundar parcerias com associações e órgãos de IoT de outros países no contexto do desenvolvimento das Plataformas de Inovação e Centros de Competência.	Plataformas
Medida	16	Aprofundar parcerias com associações e órgãos de IoT de outros países no contexto do desenvolvimento das Plataformas de Inovação e Centros de Competência.	Plataformas
III – Capital Humano			
Estruturante	17	Aumentar a oferta de cursos técnicos, profissionalizantes e de extensão de qualidade voltados para competências básicas de IoT.	MEC/ Sistema S
	18	Fomentar bolsas para mestres doutores e pós-doutores em parceria com empresas que estejam desenvolvendo IoT	MCTIC/ CNPQ
	19	Apoiar e estimular movimentos para expandir a adoção de programação, robótica e uso de sensores no ensino médio de escolas públicas e privadas	MEC
	20	Criar e atualizar periodicamente a cartilha para aplicação de IoT em cidades brasileiras, contendo elementos básicos necessários para o uso de Internet das Coisas.	Plataforma de Cidades

Medida	21	Promover a incorporação de disciplinas relacionadas a IoT e Agricultura de Precisão em cursos de Agronomia, Zootecnia e Veterinária e ampliar a oferta de cursos de extensão e pós-graduação para formar especialistas da área de tecnologia com conhecimento agrícola.	Plataformas/ MEC
	22	Reconhecer Informática em Saúde como uma área de conhecimento por parte dos órgãos de educação e ofertar bolsas de mestrado, doutorado, pós-doutorado e pesquisa.	Plataforma de Saúde/MEC
	23	Apoiar capacitação de gestores públicos no âmbito de cidades, aproveitando sinergias de programas já existentes para formar e conscientizar gestores sobre o que é IoT e quais seus benefícios.	Plataforma de Cidades/ MCID
	24	Estabelecer núcleo de capacitação em integração e utilização de dados gerados por IoT para criação e integração de tecnologias em Cidades.	Plataforma de Cidades/ MCID
	25	Criar cursos de pós-graduação que juntem pessoas com base em matemática, física, ciências da computação e engenharia com áreas de saúde.	MEC
	26	Patrocinar ou organizar prêmios de inovação e feiras itinerantes de IoT em escolas de ensino médio, escolas técnicas e universidades.	Plataformas
Catalisador	27	Revisão do processo de obtenção de visto brasileiro para pesquisadores e especialistas técnicos.	MRE/MJ
IV – Infraestrutura de Conectividade e Interoperabilidade			
Estruturante	28	Fomentar o desenvolvimento e disseminação de tecnologias e modelos de negócio para conectividade de baixo custo para os ambientes priorizados	Plataformas
	29	Fornecer conectividade por meio de mecanismos financeiros e não financeiros para provedores regionais e por meio de elementos do Plano Nacional de Conectividade (PNC) que assegurem conectividade de alta capacidade, com ênfase nos municípios com produção rural abundante	MCTIC/ BNDES
	30	Fomentar o uso de plataformas abertas, padronizadas e seguras para implantação de soluções IoT nos ambientes priorizados, priorizando soluções que se valham de protocolos e interfaces de comunicação padronizados por órgãos reconhecidos.	Plataformas
	31	Criar mecanismos de incentivo para modelos de negócios em IoT articulados com planos de governo para conectividade para Cidades.	Plataforma de Cidades/ MCTIC
	32	Buscar dar finalidade a faixas de frequência que não estejam sendo utilizadas em áreas específicas, em especial para faixas sub 500 MHz.	Plataformas/ ANATEL

Medida	33	Incentivar e apoiar a adoção de IoT no que diz respeito à interoperabilidade.	Plataformas
	34	Promover os padrões brasileiros de soluções para conectividade em IoT como referências para padrões internacionais, de modo a estimular economias de escala para os componentes das soluções.	Plataformas
	35	Incluir na política de credenciamento de equipamentos e soluções do BNDES critérios de interoperabilidade para soluções IoT.	BNDES
	36	Consolidar boas práticas relacionadas com IoT que favoreçam interoperabilidade.	Plataformas
Catalisador	36	Aumentar a presença de redes com alta capacidade de transferência em um maior número de municípios brasileiros.	MCTIC
	37	Aumentar capilaridade de acesso de banda larga chegando a diversas regiões das cidades.	MCTIC/ ANATEL
	38	Alinhamento entre atores com relação a valores pagos para compartilhamento de postes de distribuição de energia.	MCTIC
	39	Revisão dos modelos de licenciamento de torres e antenas.	MCTIC
	40	Fomento a conectividade via satélite.	MCTIC
	41	Incluir na política de credenciamento de equipamentos e soluções do BNDES critérios de interoperabilidade para soluções IoT.	MCTIC
V – Regulatório, Segurança e Privacidade			
Catalisador	42	Revisar o quadro regulatório de telecomunicações para viabilizar o investimento na ampliação de rede no país (ex. PLC n.º 79/2016).	MCTIC/ ANATEL
	43	Realizar mapeamento do uso do espectro licenciado no Brasil, fazendo uso da previsão contida no art. 5º, I, da Resolução Anatel n.º 671, de 3 de novembro de 2016.	ANATEL
	44	Revisar os requisitos técnicos previstos na regulamentação para a avaliação da conformidade de equipamentos de radiocomunicação restrita, de modo a evitar barreiras de entrada a tecnologias específicas.	ANATEL
	45	Definir autoridade central independente para a proteção e segurança de dados pessoais, potencialmente em modelo de correção.	MCTIC
	46	Estruturar governança baseada em modelo multissetorial, com a criação ou designação de estrutura específica para a coordenação de atividades baseadas em segurança da informação, na forma de conselho permanente, órgão/entidade pública ou agência reguladora independente.	MCTIC

	47	Estimular a cooperação e interação entre o Poder Público, sociedade civil, iniciativa privada e academia, com o fim de promover medidas de conscientização e fomento da segurança da informação.	MCTIC
	48	Aprimorar os mecanismos de cooperação internacional para a prevenção e tratamento de incidentes de segurança da informação, como pela adesão a Acordos de Troca e Proteção Mútua de Informações Classificadas.	MCTIC
	49	Incentivar a adoção de padrões internacionais na temática de segurança da informação pela iniciativa privada	MCTIC
	50	Incentivar a criação de sistema de certificação creditória de segurança da informação em dispositivos em Internet das Coisas, baseada em modelo de autorregulação voluntária pela iniciativa privada.	Plataformas
	51	Fortalecer a estrutura institucional dedicada à segurança de infraestruturas críticas no âmbito da Administração Pública Federal, e incentivar os setores regulados a respeitarem aspectos mínimos de segurança da informação, em particular em setores de infraestrutura crítica.	MP/ Plataforma de Cidade
VI – Viabilidade Econômica			
Estruturante	52	Adaptar instrumentos públicos para viabilizar financiamento de projetos piloto, capacitação das pessoas e P&D das plataformas (p.ex.: Lei do Bem, Lei de Informática entre outras).	MCTIC/ BNDES
Medida	53	Adaptar programas de financiamento que promovam a cooperação entre empresas grandes, médias e pequenas por meio da resolução de desafios temáticos escolhidos pelas empresas patrocinadoras.	MCTIC/ EMBRAPII
	54	Constituir fundos de co-investimento em empresas nascentes.	BNDES
	55	Viabilizar instrumentos financeiros estruturados com risco compatível para projetos cooperativos de desenvolvimento, inovação e engenharia relacionados à IoT.	MCTIC/ BNES; FINEP
	56	Revisar processo de financiamento do BNDES e FINEP, simplificando o processo para dar mais agilidade, estruturando novos modelos de garantias de crédito para soluções que envolvam a prestação de serviços e usando cadastro de fornecedores no BNDES quando aplicável.	BNDES/ FINEP
	57	Adaptar linhas de crédito ao setor público para apoiar Cidades Inteligentes e adoção de soluções de IoT.	BNDES/ CAIXA; FINEP; ABDI
Catalisador	58	Estimular medidas adicionais de aumento de eficiência e redução de perdas de empresas de utilidades via condições financeiras diferenciadas.	BNDES/ CAIXA
	59	Revisar o atual conceito de comunicação e modelo arrecadatório do Fundo de Fiscalização das Telecomunicações - FISTEL para comunicações M2M.	MCTIC/ ANATEL

	60	Apoiar a criação de fundos garantidores e estruturadores das PPPs, incentivando a adoção de IoT em cidades.	MCID/ MCTIC
--	-----------	---	----------------

Fonte: Elaborado pela autora a partir de informações contidas no Produto 10 do Estudo IoT - Desenho do modelo de governança (BNDES, 2018b) e da página do Plano Nacional de IoT no site do MCTI (MCTI, *online*)

Ainda foram propostos três projetos mobilizadores, agrupando algumas das diversas iniciativas do plano de ação, a fim de facilitar e fortalecer a consecução de seus objetivos: (1) Ecossistema de Inovação (2) Observatório de IoT, e (3) IoT em cidades.

Em síntese, primeiro projeto visa criar um ambiente propício à inovação em IoT no Brasil, estabelecendo, de forma temática (critério por verticais), redes de inovação que envolvam grandes empresas, *startups* e centros de pesquisas e canalizando apoio técnico e financeiro aos centros de conhecimento dispostos a oferecer base tecnológica adequada à prosperidade dessas redes. O principal objetivo do Ecossistema de Inovação é conceber projetos inovadores que cheguem ao mercado e gerem riquezas ao Brasil.

Para o Observatório IoT, a proposta é que este projeto seja uma plataforma *online*, na qual as informações e as ferramentas disponíveis para fomentar o desenvolvimento de IoT estejam todas concentradas, possibilitando, por exemplo, a divulgação de mecanismos de apoio às empresas que demandem e que ofereçam soluções de IoT, seja por financiamento, cursos de capacitação ou parcerias com instituições de ensino para pesquisa e desenvolvimento. A plataforma intenta também servir como canal de transparência, onde seria possível acompanhar o andamento do Plano Nacional de Internet das Coisas, através de indicadores de esforço (avanço de suas iniciativas) e de impacto (resultados para a sociedade).

O projeto IoT em cidades, por sua vez, possui foco na capacitação dos gestores públicos e em orientações para implantação de soluções que melhorem a qualidade de vida da população por meio da criação de uma cartilha para aplicação de IoT em cidades e no apoio ao planejamento e à execução de projetos pilotos de Internet das Coisas.

Por fim, a partir das conclusões apresentadas pelo Estudo IoT, caberia ao governo federal a elaboração efetiva do Plano Nacional de Internet das Coisas e a sua materialização no plano jurídico.

Do Estudo IoT, é possível extrair uma diversidade de dados e informações relevantes para a promoção desse ecossistema no Brasil, também são previstas uma série de iniciativas que, se

implementadas, podem contribuir para a evolução do mercado brasileiro de Internet das Coisas. A forma como as iniciativas foram estruturadas, com a definição de ações prioritárias, estimativa de tempo para sua execução e indicação dos responsáveis, além da previsão de uma estrutura de governança e monitoramento, pretende construir caminhos e eleger possíveis instrumentos para atuação do Estado na promoção da Internet das Coisas no Brasil. Não obstante, tendo em vista a aspiração central proposta para o Brasil em IoT, ainda falta “clareza quanto aos objetivos em termos do desenvolvimento nacional”, conforme observam Shima et al. (2018).

Os extensos relatórios publicados não oferecem respostas ou qualquer reflexão mais aprofundada sobre alguns dos desafios centrais à produção endógena das tecnologias IoT e à homogeneização de seus benefícios. As tendências de concentração de mercado em uma nova economia baseada em dados, a concorrência de empresas globais diante de uma ainda incipiente indústria nacional de IoT e a profunda desigualdade social que distancia milhares de pessoas dos benefícios potenciais da IoT não são efetivamente considerados no estudo.

3.4 Plano Nacional de Internet das Coisas (Decreto n.º 9.854/2019)

O Decreto n.º 9.854, de em 25 de junho de 2019, institui juridicamente o Plano Nacional de Internet das Coisas (PNIoT) e dispõe sobre a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas (Câmara IoT).

Trata-se de um decreto autônomo, editado com base na competência do Presidente da República para dispor sobre a organização e funcionamento da administração pública, nos termos do artigo 84, V, ‘a’, da CF/88, sem implicar aumento de despesa nem criação ou extinção de órgãos públicos.

A publicação do ato normativo formaliza a compreensão do Estado sobre a importância dos desafios desse novo ecossistema para o Brasil, com a finalidade de acelerar o desenvolvimento e a implementação da Internet das Coisas, bem como definir seus objetivos, ambientes de aplicação, temas transversais, projetos mobilizadores e estrutura de governança.

De acordo a exposição de motivos encaminhada pelo então Ministro da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, Marcos Pontes, ao presidente Jair Bolsonaro, a edição do

decreto tem por fim “estimular a integração entre os setores científico e tecnológico do país e os diversos setores empresariais afetos às tecnologias provenientes da Internet das Coisas”. (BRASIL, 2019a, p. 1).

Parte-se do reconhecimento de que a inovação, como um processo econômico-tecnológico, tem sido motor principal das ações de estímulo à indústria nos países desenvolvidos e fator indispensável para assegurar a competitividade entre as nações. Também se reconhece que, em âmbito internacional, os países centrais vêm adotando estratégias para estimular o desenvolvimento de novas tecnologias e fortalecer seus sistemas nacionais de inovação, no intuito de galgar posições de liderança na fronteira do conhecimento e enfrentar os desafios da economia digital. Por essas, entre outras razões, considera-se oportuno que o Brasil proponha uma política de longo prazo, com vistas ao aumento da competitividade nacional, ao fortalecimento das cadeias produtivas e à melhoria da qualidade de vida dos cidadãos (BRASIL, 2019a).

No anexo da exposição de motivos, ao ser descrito o problema ou a situação que reclama providências, destaca-se a posição central que o Estado deve assumir diante dessa nova revolução tecnológica, a fim de que os potenciais benefícios da Internet das Coisas possam ser aproveitados pelo país, promovendo desenvolvimento tecnológico, econômico e social:

Inúmeros estudos ao redor do mundo e particularmente o estudo coordenado pelo MCTIC em parceria com o BNDES, em 2017, mostraram que a Internet das Coisas (IoT) é uma grande oportunidade para alavancar as economias dos países em desenvolvimento, seja pelo aumento da produtividade das empresas ou pela melhoria da qualidade de vida da população. Porém, para que isto aconteça, é necessário que o Estado assuma um papel de liderança, elaborando políticas públicas que induzam a criação de soluções de IoT em setores estratégicos, promovam o engajamento dos diversos atores do ecossistema de IoT e direcionem os benefícios obtidos para a resolução dos gargalos econômicos, tecnológicos e sociais do nosso país (BRASIL, 2019a, p. 12).

A justificativa que fundamenta da necessidade do Decreto n.º 9.854/2019 coaduna-se com o que determina a Constituição Federal, artigos 218 e 219, sobre o papel prioritário do Estado na promoção e incentivo da ciência, tecnologia e inovação e sobre a necessidade de plena incorporação das inovações tecnológicas ao processo de superação do subdesenvolvimento. Ou seja, o sentido político dado à edição do ato normativo observa os objetivos da Constituição Econômica, no intuito de contribuir para a superação da condição de atraso tecnológico, em prol do incremento da competitividade da indústria nacional e do bem-estar da população.

O Decreto n.º 9.854/2019, portanto, materializa a juridicamente a compreensão por parte do Estado brasileiro sobre o importante papel a ser desempenhado diante dos desafios e das oportunidades que o desenvolvimento do ecossistema da Internet das Coisas representa para a periferia do sistema capitalista.

Por outro lado, como será visto adiante, o texto normativo, além de tratar de conceitos básicos ao ecossistema de Internet das Coisas, definir os ambientes e os temas prioritários e regulamentar a Câmara IoT, apresenta diretrizes muito tímidas e pouco consistentes em termos de planejamento do desenvolvimento tecnológico nacional. Mesmo diante das grandes expectativas depositadas pelo governo federal na política, persistem as lacunas identificadas anteriormente no Estudo IoT.

3.4.1 Bases e diretrizes do Plano Nacional de IoT

O artigo 1º do Decreto n.º 9.854/2019 dispõe que o Plano Nacional de Internet das Coisas tem como base a livre concorrência e a livre circulação de dados, observadas as diretrizes da segurança da informação e de proteção de dados pessoais. Por se tratar de normas gerais, sem qualquer detalhamento quanto à sua incidência específica no ecossistema da IoT, um horizonte para a interpretação do dispositivo deve ser balizado pela legislação pertinente à matéria e, sobretudo, pela Constituição Econômica.

A livre concorrência foi erigida pela Constituição Federal de 1988 à condição de princípio da ordem econômica (art. 170, IV). Uma vez consagrado no texto constitucional, ao qual o decreto está imediatamente submetido, o princípio vincula o PNIoT, sem haver necessidade de sua reafirmação. No entanto, a referência expressa no Decreto n.º 9.854/2019 releva a salutar importância da livre concorrência para a expansão do ecossistema de IoT no Brasil.

Isso significa, à primeira vista, tomando a livre concorrência como corolário da livre iniciativa (art. 170, *caput*, da CF/88), que o Estado não poderia impor barreiras ao desenvolvimento de tecnologias IoT pela iniciativa privada, devendo, ao contrário, incentivá-las. Garante-se, assim, que os agentes econômicos explorem licitamente esse mercado de acordo com suas escolhas, “podendo produzir, fixar preços e estabelecer contratos, com clientes, prestadores de serviços, fornecedores, consumidores e interessados em geral, suportando integralmente os riscos daí advindos” (TAVARES, 2019, p. 35).

Por outro lado, a liberdade para exploração da atividade econômica, ainda que lícita, não é absoluta. O princípio da livre concorrência assume sentido conformado pelo conjunto dos demais princípios da Constituição Econômica, como a função social da propriedade, a defesa dos consumidores (Lei n.º 8.048/1990) e a repressão aos abusos do poder econômico (Lei n.º 12.529/2011).

A livre concorrência é forma de tutela do consumidor, na medida em que a competitividade induz a uma distribuição de recursos a mais baixo preço. De um ponto de vista político, a livre concorrência é garantia de oportunidades iguais a todos os agentes, ou seja, é forma de descontração de poder. Por fim, de um ângulo social, a competitividade deve gerar extratos intermediários entre grandes e pequenos agentes econômicos, como garantia de uma sociedade mais equilibrada (FERRAZ JR., 1989 *apud* GRAU, 2018, p. 206).

Nesse sentido, o princípio não se reduz à função que assume enquanto liberdade econômica empresarial, devendo ser compreendido como liberdade social, passível, portanto, de ser limitada. Assim, demanda não apenas abstenção estatal, mas o dever de fiscalizar, prevenir e apurar abusos de poder econômico, resguardando a “liberdade de iniciativa de uns nos limites em que não prejudica a liberdade de iniciativa de outros e, sobretudo, nos limites em que a liberdade individual não constitua um atentado contra o bem comum de todos” (SHEIBER, 1966 *apud* GOMES, 2008, p. 5).

A Internet das Coisas, como visto⁹⁷, é um ecossistema propício à concentração de poder econômico e social em torno de empresas multinacionais, cuja atividade econômica é baseada essencialmente na extração massiva de dados. Essa nova lógica acumulatória impõe a coleta cada vez maior e variada de dados e a centralização de sua análise por meio de grandes plataformas. Nick Srnicek (2017) explica que essas plataformas operam, em regra, visando à concentração de mercado e à formação de monopólios digitais.

Dessa forma, o princípio da livre concorrência, a reger o Plano Nacional de Internet das Coisas, deve ser observado diante dos desafios que a expansão desse novo ecossistema representa à ordem econômica nacional, a fim de assegurar às empresas brasileiras, em especial às *startups* de base tecnológica, condições de acesso e permanência no mercado de IoT, bem como de garantir

⁹⁷ Vide item 2.5 “Internet das Coisas, extrativismo de dados e plataformas digitais” do capítulo 1

que esse mercado prospere em benefício não apenas dos interesses econômicos privados, mas de toda a sociedade.

Para tanto, outro aspecto relevante que precisa ser observado diz respeito ao PNIoT ter por base a livre circulação de dados. Diferentemente da livre concorrência, a livre circulação de dados não tem previsão constitucional, tratando-se de um regime que deve ser interpretado criticamente e submetido aos comandos da Constituição Econômica.

A versão inicial da minuta do decreto do PNIoT, tramitada no MCTIC à época da gestão do presidente Michel Temer, previa que a Internet das Coisas e o seu ecossistema deveriam ser organizados com base “na livre circulação de dados interfronteiras” (BRASIL, 2018, p. 1). Essa restrição não se encontra mais presente no texto normativo atual.

Na maioria das vezes, prevalece o discurso que apresenta a livre circulação e o fluxo transfronteiriço de dados como soluções, inquestionavelmente, positivas e indispensáveis ao progresso da economia digital. No entanto, cabe questionar quem, de fato, será beneficiado por esse regime. Como contraponto, Sérgio Amadeu da Silveira argumenta que

O fluxo transfronteiriço de dados não é do Norte para o Sul, mas da periferia para o centro. Os dados dos estudantes estadunidenses e franceses dificilmente seriam armazenados e tratados fora de seus países, dificilmente poderiam ser levados para um *data center* na Rússia, China ou Brasil, que não fosse de propriedade de suas empresas nacionais. Basta observar o argumento apresentado pelo governo inglês para, em um primeiro momento, proibir o uso de equipamentos 5G da Huawei em seu território. A empresa chinesa é acusada de praticar espionagem cibernética para o governo chinês, sendo uma ameaça à segurança nacional do Reino Unido. As razões para restrições e bloqueios tecnológicos podem ser outras, mas é perceptível que os países centrais resistem em perder seu poder tecnológico, mesmo para um gigante como a China (SILVEIRA, 2021, p. 44)

As considerações do sociólogo vão ao encontro das conclusões apresentadas no *Digital Economy Report 2021*, segundo as quais a desigualdade entre os países tende a crescer à medida que aumenta o fluxo internacional de dados na economia digital. Cabe novamente ressaltar que, de acordo com o relatório, é mais provável que os países em desenvolvimento, diante dessa nova configuração, se encontrem em posições subordinadas, tendo em vista os dados e a captura de seu valor associado estarem concentrados em poucas corporações digitais globais. Assim, a periferia do sistema mundial corre o risco de se tornar mera provedora de dados brutos enquanto precisa pagar pela inteligência digital gerada a partir de seus próprios dados (UNCTDA, 2021).

Essas questões, como visto, não chegam sequer a ser consideradas no estudo que subsidiou a elaboração do Decreto n.º 9.854/2019, merendo a devida atenção dos legisladores e formuladores

de políticas públicas, a fim de que os riscos relacionados a esse novo ecossistema digital possam ser mitigados pelo país.

O ecossistema da IoT deve, portanto, “sofrer uma regulação e controle de intensidade minudentes e digitalmente adequados” (TAVARES, 2019, p. 402), seja para garantir a soberania econômica nacional (art. 170, I, da CF/88), notadamente em sua dimensão digital, seja para reprimir o abuso do poder econômico (art. 173, § 4º, da CF/88), diante das tendências monopolistas das grandes empresas tecnológicas globais.

O artigo 1º do Decreto n.º 9.854/2019 dispõe, por fim, que o PNIoT deve observar as diretrizes da segurança da informação e de proteção de dados pessoais, pilares que limitam tanto o exercício da livre concorrência quanto a livre circulação de dados no ecossistema de Internet das Coisas. Neste ponto, é indispensável reafirmar o tratamento constitucional dado ao tema pela EC n.º 115/2022, que incluiu a proteção de dados pessoais entre os direitos e garantias fundamentais dos cidadãos.

No nível infraconstitucional, o desenvolvimento da IoT deve se submeter às determinações do Marco Civil da Internet (Lei n.º 12.965/2014) e da Lei Geral de Proteção de Dados (Lei n.º 13.709/2018). Destaca-se ainda o Decreto n.º 9.637/2018 e o Decreto n.º 10.222/2020, que estabelecem, no âmbito da administração pública federal, respectivamente a Política Nacional de Segurança Cibernética e a Estratégia Nacional de Segurança Cibernética. Também devem ser considerados a Resolução n.º 740/2020 e o Ato n.º 77/2021, ambos da Anatel, que regulamentam a segurança cibernética no setor de telecomunicações e estabelecem um conjunto de requisitos visando minimizar ou corrigir vulnerabilidades.

Além disso, é necessário que a legislação brasileira seja revisada e eventualmente aprimorada para lidar com os desafios específicos desse complexo ecossistema em constante evolução. A título de exemplo, nos Estados Unidos, a Lei do Estado da Califórnia n.º 357, de 2018 (*Information privacy: connected devices*), dispoendo sobre a privacidade e segurança da informação de dispositivos conectados, é considerada um marco jurídico sobre o tema da Internet das Coisas (PORCELLI, 2020). Nesse mesmo país, em 2020, foi aprovada a Lei de Melhoria da Segurança Cibernética da Internet das Coisas (*IoT Cybersecurity Improvement Act*), estabelecendo padrões mínimos de segurança e orientações para compras federais de dispositivos de IoT.

3.4.2 Conceitos relativos ao ecossistema de IoT

O artigo 2º do Decreto n.º 9.854/2019 apresenta algumas definições conceituais básicas para a compreensão do ecossistema da IoT. Adotando a abordagem técnica da *International Telecommunications Union* (ITU, 2012), a Internet das Coisas é considerada a infraestrutura que integra a prestação de serviços de valor adicionado com capacidades de conexão física ou virtual de coisas com dispositivos baseados em tecnologias da informação e comunicação existentes e nas suas evoluções, com interoperabilidade. Coisas são objetos no mundo físico ou no mundo digital, capazes de serem identificados e integrados pelas redes de comunicação. Dispositivos são equipamentos ou subconjuntos de equipamentos com capacidade mandatória de comunicação e capacidade opcional de sensoriamento, de atuação, de coleta, de armazenamento e de processamento de dados. Já serviço de valor adicionado é a atividade que acrescenta a um serviço de telecomunicações que lhe dá suporte e com o qual não se confunde novas utilidades relacionadas ao acesso, ao armazenamento, à apresentação, à movimentação ou à recuperação de informações, nos termos do disposto no art. 61 da Lei n.º 9.472/1997.

A qualificação da Internet das Coisas como serviço de valor adicionado (SVA) significa que, como regra, a oferta de suas aplicações no país está dispensadas da outorga necessária à prestação dos serviços de telecomunicações⁹⁸. A Anatel defende que a definição como SVA também tenha impacto positivo no enquadramento tributário das tecnologias IoT, de forma que não

⁹⁸ Na Cartilha Orientativa Internet das Coisas – IoT/M2M, a Anatel discorre sobre as possíveis diferenças na prestação de serviços de IoT, disposto sobre os aspectos regulatórios aplicáveis. Deste documento, merece destaque o seguinte trecho explicativo: “A Anatel possui dentre suas competências a de expedir atos de outorga para prestação de serviços de telecomunicações nos regimes público e privado. A atividade de expedição de outorga é atribuição da Superintendência de Outorga e Recursos à Prestação-SOR, nos termos dispostos no art. 156 do Regimento Interno da Anatel, aprovado pela Resolução n.º 612, de 29 de abril de 2013. Conforme visto é possível definir a Internet das Coisas como uma infraestrutura que habilita serviços avançados por meio da conexão entre coisas, com base nas tecnologias de informação e comunicação (TIC). Nesse contexto, a parte de comunicação entre dispositivos faz parte das redes de telecomunicações, enquanto a parte acessória que agrega sensoriamento, atuação, coleta, armazenamento e processamento de dados, está afeta a serviço de valor adicionado. Em atenção a esta infraestrutura, ressalta-se que, mesmo na hipótese de a empresa prover apenas a aplicação IoT como um Serviço de Valor Adicionado, há de existir um serviço de telecomunicações que a suporte, nos termos do artigo 61 da Lei Geral de Telecomunicações – LGT (Lei n.º 9.472, de 16 de julho de 1997). Assim, a oferta necessariamente estará vinculada a alguma modalidade de serviço de telecomunicação que possibilita a transmissão de dados entre dispositivos, como: o Serviço Móvel Pessoal - SMP, o Serviço de Comunicação Multimídia - SCM, o Serviço Móvel Global por Satélite - SMGS, o Serviço Limitado Privado - SLP ou o Serviço Limitado Especializado– SLE, para citar alguns exemplos. Diante do atual quadro regulatório, há que se considerar, no caso concreto, se os provedores de aplicações IoT prestam Serviço de Valor Adicionado – SVA (suportado por um serviço de telecomunicações), serviço de telecomunicações ou ambos de forma conjunta” (ANATEL, 2020b, p. 5).

sejam submetidas à cobrança das taxas incidentes sobre serviços de telecomunicações e de ICMS- Comunicação (imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual, intermunicipal e de comunicação cobrado pelos estados da federação)⁹⁹.

No mesmo sentido do decreto, a Resolução Anatel n.º 735/2020 estabelece que dispositivos IoT são aqueles que permitem exclusivamente a oferta de Serviços de Valor Adicionado, baseados em suas capacidades de comunicação, sensoriamento, atuação, aquisição, armazenamento e/ou processamento de dados. A medida visa assegurar que a IoT tenha carga tributária menor do que o setor de telecomunicações. Segundo o relator da matéria na Anatel, “a tributação sobre os dispositivos de IoT é balizadora do sucesso de todo o ecossistema digital que inclui tal tecnologia em sua cadeia de valor” (ANATEL, 2020a, *online*).

O artigo 8º do Decreto n.º 9.854/2019 ainda altera a definição de sistemas de comunicação máquina a máquina (M2M) para fins de aplicação da redução tributária relativa às taxas do Fistel previstas no artigo 38 da Lei n.º 12.175/2012¹⁰⁰, ampliando o alcance da desoneração. De acordo com a regra atual, são considerados sistemas de comunicação máquina a máquina as redes de telecomunicações, incluídos os dispositivos de acesso, para transmitir dados a aplicações remotas com o objetivo de monitorar, de medir e de controlar o próprio dispositivo, o ambiente ao seu redor ou sistemas de dados a ele conectados por meio dessas redes. Desse conceito são excluídos os equipamentos denominados máquinas de cartão de débito e/ou crédito (art. 8º, § 1º).

A definição anterior abrangia apenas os dispositivos que não contassem com interação humana e que utilizassem redes de telecomunicações para transmitir dados a aplicações remotas (ou seja, não envolvia a própria rede de telecomunicações). Entendemos que a previsão de ausência de interação humana tornava muito limitado o alcance da

⁹⁹ A Anatel afirma que a depender da legislação do município em que o SVA for prestado, poderá haver cobrança de ISS (imposto sobre serviços de qualquer natureza cobrado pelos entes municipais) (ANATEL, 2020). No entanto, as questões tributárias atinentes à IoT ainda são objeto de controvérsia (CARMO, 2021).

¹⁰⁰ Anteriormente, o conceito estava definido no art. 1º do Decreto n.º 8.234/2014: “Para fins do disposto no art. 38 da Lei n.º 12.715, de 17 de setembro de 2012, são considerados sistemas de comunicação máquina a máquina os dispositivos que, sem intervenção humana, utilizem redes de telecomunicações para transmitir dados a aplicações remotas com o objetivo de monitorar, medir e controlar o próprio dispositivo, o ambiente ao seu redor ou sistemas de dados a ele conectados por meio dessas redes”. Atualmente, o art. 8º do Decreto 9.854/2019 dispõe que: “Para fins do disposto no art. 38 da Lei n.º 12.715, de 17 de setembro de 2012, são considerados sistemas de comunicação máquina a máquina as redes de telecomunicações, incluídos os dispositivos de acesso, para transmitir dados a aplicações remotas com o objetivo de monitorar, de medir e de controlar o próprio dispositivo, o ambiente ao seu redor ou sistemas de dados a ele conectados por meio dessas redes”. Ficou excluído desse conceito os equipamentos denominados máquinas de cartão de débito ou crédito, formalmente considerados terminais de transferência eletrônica de débito e crédito (art. 8º, § 1º).

desoneração, deixando de fora inúmeras aplicações de IoT. Com a redação atual, o alcance da desoneração foi bastante ampliado (embora o Decreto exclua expressamente desse enquadramento apenas as máquinas de cartão de débito e/ou crédito). É, portanto, benéfica a supressão da referência à interação humana, uma vez que permitirá reduzir os custos para uma ampla gama de dispositivos de IoT, fomentando, assim, o seu desenvolvimento no Brasil (PEREIRA NETO et al., 2018).

À Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) compete regulamentar e fiscalizar os sistemas de comunicação máquina a máquina, observadas as normas do MCTIC (art. 8º, § 2º). Com a divisão ministerial, a autarquia encontra-se atualmente vinculada ao Ministério das Comunicações.

É importante ressaltar que, como desdobramento do PNIoT, diante de aspectos que não foram suficientemente esclarecidos no Decreto n.º 9.854/2019, a Anatel vem adotando uma série de medidas visando reduzir as barreiras regulatórias à expansão das aplicações IoT e M2M. Esse tema, inclusive, já havia sido previsto no item n.º 35 de sua Agenda Regulatória para 2017-2018: “reavaliação da regulamentação visando diminuir barreiras regulatórias à expansão das aplicações de internet das coisas e comunicações máquina-a-máquina, tais como regras de qualidade, licenciamento, atendimento, dentre outros”. Em 2019, foi lançada uma Consulta Pública a fim de ouvir a sociedade sobre a necessidade de reavaliação da regulamentação desse ecossistema (ANATEL, 2019). O diálogo subsidiou a elaboração da citada Resolução Anatel n.º 735/2020, além de outras alterações nos regulamentos atinentes ao tema¹⁰¹.

3.4.3 Objetivos, ambientes e temas priorizados

¹⁰¹ Além disso, de acordo com o que é informado no *site* da autarquia, “A Agência vem adotando diversas medidas para impulsionar a utilização de tais dispositivos na rede, dentre as quais pode-se citar a redução da carga regulatória para Prestadoras de Pequeno Porte; a dispensa de outorga para a prestação do Serviço Limitado Privado – SLP nos casos em que as redes de telecomunicações de suporte à exploração do serviço utilizem exclusivamente meios confinados e/ou equipamentos de radiocomunicação de radiação restrita, a revisão do modelo de outorgas, aprovado pela Resolução n.º 720/2020, do licenciamento de estações, aprovado pela Resolução n.º 719/2020, e da avaliação da conformidade de produtos, aprovado pela Resolução n.º 715/2019; além de uma série de projetos ainda em andamento que buscam fomentar o desenvolvimento do ecossistema de IoT no Brasil, como a previsão na Agenda Regulatória de Edital de Licitação para a disponibilização de espectro de radiofrequências para a prestação de serviços de telecomunicações por meio de tecnologia de quinta geração (5G), o projeto da revisão do regulamento de numeração de serviços, entre outras” (ANATEL, 2020a, *online*).

No artigo 3º do Decreto n.º 9.854/2019, são definidos os objetivos do Plano Nacional de Internet das Coisas:

- I - Melhorar a qualidade de vida das pessoas e promover ganhos de eficiência nos serviços, por meio da implementação de soluções de IoT;
- II - Promover a capacitação profissional relacionada ao desenvolvimento de aplicações de IoT e a geração de empregos na economia digital;
- III - incrementar a produtividade e fomentar a competitividade das empresas brasileiras desenvolvedoras de IoT, por meio da promoção de um ecossistema de inovação neste setor;
- IV - Buscar parcerias com os setores público e privado para a implementação da IoT;
- V - Aumentar a integração do País no cenário internacional, por meio da participação em fóruns de padronização, da cooperação internacional em pesquisa, desenvolvimento e inovação e da internacionalização de soluções de IoT desenvolvidas no País.

Trata-se de objetivos bastante relevantes, mas, no decreto, não são detalhadas as ações concretas que devem ser desenvolvidas pelo Estado para que eles sejam atendidos. Alguns desses objetivos, assim como apresentado no Estudo IoT, carregam elevado grau de abstração, como a “melhorar a qualidade de vida”; “promover a capacitação profissional” e a “geração de empregos na economia digital”; “incrementar a produtividade e fomentar a competitividade da empresa”. Dessa forma, o atingimento efetivo de tais objetivos dependerá tanto da definição de atos normativos específicos como da adoção de medidas concretas por parte do Estado brasileiro.

O artigo 4º dispõe que ato do Ministro de Estado da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (atual MCTI) indicará os ambientes priorizados para aplicações de soluções de IoT, incluindo, no mínimo, os ambientes de saúde, de cidades, de indústrias e rural. A definição desses ambientes leva em consideração as quatro verticais selecionadas no Estudo IoT. Demais ambientes deverão ser priorizados a partir de critérios de oferta, de demanda e de capacidade de desenvolvimento local (art. 4º, §1º).

O § 2º do artigo 4º estabelece que a seleção desses ambientes servirá de referência para (i) acesso a mecanismos de fomento à pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico e inovação e (ii) apoio ao empreendedorismo de base tecnológica. No entanto, também não há qualquer especificação a respeito dos instrumentos de política pública que serão utilizados para fomentar ou apoiar diretamente o desenvolvimento da IoT no Brasil.

Na exposição de motivos do decreto, salienta-se que diversas iniciativas propostas pelo Estudo IoT não são de competência do MCTI e, nesse sentido, seria essencial estabelecer parcerias com as pastas finalísticas. Assim, com base no artigo 4º, o MCTI firmou acordos de cooperação

técnica com o Ministério da Economia, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Saúde e Ministério do Desenvolvimento Regional para a criação, respectivamente, das seguintes câmaras setoriais: Câmaras da Indústria 4.0, do Agro 4.0, da Saúde 4.0 e das Cidades 4.0. Posteriormente, mais um tema foi priorizado com o acordo celebrado entre o MCTI e o Ministério do Turismo para criação da Câmara do Turismo 4.0.

Por meio desses fóruns, é possível a interlocução entre o MCTI, os ministérios finalísticos, instituições públicas e privadas e academia, com foco na inovação e na implementação de políticas públicas para a digitalização desses ambientes. De acordo com o Tribunal de Contas da União,

Esse sistema se revela interessante na medida em que confere elevado nível de protagonismo para os ministérios finalísticos, sendo estes efetivamente os conhecedores dos ambientes verticais a serem impactados pelo uso da IoT, ao passo em que ao MCTI compete o fornecimento de soluções baseadas na Internet das Coisas quanto “ferramenta” a ser aplicada (TCU, 2020)

No artigo 5º, fica claro que o intuito do decreto, de fato, não é definir objetivos específicos ou instrumentos concretos a serem efetivados pelo Estado para a promoção da IoT, mas apenas traçar diretrizes gerais para a implementação de futuras políticas públicas voltadas a esse ecossistema. Assim, são elencados os temas que “integrarão plano de ação destinado a identificar soluções para viabilizar o Plano Nacional de Internet das Coisas”, de forma alinhada à Estratégia Brasileira para a Transformação Digital. São eles: i) ciência, tecnologia e inovação; ii) inserção internacional; iii) educação e capacitação profissional; iv) infraestrutura de conectividade e interoperabilidade; v) regulação, segurança e privacidade; vi) viabilidade econômica.

Na exposição de motivos da minuta do Decreto n.º 9.854/2019, informa-se que, tendo como base o conjunto de iniciativas propostas no Estudo IoT, caberá ao MCTIC a construção de uma política pública para acelerar o desenvolvimento e a implementação da IoT no país (BRASIL, 2019).

Todas as 60 iniciativas, organizadas de acordo com os temas determinados no decreto, foram reproduzidas na atual página do PNIoT no site do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações¹⁰². Não obstante, diferentemente do plano de ação do Estudo IoT, a pasta não indica responsáveis, prazo ou orçamento para a sua execução. Sem uma vinculação jurídica formal ou um

¹⁰² Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/internet-das-coisas>. Acesso em 20 mai. 2022.

cronograma a ser efetivamente cumprido, a implementação dessas iniciativas fica a cargo do interesse político e da disponibilidade financeira do MCTI e de demais órgãos ou entidades relacionados às ações propostas.

3.4.4 Monitoramento e avaliação de resultados

O artigo 6º, em sentido próximo ao que havia sido proposto no Estudo IoT, estabelece três projetos mobilizadores, coordenados pelo MCTIC (atual MCTI), com o objetivo de facilitar a implementação do PNIoT: i) Plataformas de Inovação em Internet das Coisas; ii) Centros de Competência para Tecnologias Habilitadoras em Internet das Coisas; e iii) Observatório Nacional para o Acompanhamento da Transformação Digital.

Cabe destacar a importância fundamental deste último projeto¹⁰³, como instrumento de organização e transparência, “para fins de monitoramento do impacto do programa, análise do desempenho econômico dos setores afetos e a identificação de tendências tecnológicas dos setores estratégicos para subsidiar o processo de tomada de decisões” nas políticas de IoT (BRASIL, 2019, p. 4).

De acordo com governo federal, o monitoramento e as avaliações das políticas públicas devem ser executados em caráter permanente,

como um processo sistemático, integrado e institucionalizado, tendo como premissa básica verificar a eficiência dos recursos públicos e, quando necessário, identificar possibilidades de aperfeiçoamento da ação estatal, com vistas à melhoria dos processos, dos resultados e da gestão. (...) Só com a efetiva utilização dos resultados das avaliações na adoção de medidas de melhoria na execução das políticas públicas e no processo orçamentário e financeiro, que os princípios de eficiência, efetividade e eficácia serão aplicados (BRASIL, 2018, *online*).

O Observatório da Transformação Digital foi lançado em 5 dezembro de 2018 pelo MCTIC em parceria com o CPQD e o Movimento Brasil Competitivo, com o propósito de garantir o engajamento e a participação efetiva dos cidadãos brasileiros no acompanhamento das políticas

¹⁰³ A criação do Observatório foi idealizada como projeto mobilizador do Estudo IoT, em um modelo detalhado, apresentado como “Observatório de IoT” (BNDES, 2018a). O Decreto n.º 9.854/2019 acabou dando uma proporção mais ampla ao projeto, abrangendo ferramentas para acompanhamento e monitoramento das ações de políticas públicas relacionadas à economia digital, em geral, em curso no país, dentre as quais o Plano Nacional de Internet das Coisas.

públicas propulsoras de novas tecnologias digitais, incluindo a Internet das Coisas. No lançamento do repositório, Thiago Camargo e José Gontijo, à época, respectivamente, secretário de Políticas Digitais e diretor Ciência, Tecnologia e Inovação Digital do MCTIC, falaram sobre as intenções da pasta com este projeto:

“Pretendemos que o Observatório seja uma referência para toda a comunidade envolvida com a transformação digital. E, também, que esse portal seja um fator preponderante para o desenvolvimento tecnológico, criando sinergias entre os diversos atores e aproximando grandes empresas, centros de pesquisa, *startups*, sociedade civil e todas as esferas de governo”, afirmou o secretário [de Políticas Digitais] no lançamento da iniciativa – que aconteceu no dia 05/12 [de 2018]. Camargo também enfatizou que não existe boa política sem transparência e que o Observatório deverá ser controlado pela sociedade civil, como um instrumento de educação e de cobrança. “Com essa ferramenta, qualquer pessoa poderá acompanhar as diversas ações em curso no Brasil rumo à transformação digital”, destacou José Gontijo, diretor de Ciência, Tecnologia e Inovação Digital do MCTIC. “Além disso, poderá monitorar como estão sendo desenvolvidas as políticas públicas construídas no âmbito federal e acessar informações relevantes sobre a economia digital no país. Isso vai permitir uma interação muito importante para que as iniciativas que desenvolvemos possam ser efetivas e benéficas para todos os cidadãos brasileiros (CPQD, 2018, *online*).

Ocorre que, conforme registrado nos trabalhos de Lacerda (2020) e Bermadini (2021), a plataforma *online* do observatório, desde o seu lançamento, não chegou a ser atualizada, tendo sido a última postagem datada de 4 de dezembro de 2018. Atualmente, o endereço eletrônico do Observatório¹⁰⁴ não está mais ativo. Por *e-mail*, em 23 de maio de 2022, a Coordenação-Geral de Transformação Digital do MCTI afirmou que a plataforma, de fato, não está em funcionamento. Foi informado que a pasta “está negociando com parceiros a elaboração de um Observatório que reflita as ações que estão sendo executadas atualmente que são orientadas pela Estratégia Brasileira de Transformação Digital” (AZAMBUJA, 2022)¹⁰⁵.

Ou seja, “um fator preponderante para o desenvolvimento tecnológico” (CPQD, 2018, *online*), para integração e acompanhamento das iniciativas da política, para a sinergia entre seus diversos atores e para a avaliação de seus impactos, apesar de idealizado, não está sendo utilizado.

¹⁰⁴ Conforme noticiado e referenciado pelos referidos trabalhos, o portal do Observatório da Transformação Digital poderia ser acessado por meio do seguinte endereço eletrônico: www.observatoriodigital.org.br. No entanto, ao tentar acessá-lo em 3 de junho de 2022 (e em outras datas no decorrer da elaboração da presente dissertação), foi possível constatar que o portal não está mais no ar, constando a seguinte mensagem de erro: “não é possível acessar esse site”.

¹⁰⁵ Em mensagem trocada, via *e-mail*, entre a pesquisadora e a Coordenadora-Geral de Transformação Digital, Eliana Emediato de Azambuja, esta afirma que todas as ações de responsabilidade do MCTI podem ser acompanhadas através do endereço eletrônico: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/transformacao-digital/>. No link informado, quanto às ações estratégicas do Plano Nacional de Internet das Coisas, apenas consta a relação das 60 iniciativas propostas no Estudo IoT, sem referência aos seus responsáveis, prazo ou orçamento e sem indicação de sua efetiva implementação ou não.

A ausência de monitoramento e transparência quanto à execução (ou não) das iniciativas do Plano Nacional enfraquece a política, já que não é possível acompanhar se os incentivos públicos estão sendo convertidos em resultados utilizáveis para fins econômicos concretos e para promoção do bem-estar da sociedade. “Somente com uma avaliação criteriosa é possível descobrir fragilidades, aperfeiçoar ações em andamento ou mesmo identificar e evidenciar a ineficácia de determinada política pública” (TCU, 2019, p. 28).

3.4.5 Câmara IoT

O Decreto n.º 9.854/2019, em seu artigo 7º, também dispõe sobre a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas (Câmara IoT), órgão de assessoramento destinado a acompanhar a implementação do PNIoT. Compete ao colegiado, de caráter não deliberativo, i) monitorar e avaliar as iniciativas de implementação do Plano Nacional de Internet das Coisas; ii) promover e fomentar parcerias entre entidades públicas e privadas para o alcance dos objetivos do Plano Nacional de Internet das Coisas; iii) discutir com os órgãos e entidades públicas os temas do plano de ação de que trata o art. 5º; iv) apoiar e propor projetos mobilizadores; e v) atuar conjuntamente com órgãos e entidades públicas para estimular o uso e o desenvolvimento de soluções de IoT.

O objetivo do dispositivo é prever a recriação do órgão, que seria extinto em 28 de junho de 2019, nos termos do artigo 5º do Decreto n.º 9.759/2019¹⁰⁶.

Desta vez, consta da composição permanente da Câmara IoT apenas representantes dos Ministérios da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (atual MCTI), que presidirá o colegiado; da Economia; da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; da Saúde; do Desenvolvimento Regional¹⁰⁷. Os representantes de associações e de entidades públicas e privadas poderão participar das reuniões por meio de convite do Secretário de Empreendedorismo e

¹⁰⁶ O Decreto n.º 9.759/2019 extingue e estabelece diretrizes, regras e limitações para colegiados da administração pública federal direta, autárquica e fundacional. De acordo com o que dispõe seu art. 5º, partir de 28 de junho de 2019, ficam extintos os colegiados de que trata o ato normativo. Na prática, colegiados estabelecidos por decretos, atos normativos inferiores ao decreto, assim como outros atos colegiados foram extintos, incluindo-se nessa relação a Câmara de IoT, criada em 2014 (TCU, 2020).

¹⁰⁷ Art. 7º [...] § 2º A Câmara IoT será composta por representantes dos seguintes órgãos: I - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, que a presidirá; II - Ministério da Economia; III - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; IV - Ministério da Saúde; e V - Ministério do Desenvolvimento Regional. § 3º Cada membro do colegiado terá um suplente, que o substituirá em suas ausências e impedimentos.

Inovação do MCTI, e sua participação será considerada prestação de serviço público relevante. São previstas reuniões ordinárias semestrais e, extraordinariamente, os encontros podem ocorrer sempre que convocados por seu presidente (7º, § 6º).

A nova composição permanente da Câmara IoT dividiu opiniões entre representantes e estudiosos sobre o ecossistema de IoT. Se por um lado foi considerada positiva a participação de diferentes ministérios, em alinhamento com os ambientes priorizados pelo PNIoT (AMARAL, 2019), por outro, a ausência de membros de diversos setores da sociedade, incluindo o setor privado e a comunidade científica, é apontada como uma fragilidade do plano. Segundo Ronaldo Lemos (2019), em processos complexos de implementação tecnológica, como é o caso da IoT, o modelo mais adequado demanda uma integração multisetorial permanente¹⁰⁸.

Levantamento realizado pelo Tribunal de Contas da União, observou que, inicialmente as reuniões ordinárias que eram realizadas no âmbito da Câmara de IoT, mas, com a criação das câmaras setoriais, passaram a ser realizadas por estas. As Câmaras da Indústria 4.0, do Agro 4.0, da Saúde 4.0, das Cidades 4.0 e do Turismo 4.0 permitem a interação entre o MCTI e os respectivos ministérios finalísticos, com participação de instituições públicas e privadas empresariais, governamentais e acadêmicas (TCU, 2020).

3.5 Instrumentos de fomento à Internet das Coisas no Brasil

Após quase três anos da publicação do Decreto n.º 9.854/2019 e chegando ao final o prazo previsto para a implementação do plano de ação proposto no Estudo IoT (2018-2022) não é tarefa fácil observar a forma como vêm sendo (ou não) executadas as iniciativas propostas para a promoção desse complexo ecossistema tecnológico. Isso porque, além da ausência de um efetivo planejamento para atuação estatal por parte do ato normativo, o Observatório da Transformação Digital, disposto entre os projetos mobilizadores do PNIoT, por meio do qual seria possível

¹⁰⁸ Anteriormente, a Câmara IoT integrava o Ministério das Comunicações, era formada por representantes dos seguintes órgãos públicos e privados: I - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação; II - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; III - Agência Nacional de Telecomunicações - Anatel; IV - indústria de equipamentos de tecnologias da informação e comunicação; V - prestadoras de serviços de telecomunicações; VI - instituições de ensino e pesquisa que desenvolvam atividades relacionadas aos sistemas de comunicação máquina a máquina e Internet das Coisas; VII - desenvolvedores de aplicações para sistemas de comunicação máquina a máquina e Internet das Coisas; VIII - da Câmara dos Deputados; e IX - do Senado Federal (Portaria n.º 1.420/2014, alterada pela Portaria n.º 2.006/2016, ambas do Ministério das Comunicações).

acompanhar a implementação das ações e os seus resultados para a sociedade, não foi atualizado desde 2018 (LACERDA, 2020; BERNADINI, 2021) e encontra-se atualmente desativado.

Por essa razão, o intuito desse tópico não é analisar exaustivamente a efetivação dessas iniciativas, mas identificar algumas das principais ações que vêm sendo utilizados pelo Estado para fomentar a Internet das Coisas no Brasil, tendo em vista os diversificados instrumentos de indução à atividade inovativa previsto no arcabouço jurídico nacional.

Para tanto, será utilizado como referência (i) o relatório de levantamento do Tribunal de Contas da União sobre políticas públicas e programas do governo federal relacionados à IoT (TCU, 2020); e (ii) as informações veiculadas em *sites* de órgãos do governo federal e do BNDES, Finep e Embrapii.

Como abordado no início deste capítulo, ao longo dos anos foram sendo aprimorados os mecanismos jurídicos para estímulo à inovação, seja do lado da oferta seja do lado da demanda pública por bens, serviços ou soluções inovadoras.

Por meio das pesquisas realizadas não foi possível identificar, em âmbito federal, a utilização do poder de compra do Estado para atender demandas ou resolver problemas públicos a partir do fomento ao ecossistema de IoT, ainda que conste tanto das ações da Estratégia Brasileira para a Transformação Digital quanto das iniciativas do Estudo IoT “incentivar a adoção de soluções de Internet das Coisas por meio de encomendas tecnológicas do governo” (BRASIL, 2018)¹⁰⁹.

Já pelo lado da oferta, com base no PNIoT, observa-se que o governo federal e as agências de fomento do sistema nacional de inovação brasileiro vêm utilizando uma série de diferentes instrumentos para promover o ecossistema de Internet das Coisas, tais como subvenções econômicas, financiamentos com condições diferenciadas, fundos de investimentos, incentivos fiscais, participação societária, entre outros (art. 19, § 2º-A, da Lei n.º 10.973/2004). Essas medidas

¹⁰⁹ Como visto anteriormente, apesar do aprimoramento do quadro jurídico referente, o uso efetivo do poder de compra do Estado brasileiro para estimular a inovação ainda é incipiente e pouco utilizado (DE NEGRI, 2021). A respeito da utilização de encomendas tecnológicas (ETECs) pelo governo federal, André Torquato Rauen destaca que esse instrumento representa um conjunto muito pequeno do total das compras públicas federais. “Em realidade, elas [encomendas tecnológicas] são exceções muito específicas e delimitadas, quase um ruído no conjunto de dados gerais [sobre compras públicas], por isso não podem ser observadas nas ferramentas de bases de dados atualmente disponíveis, mesmo em buscas mais avançadas que empregam o Application Programming Interface (API) de dados abertos (busca por compras públicas diretas classificadas segundo inciso legal de justificativa). As experiências de ETECs, apesar de poderosas do ponto de vista do fomento à inovação, desaparecem em meio ao conjunto total de compras públicas” (RAUEN, 2019, p. 7).

vêm sendo executadas juntamente com os esforços para a redução das barreiras regulatórias e da carga tributária referente às aplicações de IoT.

Atendendo a uma das principais reivindicações deste setor, destaca-se a edição da Lei n.º 14.108/2020, chamada de “Lei da Internet das Coisas”. Por meio dela, foram alteradas as Leis n.ºs 12.175/2012 e 9.472/1997, reduzindo a zero os valores das Taxa de Fiscalização de Instalação (TFI), da Taxa de Fiscalização de Funcionamento (TFF), da Contribuição para o Fomento da Radiodifusão Pública (CRFP) e da Contribuição para o Desenvolvimento da Indústria Cinematográfica Nacional (Condecine), incidentes sobre as estações de telecomunicações que integrem sistemas de comunicação máquina a máquina. O benefício tributário é válido por cinco anos, considerando o período entre 1º de janeiro de 2021 e 31 de dezembro de 2025. Além disso, a Lei n.º 14.108/2020 dispensa a necessidade de licenciamento de funcionamento prévio para as estações de telecomunicações M2M.

A aprovação da Lei n.º 14.108/2020 decorre diretamente do Plano Nacional de Internet das Coisas. No Estudo IoT, a isenção total das taxas do Fistel foi apontada como necessária ao desenvolvimento desse ecossistema tecnológico, uma vez que a desoneração trazida pelo art. 38 da Lei n.º 12.175/2012 não teria sido suficiente para a redução dos custos de expansão dos dispositivos que utilizam comunicação M2M (BNDES, 2017d).

Segundo noticiado pelo Ministério das Comunicações, espera-se que “a medida aqueça o setor, torne a tecnologia mais barata, traga investimentos para o Brasil e gere mais de 10 milhões de empregos nos próximos anos”. Segundo o ministro das Comunicações, Fábio Faria, “a expectativa é de que o Brasil seja uma das grandes potências globais no mercado de Internet das Coisas” (BRASIL, 2020).

Quanto aos recursos destinados à atividade inovativa, o Estudo IoT identificou que o BNDES, a Finep e a Embrapii são as redes de fomento, em nível nacional, mais diretamente relacionadas à execução do Plano Nacional de Internet das Coisas (BNDES, 2018a).

No *site* do BNDES, há um *link* específico para o “Canal IoT”, por meio do qual são apresentadas linhas de financiamento, com taxas preferenciais, para empresas e entes públicos interessados em comprar ou desenvolver aplicações em Internet das Coisas. Para os desenvolvedores e fornecedores, são agrupados mecanismos de financiamento realizados diretamente pelo banco (Finem Inovação, Finem TI, BNDES Giro) e de financiamento indireto, operados através de instituições financeira credenciadas (BNDES automático, BNDES MPME

Inovadora, BNDES Giro, Cartão BNDES). Através da subsidiária BNDESPar, também são oferecidas possibilidades de investimento via participação acionária (investimento direto ou fundos de investimento) (BNDES, *online*).

O canal reúne diversos dos instrumentos que são disponibilizados pelo banco para estímulo de todas as etapas do ciclo da atividade inovativa, de *startups* a grandes empresas. Somado a isso, em razão do Plano Nacional de Internet das Coisas, foram desenvolvidos pelo BNDES instrumentos especificamente direcionados ao fomento do ecossistema de IoT.

Além de ter subsidiado Estudo IoT, com recursos do seu Fundo de Estruturação de Projetos, o bando federal lançou, em junho de 2018, o “BNDES Pilotos IoT”, destinado a apoiar, na forma de subvenção econômica, projetos inovadores para teste e avaliação de soluções tecnológicas de Internet das Coisas, com foco nos ambientes de cidades, rural e saúde. A participação do BNDES, em recursos não reembolsáveis, poderia chegar a 50% dos itens financiáveis, com valor mínimo de apoio do banco para cada plano de projetos-piloto estabelecido em R\$ 1 milhão. Inicialmente, o orçamento total estava previsto em R\$ 15 milhões, mas foi dobrado para R\$ 30 milhões a fim de financiar 15 diferentes projetos-piloto de instituições tecnológicas públicas e privadas¹¹⁰. Mesmo com a ampliação do orçamento, a disponibilização de recursos ficou bem abaixo da demanda. A chamada para a seleção dos projetos-piloto recebeu mais de 50 propostas que totalizavam solicitações de cerca de R\$ 370 milhões em investimentos (BNDES, 2019b), o que revela a alta demanda por financiamentos para apoiar o desenvolvimento do ecossistema de IoT no Brasil.

De forma a contemplar todas as verticais do PNIoT, em novembro de 2018, o BNDES, em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) e a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii), lançou outra seleção para projetos-piloto de IoT na indústria, com previsão de orçamento de R\$ 15 milhões. Para este mesmo ambiente, no final de 2020, em parceria com o Senai, foi realizada a “Chamada Pública IoT – Eficiência Industrial”, visando aumentar a competitividade da indústria nacional com a utilização de tecnologias IoT.

¹¹⁰ De acordo com o que foi divulgado pelo BNDES, “os planos selecionados contemplam todas as regiões do país e propõem soluções baseadas em IoT ligadas a temas como eficiência de redes de iluminação e uso de imagens e dados em tempo real na segurança pública; otimização de semáforos; aumento da produtividade rural por meio da gestão de pragas e previsão do microclima; otimização da gestão de maquinário no campo; monitoramento da saúde e bem estar animal por meio de sensores; automação da gestão hospitalar e monitoramento remoto de pacientes com hipertensão, obesidade, câncer e distúrbios do sono, além do diagnóstico à distância de retinopatia diabética” (BNDES, 2019b).

Foram previstos aportes financeiros não reembolsáveis de 50% do valor total do projeto, com investimento de até R\$ 1,5 milhão por proposta.

Ainda para incentivo da IoT industrial, foi criado, em 2019, o BNDES Finame Máquina 4.0, visando financiar a produção ou aquisição de máquinas e equipamentos com tecnologia digitais, com referência em Internet das Coisas ou manufatura avançada. Também foi criado, em 2020, o BNDES Crédito Serviços 4.0, oferecendo apoio à aquisição de serviços tecnológicos que possibilitem a otimização da produção e a disseminação de tecnologias 4.0, dentre elas, a IoT, no sentido de gerar ganhos de competitividade para a produção nacional (BNDES, 2020).

Já o BNDESPar, em 2019, em conjunto com a *Qualcomm Ventures*, lançou chamada pública para seleção de um fundo de investimento em participações direcionado a *startups* que desenvolvem serviços e produtos em Internet das Coisas (FIP IoT). Como referência norteadora para a atuação do fundo, aponta-se o Plano Nacional de Internet das Coisas (Decreto n.º 9.854/2019) e a Portaria MCTIC n.º 5.894/2018, que regulamenta o uso de recursos da Lei de Informática em fundos de *venture capital*. A empresa *Indicador Capital* foi selecionada como gestora do fundo. Lançado no ano de 2021, o FIP IoT é anunciado como o primeiro fundo da América Latina especializado em Internet das Coisas, com valor captado de R\$ 240 milhões, sendo R\$ 40 milhões subscritos pela BNDESPar (BNDES, 2021).

Cabe ressaltar que, apesar da variedade de instrumentos utilizados pelo BNDES para o fomento da IoT no Brasil, como resultado da dinamização normativa do arcabouço jurídico de incentivo à inovação, os desembolsos do banco para atividades inovadoras ainda são muito pequenos em comparação aos seus dispêndios totais e vem diminuindo gradativamente desde o ano de 2016¹¹¹. De acordo com o seu último Relatório Anual, em 2021, foi destinado cerca de R\$ 1,2 bilhão para inovação, que representa apenas 1,8% dos desembolsos totais do banco (BNDES, 2021).

¹¹¹ De acordo com os dados coletados a partir dos relatórios anuais publicados pelo BNDES do ano de 2016 ao ano de 2021, percebe-se que foram crescentes os investimentos realizados em inovação no período de 2007 a 2015, quando alcançaram o montante da ordem de R\$ 6 bilhões, representando 4,4% dos desembolsos totais do BNDES. No entanto, é possível observar uma redução gradual dos recursos destinados à atividades inovadoras. Em 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021 foram investidos respectivamente R\$ 3,6 bilhões (4,1% do total); R\$ 2,3 bilhões (3,2% do total); R\$1,8 bilhão (2,7% do total); 1,2 bilhões (2,1% do total); R\$ 1,8 bilhão (2,7% do total); R\$ 1,2 bilhão (1,8% do total). Ressalta-se que, em todos os seus relatórios anuais, o BNDES indica o valor gasto com inovação, a partir do qual é possível calcular sua proporção em relação aos gastos totais. No ano de 2020, o indicador dos gastos para atividades inovadoras apresentou, diferentemente dos demais anos, a denominação “inovação e difusão tecnológica”, cujo valor informado no cálculo. Desde o ano de 2016, o ano de 2020 foi o único que não apresentou queda nos recursos à inovação.

Ao lado do BNDES, a Finep é uma das principais agências de fomento à inovação que apoiam o desenvolvimento da IoT no Brasil. Em 2018, foi lançado o programa Finep IoT, tendo por objetivo financiar, com recursos reembolsáveis, a execução de projetos de Internet das Coisas nos quatro ambientes priorizados no PNIoT. O programa conta com a verba total de R\$ 1,5 bilhão, composto por recursos próprios da Finep e do Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações (Fundtel). O apoio é destinado a empresas brasileiras de médio e grande porte, com receita anual igual ou superior a R\$ 16 milhões, com propostas com valor mínimo de R\$ 5 milhões (FINEP, 2018).

Em 2019, como parte da ação Finep IoT, foi criado o Finep Inovacred 4.0, destinado a apoiar a formulação e implementação da IoT na manufatura e em soluções agrícolas de manufatura avançada. Contando com orçamento de R\$ 200 milhões do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), o apoio é realizado por meio de financiamento reembolsável a pequenas e médias empresas de receita anual de até 300 milhões (FINEP, *online*).

Como será visto adiante, não obstante o papel fundamental que a Finep desempenha para o financiamento da inovação no Brasil, a empresa pública federal teve seu orçamento consideravelmente reduzido nos últimos anos, o que pode ter impacto direto sobre a execução do PNIoT (TCU, 2020).

A Embrapii, por sua vez, desde 2018, coordena o Programa Prioritário Inovador (PPI) em IoT/Manufatura 4.0 do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, criado para ser mais um mecanismo para as empresas beneficiadas pela Lei de Informática (atualmente com disciplina dada pela Lei n.º 13.969/2019) cumprirem os investimentos obrigatórios em pesquisa, desenvolvimento e inovação. O programa permite que as empresas depositem o valor das atividades tecnológicas no PPI e, com isso, cumpram com a obrigação para obter o benefício fiscal previsto na lei. Com recursos do programa e do próprio MCTI, a Embrapii apoia empresas brasileiras que desejam inovar na área de IoT e manufatura avançada (EMBRAPII, *online*).

Em 2019, foram disponibilizados R\$ 8 milhões em recursos não reembolsáveis a projetos de tecnologia e inovação referentes a esses setores, por meio de um modelo de cofinanciamento. Em maio de 2021, foi aberta chamada pública para selecionar até quatro novos centros de pesquisa para desenvolver projetos, em parceria com a indústria, na área de IoT. A previsão é que a seleção deva gerar até R\$ 60 milhões em projetos de inovação, com contribuição de R\$ 20 milhões por parte da Associação (EMBRAPII, 2021).

De Negri (2021) afirma que, embora contando com orçamento relativamente baixo, a Embrapii é uma instituição inovadora no arcabouço das agências de suporte à P&D no país. Apostase em modelo colaborativo de compartilhamento de conhecimento, custos e riscos para atrair o interesse e o engajamento das empresas e das instituições de pesquisa públicas e privadas em projetos de inovação tecnológica, de forma ágil, flexível e desburocratizada (EMBRAPII, *online*).

O engajamento do BNDES, da Finep e da Emprabii no fomento ao ecossistema de IoT revela o alinhamento das instituições com algumas das iniciativas propostas no plano de ação para acelerar a adoção da Internet das Coisas no Brasil. No entanto, duas considerações merecem destaque.

No relatório “A Caminho da Era Digital no Brasil”, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) aponta que, assim como ocorre com a Estratégia Brasileira para a Transformação Digital, “o Plano Nacional de Internet das Coisas não dispõe mecanismos claros de financiamento e, na maior parte, conta com a disposição de atores que recorram especificamente ao recurso de transferir o orçamento existente para novas áreas” (2020, p. 196). Isso inclui despesas de ministérios específicos, em especial o MCTI, assim como das referidas agências de fomento à inovação.

Já o Tribunal de Contas da União ressalta que, ainda que o Brasil ocupe alguma posição de liderança na América Latina, os volumes de recursos disponíveis para o fomento à IoT são pequenos em comparação aos países centrais, o que está relacionado, sobretudo, a problemas estruturais no financiamento da atividade inovativa no Brasil (TCU, 2020).

Como será visto adiante, esses problemas estruturais representam um dos maiores desafios a serem enfrentados pelo Estado, a fim de que a promoção da Internet das Coisas possa efetivamente contribuir para o rompimento da condição de atraso tecnológico, consoante o objetivo de desenvolvimento nacional prescrito pela Constituição Econômica brasileira.

3.6 Desafios da política nacional de Internet das Coisas

O grande desafio do Estado como agente normativo e regulador da ordem econômica, assim como promotor e incentivador do progresso da ciência, da tecnologia e inovação (arts. 218 e 219 da CF) é encontrar o equilíbrio adequado entre o avanço da Internet das Coisas e o benefício social,

e não somente o benefício econômico de poucos grupos privados. Os esforços do governo devem contribuir para a superação da condição de atraso, de acordo com os princípios e as diretrizes da Constituição Econômica, de forma que o potencial das inovações tecnológicas seja apropriado pelo país, agregando valor e competitividade à economia nacional e reduzindo os riscos do aprofundamento da dependência tecnológica e das desigualdades.

O sucesso desse equilíbrio está condicionado, em grande medida, à capacidade política, econômica e jurídica de planejamento do desenvolvimento tecnológico em coordenação com o planejamento do desenvolvimento socioeconômico. Não se trata da mera enumeração de reivindicações e aspirações para o futuro, mas da atuação ativa do Estado brasileiro no sentido de promover racionalmente a atividade inovadora por meio de um conjunto de medidas estrategicamente bem definidas e coordenadas, em consonância com os objetivos do programa de superação do subdesenvolvimento adotado constitucionalmente.

Como visto ao longo deste capítulo, diversos desafios permeiam a política que vem sendo empreendida pelo governo federal para a impulsionar a Internet das Coisas no Brasil. O primeiro deles se refere à demora e ao contexto político, econômico e social em que o Plano Nacional de IoT (Decreto n.º 9.854/2019) foi editado. Sucessivas alterações na Presidência da República e na estrutura interna dos Ministérios da Ciência, Tecnologia e Inovações e das Comunicações adiaram por cerca de cinco anos a materialização de uma estratégia federal para o fomento da IoT.

Somado a isso, o reconhecimento formal do importante papel a ser desempenhado pelo Estado, diante dos riscos e das oportunidades que o ecossistema da Internet das Coisas representa à periferia, contrasta fortemente com as diretrizes de orientação neoliberal das políticas econômicas e sociais que vêm sendo empreendidas no país nos últimos anos.

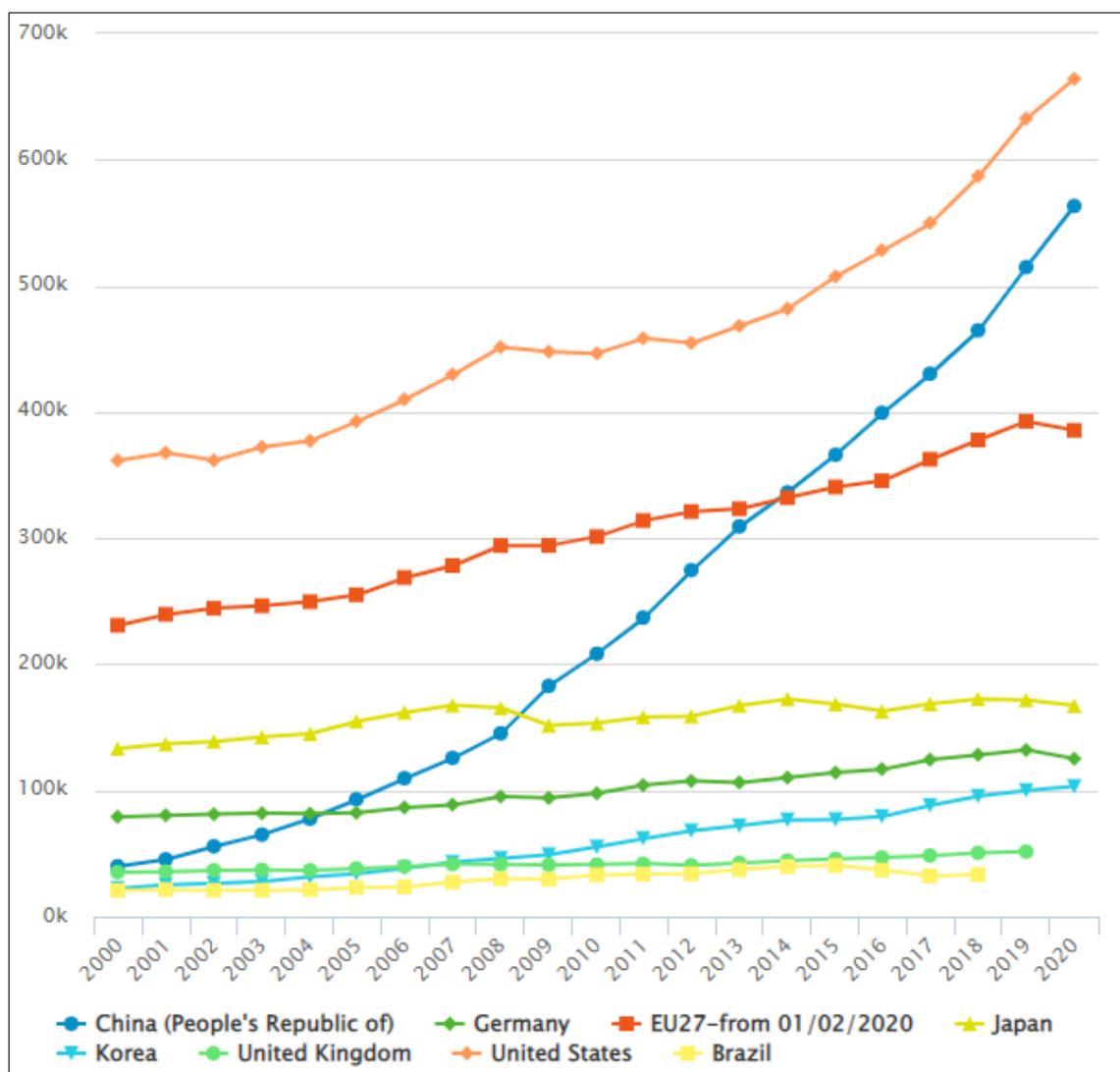
Em seu discurso, o governo federal pretende tornar o país um grande *player* mundial em Internet das Coisas, aumentar a produtividade e a competitividade da indústria nacional e melhorar a qualidade de vida da população. Por outro lado, não há uma preocupação efetiva com a política industrial e com o planejamento do desenvolvimento nacional, aos quais os objetivos do PNIoT deveriam estar em sintonia. Além disso, destaca-se, entre outras medidas de caráter neoliberal com potencial de comprometer os resultados esperados, a diminuição do aparato público (Lei n.º 13.334/2016; PEC n.º 32/2020), a imposição de maiores restrições à atuação do Estado no domínio econômico (Lei n.º 13.874/2019), a priorização das políticas de austeridade, a limitação

constitucional dos gastos sociais (EC n.º PEC n.º 95/2016) e o contingenciamento de indispensáveis recursos para a ciência, tecnologia e inovação (Lei n.º 14.212/2020).

Quanto a esse último aspecto, segundo relatório publicado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, entre 2014 e 2018, enquanto o Brasil reduziu em de 16% os seus investimentos totais em ciência, o mundo avançou mais de 19% (SCHNEEGANS; LEWIS; STRAZA, 2021). Só a China e os Estados Unidos são responsáveis por 63% desse aumento. Esses dois países, que ocupam posições de liderança no cenário da atual revolução digital, são justamente os que, de longe, possuem os maiores gastos nacionais brutos em P&D¹¹², conforme se observa do gráfico abaixo:

¹¹² Conforme explica MOURA (2022, p. 103), “O gasto nacional bruto em P&D é a principal estatística agregada usada para comparações internacionais e para descrever as atividades de P&D de um país. Ele cobre todos os gastos com P&D realizados na economia e é considerado um indicador-chave dos esforços inovativos dos países. O gasto nacional bruto em P&D é medido pela soma de todas as despesas relevantes incorridas no desempenho dos setores de P&D para sua realização: setor empresarial, setor governamental, setor de ensino superior e setor privado sem fins lucrativos (...). Com a inovação tecnológica sendo utilizada como um instrumento de poder na competição interestatal capitalista, as descobertas técnico-científicas estão intimamente ligadas à capacidade dos Estados em financiar os processos responsáveis por tais descobertas, isto é, o financiamento em pesquisa e inovação. Desta forma, não é por acaso que as maiores potências econômicas são as que mais financiam projetos de P&D, responsáveis por suas posições centrais no sistema interestatal”.

Figura 5 - Gasto nacional bruto em P&D para países selecionados, 2000-2019 (em milhões de dólares)



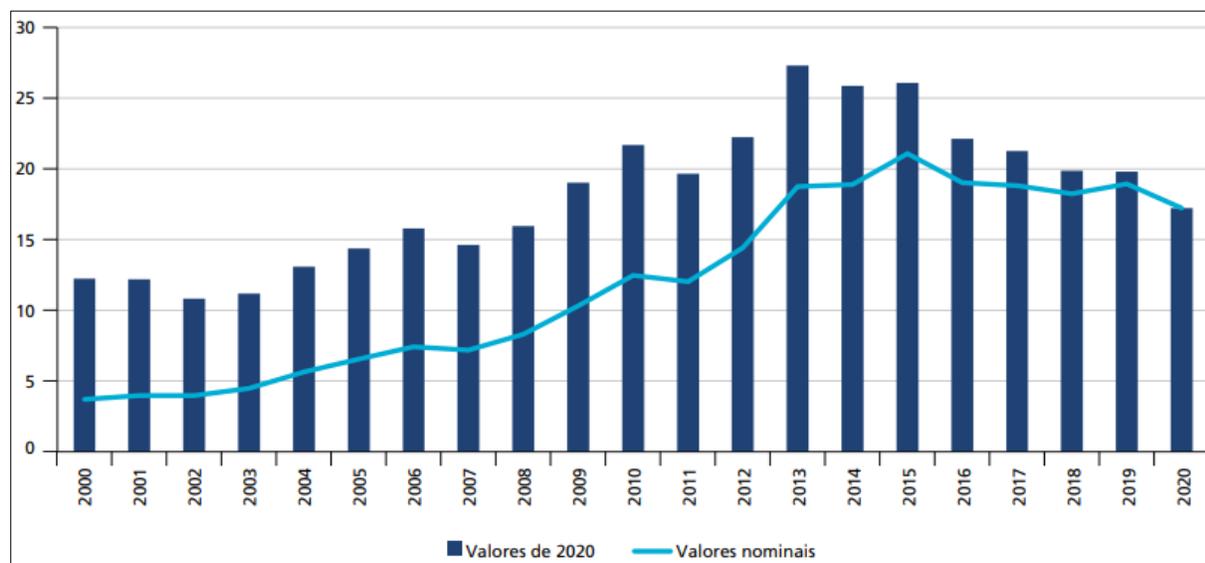
Fonte: OCDE, 2021.

Um aspecto que chama atenção é que, em torno dos anos 2000, os gastos brasileiros em P&D não estavam tão distantes dos dispêndios chineses. Não obstante, com o passar do tempo, apresenta-se um expressivo descolamento entre a posição ocupada por dois países no gráfico. A China aumentou exponencialmente seus gastos com pesquisa e desenvolvimento, aproximando-se dos Estados Unidos, enquanto o Brasil permaneceu distante da liderança mundial, mantendo seus investimentos praticamente estagnados ou mesmo reduzindo-os.

Pesquisa realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada sobre as políticas públicas para a ciência e tecnologia (C&T) implementadas no Brasil entre os anos de 2000 e 2020

aponta que, depois de um primeiro ciclo relativamente consistente em investimentos, a partir de 2013, os recursos públicos para C&T vêm caindo significativamente em termos reais. No período analisado, os investimentos reduziram cerca de 37%, chegando, em 2020, a um nível inferior ao observado em 2009 (DE NEGRI, 2021).

Figura 6 - Gastos em C&T do governo federal em valores nominais e reais de 2020 (2000-2020)



Fonte: DE NEGRI, 2021

Considerando os orçamentos ministeriais entre 2013 e 2020, a pesquisa destaca que as pastas que mais perderam recursos em C&T foram o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (-52%) e o Ministério da Educação (-50%). Em contrapartida, o órgão que parece não ter sofrido com a redução orçamentária para C&T é o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, indicando que foram priorizados recursos voltados à “modernização” dos setores exportadores em detrimento dos dois principais Ministérios responsáveis pela execução da política nacional de ciência, tecnologia e inovação.

O volume de recursos previstos para operações de crédito à inovação, que são operados pela Finep e, a rigor, também fazem parte do orçamento do MCTI, caiu mais de 40% entre 2013 e 2020. Além disso, também foi observada a considerável diminuição dos recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e do crédito às atividades inovativas por parte também do BNDES:

(...) os investimentos federais em C&T caíram substantivamente desde 2013, particularmente os recursos disponíveis no FNDCT. O fundo, juntamente com o crédito, é um dos principais mecanismos de suporte às atividades inovativas das empresas brasileiras e seu orçamento caiu, em termos reais, de cerca de R\$ 2,7 bilhões em 2013 para cerca de R\$ 765 milhões em 2020. Importante lembrar que são os recursos desse fundo que alimentam a subvenção econômica às empresas. Os recursos disponíveis para o crédito às atividades inovativas, da mesma forma, caíram substantivamente. Em 2014, BNDES e Finep disponibilizaram mais de R\$ 8 bilhões em financiamento reembolsável para inovação nas empresas. Em 2018, esse valor caiu para pouco mais de R\$ 4,2 bilhões (DE NEGRI, 2021).

A significativa redução do orçamento federal para a ciência e tecnologia e para a atividade inovadora evidencia que o desenvolvimento tecnológico não foi efetivamente uma prioridade para o país nos últimos anos. Esse cenário representa um risco à efetiva implementação do Plano Nacional de Internet das Coisas, conforme afirma o Tribunal de Contas da União (TCU, 2020).

Para o TCU, o sucesso do PNIoT depende da solução de desafios estruturais e específicos quanto ao financiamento da ciência, tecnologia e inovação no Brasil. Além do país investir relativamente pouco em P&D e dos cortes no orçamento das políticas de C&T, o Tribunal também destaca a participação limitada de TICs no montante das patentes depositadas¹¹³; o pequeno percentual de empresas inovadoras que usufruem das compras governamentais; a grande pulverização de recursos no financiamento de projetos em pesquisa, desenvolvimento e inovação; e o baixo nível de cooperação entre institutos de ciência e tecnologia e empresas, entre outros desafios¹¹⁴.

¹¹³ Pesquisa comparativa realizada a respeito de patentes relativas ao setor de TICs no período de 1980 a 2019 concluiu que o Brasil está muito distante dos países líderes, necessitando rever seu modelo de investimento e incentivo à inovação. “No decorrer do trabalho, utilizando a base de dados da *World Intellectual Property Organization* para foi possível identificar que dentro do período de análise 1980 até 2019, os países líderes no quesito patentes do setor de tecnologia da informação e comunicação, são eles: Alemanha, China, Coreia do Sul, Estados Unidos e Japão. Entre os países potências, os dois principais destaques são os Estados Unidos e o Japão no quesito constância, na grande parte dos setores eles eram os líderes, principalmente no período dos anos oitenta até o final dos anos noventa, mesmo com a chegada da China em alguns setores, é importante compreender que eles se encontram a pelo menos quarenta anos no topo de patentes concedidas nas TICs, demonstrando um sólido sistema de inovação presente nesses dois países. Isso demonstra que atualmente na corrida tecnológica dentro do setor das TICs, esses dois países estão à frente dos demais, com a China evoluindo de forma abrupta para se tornar a referência nos setores analisados. Em relação ao Brasil ao longo do estudo foi observado que ele ainda está muito longe das potências líderes em TIC estudadas neste trabalho, enquanto esses países estão com uma quantidade de pedidos de patentes na casa dos milhares, até dezena de milhares, e quando joga esses números para a análise por década, em alguns setores eles chegam ao montante de centenas de milhares, enquanto o Brasil não consegue chegar aos três dígitos de número de patentes concedidas” (DUTRA, 2022).

¹¹⁴ Embora com dados de anos anteriores, os riscos apontados são dimensionados pelo Tribunal de Contas da União:

Além disso, a Corte de Contas constatou que, devido ao caráter transversal da IoT, que consiste em uma infraestrutura para digitalização de diversos ambientes, a dificuldade na coordenação dos agentes envolvidos poderia ser um risco adicional ao sucesso da política. Quanto a este ponto específico, merecem relevo as considerações de Bercovici (2022, p. 238) no sentido que “as divisões internas da Administração Pública constituem um sério entrave ao sucesso de uma política de desenvolvimento. Cada órgão administrativo é representante de interesses políticos distintos, com forças relativas diferenciadas a cada momento”.

A Câmara de IoT e as demais câmaras setoriais podem ser utilizadas como mecanismos potencialmente adequados para a redução desse risco específico, facilitando a interlocução entre o MCTI e os diferentes Ministérios finalísticos dos ambientes priorizações, além de permitir o diálogo das pastas com outros órgãos e entidades públicas, com o setor privado e com instituições de ensino.

No entanto, de acordo com o TCU (2021, p. 35), “inúmeros *stakeholders* entrevistados apontaram como risco ao PNIoT possíveis pausas/descontinuidades decorrentes de mudanças de governo que o país venha a sofrer futuramente”. Segundo apurado, as sucessivas transições na presidência da Câmara IoT (Secretaria de Telecomunicações, Secretaria de Política de Informática, Secretaria de Políticas Digitais e, atualmente, Secretaria de Empreendedorismo e Inovação), relacionadas às mudanças nos Ministérios da Ciência, Tecnologia e Inovações e das Comunicações, foram sempre caracterizadas por períodos de baixa produtividade para o grupo. Por isso, a Corte recomenda que seja monitorado e avaliado o funcionamento tanto da Câmara IoT quanto das câmaras setoriais, a fim de aferir a estabilidade e longevidade dos trabalhos desses fóruns, assim como a execução das ações propostas pelo plano.

Ocorre que, como visto, o PNIoT, não conta, hoje, com uma estrutura para monitorar e avaliar os avanços de suas iniciativas, embora tenha sido estabelecido, entre os projetos mobilizadores do plano, o Observatório Nacional para o Acompanhamento da Transformação Digital (art. 4º, II, do Decreto n.º 9.854/2019). A ausência desse “fator preponderante para o desenvolvimento tecnológico” (CPQD, 2019, *online*) fragiliza sobremaneira a política, tendo vista não haver transparência quanto à execução de suas medidas, nem meios para ser acompanhado o impacto de seus resultados para a dinamização da economia e para melhoria da qualidade de vida das pessoas, aspirações centrais da política nacional.

Falhas no monitoramento e na avaliação são um problema geral identificado pelo TCU em diversas políticas públicas federais voltadas para o fomento da inovação¹¹⁵. A Corte de Contas também constatou inexistir histórico de avaliação em várias das ações públicas de fomento à inovação, incluindo notadamente os programas de desoneração tributária¹¹⁶. Os problemas identificados acarretam riscos de desperdício de recursos e esforços, de perda de oportunidades de aprimoramento das políticas e de sobreposição de iniciativas (TCU, 2019).

Além da ausência de monitoramento e avaliação, a falta de adequada articulação e coordenação entre diferentes ações federais voltadas ao desenvolvimento de novas tecnologias digitais no Brasil representa um desafio adicional ao PNIoT. A esse respeito o relatório “A Caminho da Era Digital” da OCDE observa que:

(...) não há uma hierarquia claramente estabelecida entre as diferentes estratégias governamentais que, em algumas áreas, podem ficar sobrepostas. Por exemplo, embora a Câmara Brasileira do Setor 4.0¹¹⁷ [sic], recentemente estabelecida, esteja claramente vinculada ao Plano Nacional de Internet das Coisas e seu vertical de manufatura, outras estratégias (por exemplo, ProFuturo do MCTIC ou a Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 do Ministério da Economia) também estão mencionadas como documentos essenciais de orientação (OCDE, 2020).

¹¹⁵ O TCU analisou, de forma segregada públicas de fomento à inovação no setor produtivo, à época Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações e MDIC, e de forma consolidada os instrumentos de monitoramento e avaliação das entidades da Administração Indireta e do terceiro setor presentes no escopo da auditoria realizada. A partir disso, foram apontadas as seguintes falhas: a) inexistência de histórico de avaliação para parte das políticas, programas e iniciativas públicas de fomento à inovação; b) diferentes estágios de maturidade dos processos de monitoramento e avaliação; c) inexistência de indicadores de resultado e impacto para parte das políticas, programas e iniciativas públicas de fomento à inovação; e d) falta de informações para apoiar a realização do monitoramento e avaliações (TCU, 2019).

¹¹⁶ Como exemplo, cita-se que, “resposta ao Ofício de Requisição 1-203/2018, o MDIC informou, em referência à Lei de Informática da Zona Franca de Manaus (LIZFM), que ‘historicamente não foram monitorados indicadores referentes à LIZFM’. Consignou, por obstante, que em 2017 foi contratado consultor para propor uma metodologia de acompanhamento de resultados, o que resultou na criação de uma série de indicadores e métricas (peça 70). 233. O que se observa, a partir das respostas recebidas, é que o programa não conta com rotina de monitoramento e avaliação de resultados, a despeito de a lei que o instituiu ter sido publicada há 27 anos (Lei 8.387/1991)”. Ainda sobre as políticas públicas de incentivos fiscais, o TCU afirma que “o MCTIC, ao responder ao Ofício de Requisição 2-203/2018, no que concerne à Lei do Bem e à Lei de Informática, não alcançou evidenciar a existência de histórico de avaliação de resultado e impacto dos referidos programas”. Assim, conclui que “uma vez instituída a renúncia, não há, em regra, avaliação periódica de resultados nem de impacto, de modo que são desconhecidos os benefícios sociais ou econômicos decorrentes de cada benefício tributário proposto na lei. Ademais, a renúncia tem a sua vigência mantida a cada ano sem que haja discussão legislativa ou no âmbito do Poder Executivo sobre a efetividade do incentivo fiscal. Além do mais, é razoável atribuir como causa do presente apontamento a inexistência de indicadores de resultado e impacto, bem como de metas associadas. Ademais, a renúncia tem a sua vigência mantida a cada ano sem que haja discussão legislativa ou no âmbito do Poder Executivo sobre a efetividade do incentivo fiscal. Além do mais, é razoável atribuir como causa do presente apontamento a inexistência de indicadores de resultado e impacto, bem como de metas associadas.” (TCU, 2019, p. 30).

¹¹⁷ Pelo contexto apresentado, o relatório, se refere, na verdade, à Câmara da Indústria 4.0, tendo em vista que a “Câmara Brasileira do Setor 4.0” não existe na estrutura administrativa do governo federal.

Do ponto de vista social, um dos maiores e mais importantes desafios da promoção da Internet das Coisas no Brasil diz respeito à homogeneização de seus benefícios, tendo em vista as extremas desigualdades que marcam a sociedade brasileira, potencializadas, nos últimos anos, pela diminuição da rede de proteção social e, recentemente, agravada em razão da pandemia (ALPINO, et al., 2020; NERI, 2021). O país voltou ao Mapa da Fome em 2018 e, em 2020, registrou 55,2% da população convivendo com a insegurança alimentar, segundo pesquisa da Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional (PENSSAN, 2021). Segundo indica a pesquisa, nos últimos meses de 2020, 19 milhões de brasileiros passaram fome e mais da metade dos domicílios do país enfrentou algum grau de segurança alimentar.

Como a Internet das Coisas poderia ajudar a resolver esse problema, de forma a contribuir efetivamente para, nos termos do que prevê o art. 3º, I, do Decreto n.º 9.854/2019, “melhorar a qualidade de vida das pessoas” mais vulneráveis?

O Estudo IoT não oferece reflexões sobre a desigualdade. Por exemplo, o imenso potencial da IoT para agricultura, pecuária e suas redes de abastecimento é direcionado, sobretudo, ao mercado externo. Para o ambiente rural, priorizado no art. 4º do Decreto n.º 9.854/2019, o objetivo central da política é “aumentar a produtividade e a relevância do Brasil no comércio mundial de produtos agropecuários, com elevada qualidade e sustentabilidade socioambiental e posicionar o Brasil como o maior exportador de soluções de IoT para agropecuária tropical” (BNDES, 2018a, p. 3).

A própria questão da desigualdade digital não foi efetivamente aprofundada. A IoT é apresentada como se os seus benefícios fossem igualmente disponíveis para todos, mas, conforme aponta Dutton (2014) é mais provável, como acontece com a maioria dos serviços tecnológicos, que seja distribuída de forma desigual de maneiras que reforçam as lacunas digitais existentes. Conforme visto no capítulo 1, a IoT tende a oferecer mais oportunidades para aqueles de *status* econômico mais alto, devido a distribuição desigual de infraestrutura, de recursos e de habilidades digitais (PARK; HUMPHRY, 2019; VAN DEURSEN, 2021).

Segundo apurou o CGI (2021), o percentual de domicílios e pessoas conectadas no Brasil subiu nos últimos anos, no entanto, esse aumento ocorreu em meio à manutenção de desigualdades

históricas. Ainda continua bastante significativo o número de pessoas sem acesso à rede¹¹⁸, sobretudo entre aquelas das classes mais baixas e de pouca escolaridade. Nos segmentos mais vulneráveis, o celular é o único meio de acesso à internet da maioria da população. No entanto, conforme observa Bernadini (2021), para identificação das aplicações de Internet das Coisas, o Estudo IoT exclui o uso de *smartphones*, afastando uma parcela de possibilidades de utilização da tecnologia pelas classes mais baixas.

Sem dúvidas, é preciso ampliar, ainda mais, a cobertura de redes e infraestrutura necessária para garantir conectividade à expansão do ecossistema de IoT. “Essa questão se torna particularmente desafiadora quando considerado que o Brasil necessita oferecer serviços de telecomunicações em um território com mais de oito milhões de km²” (TCU, 2020, p. 32). Mais do que isso, é essencial a atuação do Estado no sentido de garantir que o mundo digital tenha seus benefícios partilhados homogeneamente pela sociedade, ao contrário servir como mais um instrumento de dominação e desigualdade.

A esse respeito a UNESCO afirma que, no Brasil, não há uma estratégia para conectar inovação científica e tecnológica e inovação socioeconômica, ressaltando ser necessário que o país assuma uma abordagem sistêmica na coordenação do planejamento social e da inovação, a fim de que o progresso tecnológico contribua, de forma inclusiva, para a resolução de problemas concretos da sociedade (SCHNEEGANS; LEWIS; STRAZA, 2021).

Quanto aos desafios da regulação da Internet das Coisas, é possível observar os esforços que vêm sendo empreendidos pela Anatel para a redução das barreiras regulatórias à expansão desse ecossistema, bem como os avanços das discussões legais a respeito da proteção de dados pessoais e da segurança da informação. Esses aspectos são imprescindíveis, a fim de que a promoção da IoT no Brasil seja possível, sem o comprometimento de direitos e garantias fundamentais dos cidadãos.

Por outro lado, não vêm sendo objeto da devida atenção do governo federal questões extremamente sensíveis ao desenvolvimento nacional relacionadas à tendência de grande concentração de poder econômico e social em torno de empresas globais de tecnologia, sediadas notadamente nos Estados Unidos e na China.

¹¹⁸ A última pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros – TIC Domicílios 2020, publicada pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil – CGI.Br, indica que o percentual de domicílios com algum tipo de acesso à internet no país subiu de 71% para 83%, de 2019 para 2020. Cerca de 35 milhões de pessoas acima de 10 anos e 12 milhões de lares continuaram sem acesso em 2020 (CGI, 2021).

A Internet das Coisas potencializa a velocidade, o volume e a variedade de dados coletados por grandes plataformas digitais. Isso envolve tanto a extração de dados massivos da sociedade, quanto de dados relevantes à economia nacional. Nesse sentido, um desafio que precisa ser enfrentado pela política nacional de IoT, que não foi observado nem no Decreto n.º 9.854/2019, nem no extenso estudo que subsidiou a sua edição, diz respeito ao uso desses dados. Segundo Tavares (2020, p. 402), deve haver “uma regulação e controle de intensidade minudentes e digitalmente adequados”, seja sob o ângulo da soberania econômica seja da tutela da concorrência.

O art. 1º do Decreto n.º 9.854/2019 determina que o PNIoT tem por base a livre concorrência e a livre circulação de dados, mas não apresenta qualquer norte jurídico sobre aplicação desses regimes ao complexo ecossistema da IoT. Um horizonte para a interpretação do dispositivo, coerente com o programa constitucional de superação do subdesenvolvimento, deve ser balizado pelos princípios que regem a Constituição Econômica, em especial, pela garantia da soberania nacional, também compreendida em sua dimensão digital.

Vale lembrar, mais uma vez, a diferença entre desenvolvimento e modernização. Em uma sociedade modernizada, mas subdesenvolvida, há uma evidente oscilação entre o avanço tecnológico e a adequada distribuição de seus recursos e proveitos. O desenvolvimento, por outro lado, está relacionado à difusão do progresso técnico por toda a economia, transformando as estruturas produtivas e sociais para a satisfação dos interesses autônomos da nação.

A Internet das Coisas, como visto ao longo desta dissertação, tem um enorme potencial para promover o aumento da competitividade da indústria e o fortalecimento das cadeias produtivas nacionais, suas aplicações também podem trazer grandes benefícios à sociedade. Para tanto, a trajetória traçada para a promoção da tecnologia deve visar o desenvolvimento nacional e não apenas a modernização do país.

É desafio para o Estado brasileiro, portanto, planejar e investir no desenvolvimento tecnológico, agregando, de forma coordenada e racional, políticas de inovação, políticas econômicas e políticas sociais, sem se eximir de monitorar e avaliar seus resultados para a dinamização da economia e para o bem-estar da população. O ambiente regulatório deve ser favorável ao fomento à atividade inovativa, mas também à proteção de direitos individuais e à garantia da soberania econômica nacional.

Voltando à pergunta feita no início deste capítulo, ainda seria possível afirmar que existe no Decreto n.º 9.854/2019 alguma capacidade normativa com vistas ao domínio do elemento tecnológico e à difusão homogênea de seus benefícios da IoT pela sociedade?

Sob a dogmática do direito econômico, conclui-se que a funcionalidade do Decreto n.º 9.854/2019 ao desenvolvimento socioeconômico nacional está centrada no reconhecimento jurídico sobre o importante papel a ser desempenhado pelo Estado diante dos desafios e das oportunidades que a Internet das Coisas representa para o Brasil, legitimando as políticas públicas que vêm sendo implementadas para a promoção desse ecossistema e demandando ainda mais da atuação estatal.

Não obstante, para que os benefícios da IoT possam ser, de fato, apropriados pela economia e pela sociedade brasileira, muitas questões ainda estão em aberto e há um intenso caminho político, econômico, social e jurídico a ser percorrido, que deve levar em consideração os riscos de aprofundamento da condição nacional de atraso diante da revolução tecnológica em curso.

4 CONCLUSÃO

“É sempre difícil escrevermos sobre o presente, especialmente se a prosa que produzimos é de caráter científico. Força é não nos perdermos no circunstancial, que muitas vezes ilude e nos desvia dos pontos centrais a ser apreciado na realidade.”

(Eros Grau)

A mensagem da epígrafe destas conclusões se conecta às dificuldades e às limitações enfrentadas ao longo deste trabalho. Buscou-se tratar do presente, apresentando uma temática ainda em evolução. A Internet das Coisas já é uma realidade, mas muitas das oportunidades e dos desafios relacionados a esse ecossistema projetam-se para um futuro cujas consequências, além de muito especuladas, não são completamente conhecidas. Tendo em vista esse cenário e considerando as estruturas econômicas e sociais que conformam a condição periférica que o país ocupa no desenvolvimento tecnológico, é válida e atual a inquietação de Celso Furtado (1999, p. 18): “que margem de autonomia nos resta para interferir no desenho de nosso porvir como nação?”

A Internet das Coisas é tida pelo governo federal como uma oportunidade para o aumento da competitividade nacional e para o fortalecimento das cadeias produtivas, uma vez que, nas últimas décadas, o país vem perdendo progressivamente a sua capacidade de gerar produtos de maior valor agregado. Além disso, em uma sociedade marcada por profundas desigualdades sociais, são feitas promessas para a melhoria da qualidade de vida das pessoas por meio da tecnologia.

De fato, diferentes fontes revelam o vasto potencial econômico e social relacionado ao novo universo digital. Diversas são as possibilidades de utilização das aplicações de IoT para melhorar a eficiência, aumentar os ganhos e reduzir os custos na indústria, na agricultura, nas cidades e na saúde, por exemplo.

No entanto, o aproveitamento pela periferia do valor econômico e dos benefícios sociais que podem ser gerados pela Internet das Coisas não é tão óbvio e simples quanto propagam os discursos “solucionistas” associados à expansão da economia digital. Como visto, quando novas tecnologias são introduzidas em sistemas existentes, maior a probabilidade de ser replicada ou reforçada a

exclusão dos grupos mais vulneráveis. Em termos geopolíticos, o risco é de aprofundamento da dependência das economias periféricas em relação ao domínio tecnológico dos países líderes (CEPAL, 2018).

Ou seja, assim como são abertas diferentes janelas de oportunidades para emprego da IoT, também é descortinado um novo padrão de acumulação capaz de exacerbar a concentração de poder econômico, as lacunas sociais e a distância que separa centro e periferia, a depender da trajetória que será traçada para revolução tecnológica em curso.

Buscar respostas quanto ao aproveitamento dos benefícios e a mitigação dos riscos desse ecossistema, especialmente para os países periféricos, demanda a compreensão de que a tecnologia não é neutra e nem pode ser isolada dos contornos políticos, econômicos, sociais e jurídicos no qual o desenvolvimento tecnológico se inscreve. De acordo com Zuboff (2020, p. 27), em uma “sociedade capitalista moderna, a tecnologia foi, é e sempre será, uma expressão dos objetivos econômicos que a dirigem para a ação”.

Sob a perspectiva do direito econômico, disciplina e método que conduziram a presente pesquisa, a direção para a promoção da Internet das Coisas no Brasil deve ser balizada pela política econômica prescrita na Constituição Econômica incorporada à Constituição Federal de 1998, com vistas a contribuir para a transformação da condição periférica.

A Constituição brasileira define um programa de reestruturação da economia nacional em torno da superação do subdesenvolvimento que, inegavelmente, perpassa pelo avanço e incremento na área de inovação tecnológica (art. 218 e 219). O *status* constitucional conferido à ciência, tecnologia e inovação se relaciona ao fato de que “o fator determinante do crescimento econômico, parcela do desenvolvimento nacional, já não é mais tão somente a acumulação de capital, mas, também, a acumulação de saber e tecnologia” (GRAU, 2018, p. 261). Nesse sentido, “ao Estado interessa a defesa dessa área tecnológica e o direito econômico nacional oferece a instrumentalização jurídica dessa política estatal, justamente pelos benefícios que pode carrear ao desenvolvimento socioeconômico da nação” (TAVARES, 2019, p. 19).

Não se trata, portanto, de ignorar ou de rejeitar as novas tecnologias, mas de promover o seu desenvolvimento de acordo com os objetivos autônomos e democrático da nação. Nesse sentido, Eros Grau (2018) enfatiza que, diante do desafio tecnológico, é a situação de autonomia ou de dependência de cada sociedade que há de determinar o seu papel de *sujeito* ou *objeto* no mercado internacional.

Com a pretensão de tornar o Brasil *sujeito* no cenário internacional do desenvolvimento da Internet das Coisas, foi editado o Decreto nº 9.854, de 25 de junho de 2019, instituindo o Plano Nacional de IoT e legitimando as políticas públicas que vêm sendo empreendidas pelo governo federal para fomentar esse ecossistema.

Ao longo dos anos, foi sendo construído e aprimorado um arcabouço jurídico-institucional com instrumentos relativamente abrangentes e diversos para o estímulo da atividade inovadora no Brasil. Em âmbito federal, vários desses instrumentos vêm sendo utilizados, especialmente pelo BNDES, pela Finep e pela Embrapii, com o apoio do Ministério das Ciências, Tecnologias e Inovações, para promover a IoT. Além disso, é possível observar os esforços que vêm sendo empreendidos para reavaliação dos aspectos regulatórios e tributários referentes a esse ecossistema, a fim de facilitar a expansão de suas aplicações.

No entanto, para que as novas tecnologias possam verdadeiramente contribuir não só para a “modernização”, mas para o desenvolvimento nacional, é preciso mais do que um decreto e algumas medidas financeiras, fiscais e regulatórias. Ainda que muito importantes, também não são suficientes alterações legislativas ou mesmo uma reforma constitucional no intuito de promover o fortalecimento do sistema nacional de inovação (EC nº 85/2015). Conforme aponta Gilberto Bercovici (2022, p. 57), a “Constituição Econômica referenda juridicamente as mudanças, mas não é responsável por impulsioná-la”. As transformações econômicas e sociais são sempre políticas.

Portanto, são necessárias vontade e atitude política para orientar, favorecer e planejar o processo de incorporação e produção endógena das tecnologias de IoT, bem como para possibilitar que os seus benefícios sejam distribuídos homoganeamente pela sociedade. Isso diz respeito à capacidade política de planejar o desenvolvimento tecnológico em coordenação com o planejamento do desenvolvimento socioeconômico, no sentido de promover racionalmente a atividade inovadora, visando a dinamização da economia e o bem-estar da sociedade.

O Decreto nº 9.854/2019 reconhece juridicamente o importante papel a ser desempenhado pelo Estado diante das oportunidades e dos desafios que a Internet das Coisas representa para o Brasil. No entanto, há um longo caminho a ser percorrido para que a promoção da IoT possa efetivamente concorrer para a alteração da condição nacional de atraso.

Um dos principais desafios da política nacional de Internet das Coisas se refere aos problemas estruturais que conformam a dependência tecnológica: ausência de priorização da ciência, tecnologia e inovação, estagnação de investimentos, redução de verbas públicas; falta de planejamento,

coordenação, monitoramento e avaliação das políticas de CT&I. Enquanto o mundo avança mais de 19% em investimentos em pesquisa e desenvolvimento, o Brasil recua quase na mesma proporção (SCHNEEGANS; LEWIS; STRAZA, 2021).

Além disso, é evidente o contraste entre as razões que motivaram a edição do Decreto nº 9.854/2019, como “a resolução de gargalos econômicos, tecnológicos e sociais” (BRASIL, 2019a, p. 12), e as diretrizes de orientação neoliberal das políticas econômicas e sociais que vêm sendo empreendidas no país nos últimos anos. Como observado, não há uma efetiva preocupação com a política industrial e com o planejamento do desenvolvimento nacional, aos quais os objetivos do Plano Nacional de Internet das Coisas deveriam estar em sintonia.

Também não é possível identificar uma estratégia capaz de conectar inovações tecnológicas e inovações sociais, nem uma preocupação efetiva da política de IoT com as desigualdades. Na verdade, enquanto o PNIoT tem por uma de suas ambições “aumentar a produtividade e a relevância do Brasil no comércio mundial de produtos agropecuários”, o país retornou ao Mapa da Fome e registrou, em 2020, mais da metade da população convivendo com segurança alimentar (PENSSAN, 2021).

Não há dúvidas de que a crise relacionada à pandemia corroborou para a gravidade do cenário atual. No entanto, a diminuição da rede de proteção social não se trata de um problema dos últimos dois anos. Da mesma forma, não são recentes as fragilidades do incentivo às inovações tecnológicas no Brasil, não obstante de avanço do quadro jurídico.

Ademais, outra questão identificada quanto à atuação do Estado na promoção da IoT diz respeito ao próprio regime jurídico na qual se baseia. O art. 1º do Decreto nº 9.854/2019 dispõe que o Plano Nacional tem como base a livre concorrência e a livre circulação de dados. No entanto, não há qualquer aprofundamento sobre a incidência desses temas no ecossistema específico da IoT, nem mesmo por parte do longo estudo que subsidiou a elaboração do ato normativo.

Como abordado nesta pesquisa, a expansão da IoT tende a intensificar um novo padrão de acumulação baseado em dados, com capacidade de concentrar grande poder econômico e social em torno de plataformas digitais globais e dos territórios das potências nos quais elas estão situadas, notadamente nos Estados Unidos e cada vez mais na China (MOROZOV, 2018). Observou-se também que as desigualdades entre os países líderes e periféricos tendem a crescer à medida que aumenta o fluxo internacional de dados na economia digital, que corre da periferia para o centro. Diante deste cenário, as bases do Plano Nacional de IoT merecem ser devidamente aprofundadas

pelos legisladores, pelos formuladores de políticas e pelos pesquisadores do Direito, seja para repressão do abuso do poder econômico, seja para a garantia da soberania econômica nacional, considerando a sua dimensão digital.

A apropriação dos benefícios e a mitigação dos riscos relacionados à Internet das Coisas irão depender do caminho a ser seguido pelo seu desenvolvimento no Brasil. O Decreto nº 9.854/2019, ainda que represente um primeiro passo, deixa muitas questões em aberto a respeito dessa trajetória, especialmente quando se percebe que, além dos desafios relacionados ao universo próprio da IoT, devem ser enfrentados problemas estruturais quanto ao fomento da inovação e às profundas desigualdades sociais que marcam o país.

Em conclusão, é válido novamente reforçar que, muito mais do que reivindicações e aspirações para o futuro, é fundamental vontade política e participação ativa do Estado na condução dessa trajetória, de acordo com os interesses próprios da sociedade brasileira. Diante da realidade periférica, os objetivos da Constituição Econômica não podem ser olvidados, devendo ser a direção necessariamente perseguida pela promoção da Internet das Coisas no Brasil.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL). **Cartilha Orientativa Internet das Coisas IoT/M2M**. Brasília: ANATEL, 2020b. Disponível em: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/regulado/outorga/internet-das-coisas>. Acesso em: 20 maio 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL). **Informe n.º 146/2018/SEI/PRRE/SPR**. Reavaliação da regulamentação visando diminuir barreiras regulatórias à expansão das aplicações de internet das coisas e comunicações máquina-a-máquina. ANATEL, 2018. Disponível em: https://sei.anatel.gov.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_documento_consulta_externa.php?eEP-wqk1skrd8hSlk5Z3rN4EVg9uLJqrLYJw_9INcO7SEUwW05pgdSTWPNEDviMwYT5rokRRr0A33B4IG8pdtgwPelZZQBoL_Mokp4umVltWsb27BGN5ZwtdujglPZMT. Acesso em: 20 maio 2022.

ALPINO, T. M. A. *et al.* COVID-19 e (in) segurança alimentar e nutricional: ações do Governo Federal brasileiro na pandemia frente aos desmontes orçamentários e institucionais. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 36, 2020.

ALVARENGA, D. **Com pandemia, indústria perde ainda mais participação no PIB e agronegócio ganha protagonismo**. G1 Economia, 21 jun. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/07/21/com-pandemia-industria-perde-ainda-mais-participacao-no-pib-e-agronegocio-ganha-protagonismo.ghtml>. Acesso em: 11 abr. 2022.

AMARAL, B. Novo decreto recria a Câmara IoT com composição interministerial. **Teletime**, 26 jun. 2019. Disponível em: <https://teletime.com.br/26/06/2019/novo-decreto-recria-a-camara-iot-com-composicao-interministerial/>. Acesso em: 20 maio 2022.

ANATEL retira barreiras regulatórias à Internet das Coisas e aplicações Máquina-a-Máquina. **Agência Nacional De Telecomunicações (ANATEL)**, 17 nov. 2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/anatel-retira-barreiras-regulatorias-a-internet-das-coisas-e-aplicacoes-maquina-a-maquina>. Acesso em: 20 maio 2022.

ANDERSON, P. Balanço do neoliberalismo. In SADER, E.; GENTILI, P. (orgs.) **Pós-neoliberalismo: as políticas sociais e o Estado democrático**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1995.

ANDRADE, D. P. Neoliberalismo: crise econômica, crise de representatividade democrática e reforço de governamentalidade. **Novos estudos CEBRAP**, São Paulo, v. 38, p. 109-135, 2019.

ARBIX, G. et al. O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos. **Novos estudos CEBRAP**, v. 36, n. 3, p. 29-49, 2017.

ASHTON, K. **That ‘Internet of Things’ Thing**. RFID Journal (expert views), 22 jun. 2009. Disponível em: <https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing>. Acesso em: 11 abr. 2022.

AVALIAÇÃO de Políticas Públicas. **Brasil**, 12 dez. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/governanca/avaliacao-de-politicas>. Acesso em: 11 jun. 2022.

AZAMBUJA, E. **Plano Nacional de Internet das Coisas** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <natalia.rosalmeida@agu.gov.br> em 23 mai. 2022.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Análise de oferta e demanda** (Produto 3C). Brasília: BNDES, MCTIC, 2017b.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Benchmark de iniciativas e políticas públicas** (Produto 1). Brasília: BNDES, MCTIC, 2017a.
BNDES - BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Benchmark de iniciativas e políticas públicas**: relatório final. Brasília: BNDES, 2017.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Cartilha de Cidades**. São Paulo: McKinsey & Company, 2018a.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Chamada Pública BNDES/FEP Prospeção n.º 01/2016**. Chamada pública de seleção de estudo técnico para diagnóstico e proposição de políticas públicas no tema internet das coisas (internet-of-things - IoT). 2016. Disponível em: http://www.participa.br/articles/public/0030/9451/chamada_internet_das_coisas_2016.pdf. Acesso em: 11 jun. 2022.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Desenho do modelo de governança para o PNIoT** (Produto 10). Brasília: BNDES, MCTIC, 2018c.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Estudo do setor de transporte aéreo do Brasil**: relatório consolidado. Rio de Janeiro: Mckinsey & Company, 2010.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Fundos ativos em período de investimento** [2022]. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/mercado-de-capitais/fundos-de-investimentos/fundos-ativos-investimento>. Acesso em: 20 maio 2022.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Relatório do Plano de Ação** (Produto 8). Brasília: BNDES, MCTIC, 2017c.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Relatório do Plano de Ação – Capítulo Regulatório** (Produto 8B). Brasília: BNDES, MCTIC, 2017d.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Relatório final do estudo** (Produto 9A). Brasília: BNDES, MCTIC, 2018a.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Relatório Final do Estudo “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil”**. Brasília: BNDES, 2018b.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Indicator Capital e Qualcomm Ventures lançam o primeiro fundo da América Latina com foco em Internet das Coisas (IoT)**, 12 maio 2021. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-indicator-capital-e-qualcomm-ventures-lancam-primeiro-fundo-da-america-latina-com-foco-em-internet-das-coisas-iot>. Acesso em: 11 jun. 2022.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Relatório Anual 2020**. Rio de Janeiro: BNDES, 2020. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Hotsites/Relatorio_Anual_2020/src/index.html. Acesso em 23 mai. 2022.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Relatório Anual 2021**. Rio de Janeiro: BNDES, 2021. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/prestacao-de-contas/relatorio-anual-integrado>. Acesso em 23 jun. 2022.

BERCOVICI, G. **Constituição Econômica e Desenvolvimento**. 2. ed. São Paulo: Almedina, 2022.

BERCOVICI, G. **Direito Econômico do Petróleo e dos Recursos Minerais**. São Paulo: Quartier Latin, 2011.

BERCOVICI, G. O estado desenvolvimentista e seus impasses: uma análise do caso brasileiro. **Boletim de Ciências Econômicas**, Coimbra, ano V. XLVI [i.e. 47], 2004.

BERCOVICI, G. Política econômica e direito econômico. **Revista da Faculdade de Direito de São Paulo**, São Paulo, v. 105, p. 389-406, 2010.

BERCOVICI, G.; OCTAVIANI, A. Direito e Subdesenvolvimento. *In*: OCTAVIANI, A. (org.); **Estudos, pareceres e Votos de Direito Econômico**. São Paulo: Singular, 2014.

BERNARDINI, G. **Internet das coisas no Brasil**: a comunicação nos processos interativos das cidades inteligentes. 2021. Tese (Doutorado em Mídia e Tecnologia) - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2021.

BIONI, B. **Proteção de Dados Pessoais: a função e os limites do consentimento**. Gen-Forense: Rio de Janeiro, 2021.

BITENCOURT, R. Ministério tenta garantir decreto de Internet das Coisas. **Valor**, 27 dez. 2018. Disponível em: <https://valor.globo.com/politica/noticia/2018/12/27/ministerio-tenta-garantir-decreto-de-internet-das-coisas.ghtml>. Acesso em: 11 jun. 2022.

BITTENCOURT, P. F.; RAUEN, A. T. Políticas de inovação: racionalidade, instrumentos e coordenação. *In*: RAPINI, M. S; RUFFONI, J.; SILVA, L. A.; ALBUQUERQUE, E. M. (Org.). **Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global**. Belo Horizonte: Cedeplar UFMG, 2020.

BRAGA, M. A. C. **Subdesenvolvimento, tecnologia e direito econômico: o programa nacional de nanotecnologia e o desafio furtadiano**. 2013. Dissertação (Mestrado em Direito Econômico e Financeiro) - Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Investimentos em PD&I**. Brasília: ANP, 2020a.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Parecer do Relator da Comissão Especial da PEC n.º 290, de 2013**. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2013a.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Proposta de Emenda à Constituição n.º 290, de 2013**. Altera e adiciona dispositivos na Constituição Federal para atualizar o tratamento das atividades de ciência, tecnologia e inovação. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2013b.

BRASIL. Congresso Nacional. **Parecer n.º 11, da Comissão Mista da MPV 563/12**. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2012.

BRASIL. **Consulta Pública – Identificação dos tópicos de relevância para a viabilização da Internet das Coisas no Brasil**. 2016a. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/aiot.pdf>. Acesso em: 07 de set. de 2017.

BRASIL. **Estratégia Brasileira para a Transformação Digital: E-digital**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2018.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Exposição de Motivos n.º 00047/2019 MCTIC**. Decreto n.º 9.854, de 25 de junho de 2019. Institui o Plano Nacional de Internet das Coisas e dispõe sobre a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas. **Diário Oficial da União**, Brasília, 25 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016 – 2022**. Brasília, 2016b. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/a->

finep/Politica/16_03_2018_Estrategia_Nacional_de_Ciencia_Tecnologia_e_Inovacao_2016_2022.pdf. Acesso em: 20 de jun. de 2022.

BRASIL. Ministério das Comunicações. **Governo Federal sanciona Lei que impulsionará a Internet das Coisas no país**, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mcom/pt-br/noticias/2020/dezembro/governo-federal-sanciona-lei-que-impulsionara-a-internet-das-coisas-no-pais>. Acesso em: 20 mai. 2021.

BRIA, F.; MOROZOV, E. **A cidade inteligente: tecnologias urbanas e democracia**. Tradução: Humberto do Amaral. São Paulo: Ubu Editora, 2020.

BUCKWALD, J. M.; MARCHANT, G. E. Improving Soft Law Governance of the Internet of Things. **IEEE Technology and Society Magazine**, [S.l.], v. 40, n. 4, p. 101-114, 2021.

BUCKWALD, J.; MARCHANT, G. E. Improving Soft Law Governance of the Internet of Things. **IEEE Technology and Society Magazine**, v. 40, n. 4, p. 101-114, 2021.

CABRAL, M. A. M. **Subdesenvolvimento e Estado de Exceção: O Papel da Constituição Econômica e do Estado no Brasil**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2018.

CANO, W.; SILVA, A. L. G. Política industrial do governo Lula. **Texto para discussão**, Campinas, v. 181, p. 139-174, 2010.

CARDOSO, A. G. IoT - Internet das Coisas - O decreto 9.854 e o Plano Nacional de IoT. **Migalhas**, 10 jul. 2019. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/depeso/306003/iot---internet-das-coisas---o-decreto-9-854-e-o-plano-nacional-de-iot>. Acesso em: 11 jul. 2022.

CARMO, E. E. Desafios tributários na regulamentação da Internet das Coisas. **Revista de Direito Tributário Contemporâneo**, São Paulo, v. 28, p. 41-53, 2021.

CAVALLI, O.; MEINERS F. Internet das coisas e inovação na América Latina. *In*: REIA, J. et al. (Org.). **Horizonte presente: tecnologia e sociedade em debate**. Belo Horizonte: FGV, 2019.

CEPAL, N. U. **Avaliação de desempenho do Brasil mais produtivo**. Brasília: CEPAL, 2018.

CEPAL, N. U. et al. **Mercado digital regional: aspectos estratégicos**. Santiago de Chile: Naciones Unidas, 2018.

CHANG, H. J. **Chutando a escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica**. São Paulo: Unesp, 2004.

CHINA se tornará o maior mercado de IoT do mundo em 2024, diz relatório. **Industria 4.0**, 22 fev. 2021. Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/noticias/20883-china-tornara-maior-mercado-iot-mundo-2024-relatorio>. Acesso em: 11 abr. 2022.

CHUI, M.; COLLIN, M.; PATEL, M. **The Internet of Things**: Catching up to an accelerating opportunity. New York: McKinsey & Company, 2021.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET (CGI). **Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e da comunicação nos domicílios brasileiros – TIC Domicílios 2020**. São Paulo: CGI, 2021.

COMPARATO, F. K. O Indispensável Direito Econômico. **Ensaios e pareceres de direito empresarial**. Rio de Janeiro: Forense, 1978.

COMPARATO, F. K. **Para viver a democracia**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1989. 214 p.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE COMÉRCIO E DESENVOLVIMENTO (UNCTDA). **Digital Economy Report 2021**. Cross-border data flows and development: for whom the data flow. Geneva: 2021.

CORRÊA, G. P. **Plano Nacional de Internet das Coisas - IoT.BR** [palestra]. IoT Weekend, Vitória, 2018. Disponível em: <https://www.iotweekend.com.br/2018/palestra?id=313>. Acesso em: 30 maio 2022

COSTA, C. **Plano Nacional de Internet das Coisas vai gerar R\$ 135 bilhões ao Brasil** [palestra]. FutureCom, São Paulo, outubro, 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eu2DO04VvoI>. Acesso em 30 de mai. 2021

COSTA, M. F. N. Internet das Coisas: a proteção da privacidade em um mundo conectado. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Governança e Controle da Regulação em Infraestrutura) – Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, 2019.

CPQD marca presença no lançamento do Observatório da Transformação Digital. **CPQD**, 10 dez. 2018. Disponível em: <https://www.cpqd.com.br/noticias/cpqd-marca-presenca-no-lancamento-do-observatorio-da-transformacao-digital/>. Acesso em: 30 mai. 2022

CUNNINGHAM, J. A.; WHALLEY, J. The internet of things: enabling opportunities and challenges. *In: The Internet of Things Entrepreneurial Ecosystems*. Palgrave Pivot, 2020.

DE NEGRI, F. *et al.* **Redução Drástica na inovação e no investimento em P&D no Brasil**: o que dizem os indicadores da pesquisa de inovação 2017 (Nota Técnica, n. 60). Brasília: Ipea, 2020. 14 p.

DE NEGRI, F. **Políticas Públicas para ciência e tecnologia no Brasil**: cenário e evolução recente (Nota Técnica, n. 92). Brasília: Ipea, 2021.

DE NEGRI, J. A. **Investir em Inovação é Garantir o Futuro**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2022.

DE NEGRI, F.; RAUEN, A. T.; SQUEFF, F. H. S. Ciência, inovação e produtividade: por uma nova geração de políticas públicas. *In*: DE NEGRI, J. A.; ARAÚJO, B. C. P. O.; BACELETTE, R. (org.). **Desafios da nação**: artigos de apoio, v. 1. Brasília: Ipea, 2018.

DIMOULIS, D. Elementos de Definição da Função Econômica do Direito. **Revista Argumentum-Argumentum - Journal of Law**, Marília, v. 8, p. 17-42, 2008.

DUTRA, G. **Corrida tecnológica em tecnologias da informação e comunicação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) – Centro Socioeconômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

DUTTON, W. H. **Putting things to work**: Social and policy challenges for the Internet of things. *Info*, Vol. 16, n.º 3, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/info-09-2013-0047>. Acesso em: 17 mar. 2021.

EDGERTON, A. **Google, Amazon Defend Home Device Business in Antitrust Hearing**. Bloomberg, 15 jun. 2021. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-06-15/google-amazon-defend-home-device-business-in-antitrust-hearing>. Acesso em: 11 abr. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E INOVAÇÃO INDUSTRIAL (EMBRAPII). **Chamada EMBRAPII 02-2021**. Chamada pública para credenciamento no sistema EMBRAPII. 2021. Disponível em: https://embrapii.org.br/wp-content/images/2021/05/CHAMADA-PUBLICA_02_2021-PPI-IoT-Manufatura-4.0.pdf. Acesso em: 11 jul. 2022.

EVANS, D. **A Internet das Coisas**: como a próxima evolução da Internet está mudando tudo. CISCO IBSG, 2011. Disponível em: https://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/executives/pdf/internet_of_things_iiot_ibsg_0411final.pdf. Acesso em: 16 mar. 2022

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

FEITOSA, D. F.; BAIRON, S. Do homo sapiens ao homo convergente. É tempo de coisas e pessoas integradas. **Revista GEMInIS**, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 33-41, 2013.

FINEP lança nesta terça-feira programa de R\$ 1,5 bilhão para Internet das Coisas. **Finep Inovação e Pesquisa**, 18 jun. 2018. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/noticias/todas-noticias/5690-finep-lanca-nesta-terca-feira-programa-de-r-1-5-bilhao-para-internet-das-coisas>. Acesso em: 20 maio 2022.

FINEP. **Finep IoT**. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/programas-e-linhas/finep-iot>. Acesso em: 24 jun. 2020.

FURTADO, C. **Brasil**: a construção interrompida. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992. 87 p.

FURTADO, C. **Metamorfoses do Capitalismo. Rio de Janeiro:** Discurso na Universidade Federal do Rio de Janeiro no recebimento do título de Doutor Honoris Causa. 2002. Disponível em: <http://www.redcelsofurtado.edu.mx>. Acesso em: 15 abr. 2022.

FURTADO, C. **O Capitalismo Global.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998.

FURTADO, C. **O mito do desenvolvimento econômico.** 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

FURTADO, J. **Indústria 4.0:** a Quarta Revolução Industrial e os desafios para a indústria e para o desenvolvimento brasileiro. IEDI: 2017.

GARTNER'S Hype Cycle 2011: Social Analytics And Activity Streams Reach "The Peak". **Gartner Research**, 28 jul. 2011. Disponível em: <https://www.gartner.com/en/documents/1754719>. Acesso em: 16 mar. 2022.

GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS (GSMA). **Internet of Things in the 5G Era: Opportunities and Benefits for Enterprises and Consumers.** GSMA, 2019. Disponível em: <https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2019/11/201911-GSMA-IoT-Report-IoT-in-the-5G-Era.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2022.

GOMES, C. J. V. O princípio constitucional da livre concorrência: corolário da livre iniciativa ou princípio autônomo da ordem econômica? *In: Constituição de 1988: o Brasil 20 anos depois – Estado e economia em vinte anos de mudanças.* Brasília: Senado Federal, 2008. v. 4.

GOVERNO Federal sanciona Lei que impulsionará a Internet das Coisas no país. **Brasil**, 29 dez. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mcom/pt-br/noticias/2020/dezembro/governo-federal-sanciona-lei-que-impulsionara-a-internet-das-coisas-no-pais>. Acesso em: 11 jul. 2022.

GRAU, E. R. **A ordem econômica na Constituição de 1988.** 19.ed. São Paulo: Malheiros, 2018.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI). **Exportação da indústria: avanço suficiente, em especial na alta tecnologia.** 2022. Disponível em: https://www.iedi.org.br/media/site/artigos/20220211_balcom_2021T4.pdf. Acesso em: 11 abr. 2022.

INTERNATIONAL DATA CORPORATION (IDC). **IDC Forecasts Double-Digit Growth for Smart Home Devices as Consumers Embrace Home Automation and Ambient Computing.** IDC, 26 mar. 2021. Disponível em: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47567221#:~:text=Shipments%20are%20forecast%20to%20surpass,other%20products%20continues%20to%20rise>. Acesso em: 11 abr. 2022.

INTERNATIONAL DATA CORPORATION (IDC). **Worldwide Quarterly Smart Home Device Tracker.** IDC, 29 mar. 2019. Disponível em: https://www.idc.com/tracker/showproductinfo.jsp?containerId=IDC_P37480. Acesso em: 11 abr. 2022.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU). **Internet of Things Global Standards Initiative**. 2012. Disponível em: <https://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx>. Acesso em: 10 abr. 2021.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU). **ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things**. Geneva. Geneva: 2005. Disponível em: <https://www.itu.int/net/wsis/tunis/newsroom/stats/The-Internet-of-Things-2005.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2021.

JIN, X. et al. Significance and challenges of big data research. **Big data research**, v. 2, n. 2, p. 59-64, 2015.

JUNIPER RESEARCH. **IOT Security Spend to Reach \$6 billion by 2023, Growing 300% from 2018**. Juniper Research, 2022. Disponível em: <https://www.juniperresearch.com/press/iot-security-spend-to-reach-6-billion-by-2023>. Acesso em: 11 abr. 2022.

JUNIPER RESEARCH. **The Internet of Things: Consumer, Industrial & Public Services 2020-2024**. Juniper Research, 2020. Disponível em: <https://www.juniperresearch.com/researchstore/devices-technology/internet-of-things-iot-data-research-report>. Acesso em: 26 mar. 2022.

LABRUNIE, L.; PENNA, C.; KUPFER, D. **The resurgence of industrial policies in the age of advanced manufacturing: an international comparison of industrial policy documents**. Revista Brasileira de Inovação, v. 19, 2020. doi: <https://doi.org/10.20396/rbi.v19i0.8658753>. Acesso em: 10 abr. 2022

LACERDA, F. **Arquitetura da Informação Pervasiva: projetos de ecossistemas de informação na internet das coisas**. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015

LACERDA, Flávia. **Análise ex ante do Plano Nacional de Internet das Coisas (IoT): ambiente cidades inteligentes**. Brasília, Instituto Serzedello Corrêa, 2020. Texto para Discussão, n. 003). Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/analise-ex-ante-do-plano-nacional-de-internet-das-coisas-iot-ambiente-cidades-inteligentes-8A81881F78EC6C5D0179486D1FB11037.htm>. Acesso em: 10 abr. 2022.

LEADERS, Y. G. **World Economic Forum Annual Meeting 2016: Mastering the Fourth Industrial Revolution**. Switzerland: World Economic Forum Annual Meeting 2016, 2016.

LEINER, B. M. et al. A brief history of the Internet. **ACM SIGCOMM Computer Communication Review**, v. 39, n. 5, p. 22-31, 2009.

LEMOS, A.; MARQUES, D.; BITENCOURT, E. Narrativas sobre a internet das coisas: um estudo exploratório das matérias veiculadas na Folha online entre 2011 e 2016. **Intexto**, n. 47, p. 139-165, 2019.

LEMOS, R. **Aprovado o plano de internet das coisas**: Brasil é exímio elaborador de planos, mas ainda não os conseguimos executar. Folha de São Paulo, 3 jul. 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/colunas/ronaldolemos/2019/07/aprovado-o-plano-de-internet-das-coisas.shtml>. Acesso em: 13 jun. 2022.

LI, S.; XU, L. D.; ZHAO, S. The internet of things: a survey. **Information systems frontiers**, v. 17, n. 2, p. 243-259, 2015.

LUETH, K. L. State of the IoT 2020: 12 billion IoT connections, surpassing non-IoT for the first time. IOT Analytics, 19 nov. 2020. Disponível em: <https://iot-analytics.com/state-of-the-iot-2020-12-billion-iot-connections-surpassing-non-iot-for-the-first-time/>. Acesso em: 20 maio 2020.

MAGRANI, E. **A internet das coisas**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018.

MALAQUIAS, R. F.; ALBERTIN, A. L. Challenges for development and technological advancement: an analysis of Latin America. **Information Development**, v. 35, n. 3, p. 413-420, 2019.

MANCINI, M. **Internet das Coisas**: História, Conceitos, Aplicações e Desafios. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326065859_Internet_das_Coisas_Historia_Conceitos_Aplicacoes_e_Desafios. Acesso em: 2 abr. 2021.

MANYIKA, J. et al. **The Internet of Things**: Mapping the value beyond the hype. New York: McKinsey Global Institute, 2015.

MARÇAL, T. **Câmara de Gestão M2M/IoT**. 29 out. 2015. 17 slides. Disponível em: <https://www.slideshare.net/cpqd/cmara-de-gesto-m2miot>. Acesso em: 11 jul. 2022.

MAZZUCATO, M. **O Estado empreendedor**: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado. Tradução: Elvira Serapicos. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014. 320 p.

MCCAULEY, D. **What the Internet of Things means for consumer privacy**. Briefing paper. The Economist Intelligence Unit Limited, 2018.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Unlocking the potencial of the internet of things**. McKinsey Global Institute, 2015. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>. Acesso em: 9 abr. 2022.

MINISTÉRIOS DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES (MCTIC). **Avança o debate no governo sobre o Plano Nacional de Internet das Coisas**, 1 dez. 2016. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/salaImprensa/noticias/arquivos/migracao/2016/12/Avanca_debate_no_governo_sobre_Plano_Nacional_de_Internet_das_Coisas.html?searchRef=C%C3%A2mara%20IoT&tipoBusca=expressaoExata. Acesso em 15 mar. 2022.

MINISTÉRIOS DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES (MCTIC). **Ministério apresenta as diretrizes do Plano Nacional de Internet das Coisas**, 29 set. 2017. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/salaImprensa/noticias/arquivos/2017/09/Ministerio_apresenta_diretrizes_do_Plano_Nacional_de_Internet_das_Coisas_.html?searchRef=futurecom&tip_oBusca=expressaoExata. Acesso em 15 mar. 2022.

MOREIRA, V. **Economia e constituição**: para o conceito de constituição econômica. 2. ed. Coimbra: Coimbra Editora, 1979. 201 p.

MOROZOV, E. **Big Tech**: a ascensão dos dados e a morte da política. São Paulo: Ubu, 2018.

MOROZOV, E. **Solucionismo, nova aposta das elites globais**. Outras Palavras: jornalismo de profundidade e pós capitalismo, 24 abr. 2020. Disponível em: <https://outraspalavras.net/tecnologiaemdisputa/solucionismo-nova-aposta-das-elites-globais/>. Acesso em: 30 mar. 2022.

MOURA, M. P. de. **O desenvolvimento da Indústria 4.0 em países semiperiféricos**: uma comparação entre a inserção do Brasil e da China no paradigma produtivo emergente. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) – Centro Socioeconômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/234702>. Acesso em: 5 abr. 2022

MULHOLLAND, C. A tutela da privacidade na Internet das Coisas (IoT). *In*: REIA, J. et al. (Org.). **Horizonte presente**: tecnologia e sociedade em debate. Belo Horizonte: FGV, 2019.

NAUGHTON, J. “The goal is to automate us”: welcome to the age of surveillance capitalism. **The Guardian**, v. 20, p. 19, 2019. Disponível em: <https://www.theguardian.com/technology/2019/jan/20/shoshana-zuboff-age-of-surveillance-capitalism-google-facebook>. Acesso em: 5 abr. 2022.

NERI, M. C. **Percepções da População de Políticas Públicas Portadoras de Futuro na Pandemia**: Distribuições Nacionais e Globais ligadas a Saúde, Educação e Meio Ambiente - Sumário Executivo. Rio de Janeiro: FGV Social, 2021.

NOZAKI, W. A privatização em “marcha forçada” nos governos Temer e Bolsonaro. **Le Monde diplomatique Brasil**, 14 maio 2019. Disponível em: <https://diplomatie.org.br/a-privatizacao-em-marcha-forcada-nos-governos-temer-e-bolsonaro/>. Acesso em: 20 mai. 2022.

NUMBER of Connected IoT Devices Will Surge to 125 Billion by 2030, IHS Markit Says. **S&P Global**, 24 nov. 2017. Disponível em: https://news.ihsmarkit.com/prviewer/release_only/slug/number-connected-iot-devices-will-surge-125-billion-2030-ihs-markit-says. Acesso em: 11 abr. 2022.

NUSDEO, F. **Curso de economia: introdução ao direito econômico**. 11. ed. São Paulo: Thomson Reuters, 2020. 432 p.

O QUE é Internet das Coisas? **Associação Brasileira De Internet Das Coisas – ABINC**, 2017. Disponível em: <http://abinc.org.br/www/2017/01/16/o-que-e-ainternet-das-coisas/>. Acesso em: 01 de set. de 2020

O QUE são investimentos. **Finep Inovação e Pesquisa**, [2022]. Disponível em: <http://finep.gov.br/afinep/152-apoio-e-financiamento/programas-e-linhas/investimento/o-que-sao-investimentos>. Acesso em: 11 jun. 2022.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **A Caminho da Era Digital no Brasil**. Paris: OECD Publishing, 2020.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Main Science and Technology Indicators**. 2021. Disponível em: <https://www.oecd.org/sti/msti.htm>. Acesso em: 20 mai. 2022.

PARK, S.; HUMPHRY, J. Exclusion by design: intersections of social, digital and data exclusion. **Information, Communication & Society**, v. 22, n. 7, p. 934-953, 2019.

PAULA, J. A.; ALBUQUERQUE, E. M. A formação do pensamento de Celso Furtado, o imperativo tecnológico e as metamorfoses do capitalismo. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, SP, v. 19, p. e0200027, 2020.

PEIXOTO, E. De produtos a serviços: a IoT e a transformação da manufatura. *In*: REIA, J. et al. (Org.). **Horizonte presente: tecnologia e sociedade em debate**. Belo Horizonte: FGV, 2019.

PENSSAN, R. **Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no contexto da pandemia da COVID-19 no Brasil**. Rio de Janeiro: Rede Penssan, 2021.

PEPPET, S. R. Regulating the internet of things: first steps toward managing discrimination, privacy, security and consent. **Texas Law Review**, v. 93, p. 85, 2014.

PEREIRA NETO et al. **Qual o conceito de M2M e por que isso importa para o desenvolvimento de IoT?** Jota Info, 25 jan. 2018. Disponível em: <https://www.jota.info/opiniao-e-analise/artigos/qual-o-conceito-de-m2m-e-por-que-isso-importa-para-o-desenvolvimento-de-iot-23012018>. Acesso em: 18 mar. 2022.

PINTO, R. A. Soberania Digital ou Colonialismo Digital? Novas tensões relativas à privacidade, segurança e políticas nacionais. **Sur. Revista Internacional de Direitos Humanos**, São Paulo, v. 15, n. 27, 15-28, 2018.

PORCELLI, A. M. Un hito jurídico sobre Internet de las Cosas: la Ley de California n° 327 del año 2018 vigente a partir del 1enero del 2020. **Revista Direito GV**, v. 16, n. 1, p. e1953-e1953, 2020.

PORTER, M. E.; HELPPPELMANN, J. E. **How Smart, Connected Products Are Transforming Companies**. Harvard Business Review, 2015.

RANGEL, R. Entrevista com Kevin Ashton: Internet das Coisas, nova revolução da conectividade. **Revista Inovação em Pauta**, n.18, p. 4-7, 2014.

RAUEN, A. T. **Atualização do mapeamento das encomendas tecnológicas no Brasil** (Nota Técnica, n. 53). Brasília: Ipea, 2019.

RAUEN, A. T. **Compras públicas de inovações segundo o texto final do PL no 4.253/2020 (Nota Técnica, n. 80)**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2021.

RICHARDSON, M. et al. Towards responsive regulation of the Internet of Things: Australian perspectives. **Internet Policy Review**, v. 6, n. 1, 2017.

ROHR, A. **Brasil é o 2º país mais contaminado por vírus que ataca câmeras**. G1, 12 out. 2016. Disponível em: <https://g1.globo.com/tecnologia/blog/seguranca-digital/post/brasil-e-o-2-pais-mais-contaminado-por-virus-que-ataca-cameras.html>. Acesso em: 4 abr. 2022.

ROSNER, G. **Privacy and The Internet of Things**. Califórnia, EUA: O'Reilly Media, Inc., 2016.

ROSNER, G.; KENNEALLY, E. **Clearly Opaque: Privacy Risks of the Internet of Things**. The Internet of Things Privacy Forum, 2018.

SABO, I. C.; ROVER, A. J. **Internet das Coisas (IOT) e Direito: uma avaliação do plano de ação para o Brasil 2017/2022 sob a visão sistêmica**. Revista de Direito, Governança e Novas Tecnologias, v. 5, n. 1, p. 1-22, 2019. Disponível em: <https://www.indexlaw.org/index.php/revistadgnt/article/view/5371>. Acesso em: 18 mar. 2022.

SAGASTI, F. R. **Tecnologia, planejamento e desenvolvimento autônomo**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1986.

SANTAELLA, L. et al. Desvelando a Internet das Coisas. **Revista GEMInIS**, v. 4, n. 2, p. 19–32, 2013. Disponível em: <https://www.revistageminis.ufscar.br/index.php/geminis/article/view/141>. Acesso em: 4 abr. 2022.

SANTOS, F. L. A. **A estratégia chinesa frente a Indústria 4.0, uma análise comparativa**. 2021. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, Bauru, 2021.

SANTOS, T. **Desenvolvimento e civilização: homenagem a Celso Furtado**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2016. 562 p.

SAWADA, T. Internet das coisas terá política nacional. **Estadão**, 16 nov. 2015. Disponível em: <https://link.estadao.com.br/noticias/empresas,internet-das-coisas-tera-politica-nacional,10000028851>. Acesso em: 20 mai. 2022.

SCHNEEGANS, S.; LEWIS, J.; STRAZA, T. (Eds.). **Relatório de ciências da UNESCO: a corrida contra o tempo por um desenvolvimento mais inteligente – Resumo executivo**. Paris: UNESCO Publishing, 2021. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377250_por. Acesso em: 20 mai. 2022.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SHIMA, W. et al. **Lições da política nacional de informática para uma nova política industrial de internet das coisas (Internet-of-Things–Iot)**. III Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação, 2018.

SHUMPETER, J. A. **Teoria do Desenvolvimento Econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico**. São Paulo: Ed. Nova Cultural Ltda., 1997.

SILVEIRA, S. A. A hipótese do colonialismo de dados e o neoliberalismo. In: CASSINO; J. F.; SOUZA, J.; SILVEIRA, S. A. (Org.). **Colonialismo de dados: como opera a trincheira algorítmica na guerra neoliberal**. São Paulo: Autonomia Literária, 2021.

SINGER, T. Casas, carros e cidades inteligentes: um estudo do enquadramento midiático da internet das coisas. **Grupo de Estudos sobre Mídias Interativas em Imagem e Som**, São Carlos, v. 4, n. 2, p. 57-74, 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA (SBPC). **SBPC e outras 13 instituições enviam manifesto contra fusão do MCTI**. Maio de 2016. Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/site/artigos-e-manifestos/detalhe.php?p=5079>. Acesso em 20 abr. de 2022.

SRNICEK, N. **Platform capitalism**. Cambridge: Polity Press, 2017.

STATISTA. Statista.com, 2016. **Forecast economic impact of the Internet of Things (IoT) in 2025**. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/580778/worldwide-internet-of-things-economic-impact-forecast/>. Acesso em: 11 abr. 2022.

SUBVENÇÃO Econômica. **Finep Inovação e Pesquisa**, [2022]. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/historico-de-programa/subvencao-economica>. Acesso em: 11 jun. 2022.

TAVARES, A. R. A regulação na era digital: pressupostos e divergências no Brasil. In: FONSECA, R. S.; COSTA, D. C. G. (Org.). **Direito regulatório: desafios e perspectivas para a Administração Pública**. Belo Horizonte: Fórum, 2020.

TAVARES, A. R. Ciência e Tecnologia na Constituição. **Revista de Informação Legislativa**, Brasília, v. 44, n. 175, p. 7-20, 2007.

TAVARES, A. R. APP's e plataformas on-line na intervenção econômica no Brasil. **Revista de Direito Constitucional & Econômico**, Goiânia, v. 1, n. 1, p. 13-44, 2019.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). **Relatório de Auditoria**. Processo: TC 017.220/2018-1. Relatora: Min. Ana Arraes. Plenário. Data da sessão: 29 mai. 2019. Disponível em:

<https://contas.tcu.gov.br/etcu/ObterDocumentoSisdoc?seAbrirDocNoBrowser=true&codArqCatalogado=16767136&codPapelTramitavel=61471457>. Acesso 15 jun. 2022.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). **Relatório de levantamento – Plano Nacional de Internet das Coisas (IoT)**. Processo: TC 028.109/2020-1 Brasília: TCU, 2020

UNCTAD - UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **Digital Economy Report 2021**. Cross-border data flows and development: for whom the data flow United Nations, Geneva, 2021. Disponível em: https://unctad.org/system/files/official-document/der2021_en.pdf. Acesso em: 15 abr. 2022.

US NATIONAL SECURITY TELECOMMUNICATIONS ADVISORY COMMITTEE (NSTAC). **Report to the President on the Internet of Things**. Virginia: NSTAC, 2014.

VAN DEURSEN, A. J. A. M. et al. Digital inequalities in the Internet of Things: differences in attitudes, material access, skills, and usage. **Information, Communication & Society**, v. 24, n. 2, p. 258-276, 2021.

VARDOMASTSKI, S. **The History of IoT: a Comprehensive Timeline of Major Events**, Infographic. HDSsoftware, 12 jul. 2018. Disponível em: <https://hqsoftwarelab.com/blog/the-history-of-iot-a-comprehensive-timeline-of-major-events-infographic/>. Acesso em: 16 mar. 2022.

VIDIGAL, L. M. **Direito Econômico e Superação do Subdesenvolvimento: BNDES e Planejamento**. 2016. Dissertação (Mestrado em Direito Econômico e Financeiro) - Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

VIEIRA P. A.; OURIQUES H. R.; AREND M. A posição do Brasil frente à Indústria 4.0: mais uma evidência de rebaixamento para a periferia? **Revista OIKOS**, v. 19, n. 3, 2020.

VOCÊ sabe qual a diferença entre M2M e IoT? **TNS Blog**, [2020]. Disponível em: <https://blog.tnsi.com.br/iot>. Acesso em: 10 maio 2022

WACHOWICZ, M.; CANUT L. **Análise da estratégia brasileira para transformação digital: comentários ao decreto n° 9319/18**. Curitiba: GEDAI/ UFPR, 2018.

WATANEBE, M. **IEDI na Imprensa - Indústria de transformação piora déficit e vendas perdem sofisticação**. Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial, 07 fev. 2022. Disponível em: https://www.iedi.org.br/artigos/imprensa/2022/iedi_na_imprensa_20220207_industria_de_transformacao_piora_deficit_e_vendas_perdem_sofisticacao.html. Acesso em: 16 mar. 2022.

WEISER, M. The Computer for the 21st Century. **Mobile Computing and Communications Review**, v. 265, n. 3, p. 66-75, 1991.

YOUSIF, M.; HEWAGE, C.; NAWAF, L. IoT technologies during and beyond COVID-19: a comprehensive review. **Future Internet**, v. 13, n. 5, p. 105, 2021.

ZUBBOF, S. Tua escova de dentes te espiona: um capitalismo de vigilância. **Le monde diplomatique Brasil**, 03 jan. 2019. Disponível em: <https://diplomatie.org.br/um-capitalismo-devigilancia/>. Acesso em: 5 abr. 2021.

ZUBOFF, S. **A era do capitalismo de vigilância**: a luta por um futuro humano na nova fronteira de poder. Tradução: George Schlesinger. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2020.

ZUBOFF, S. Big other: surveillance capitalism and the prospects of an information civilization. **Journal of Information Technology**, v. 30, p. 75-89, 2015.