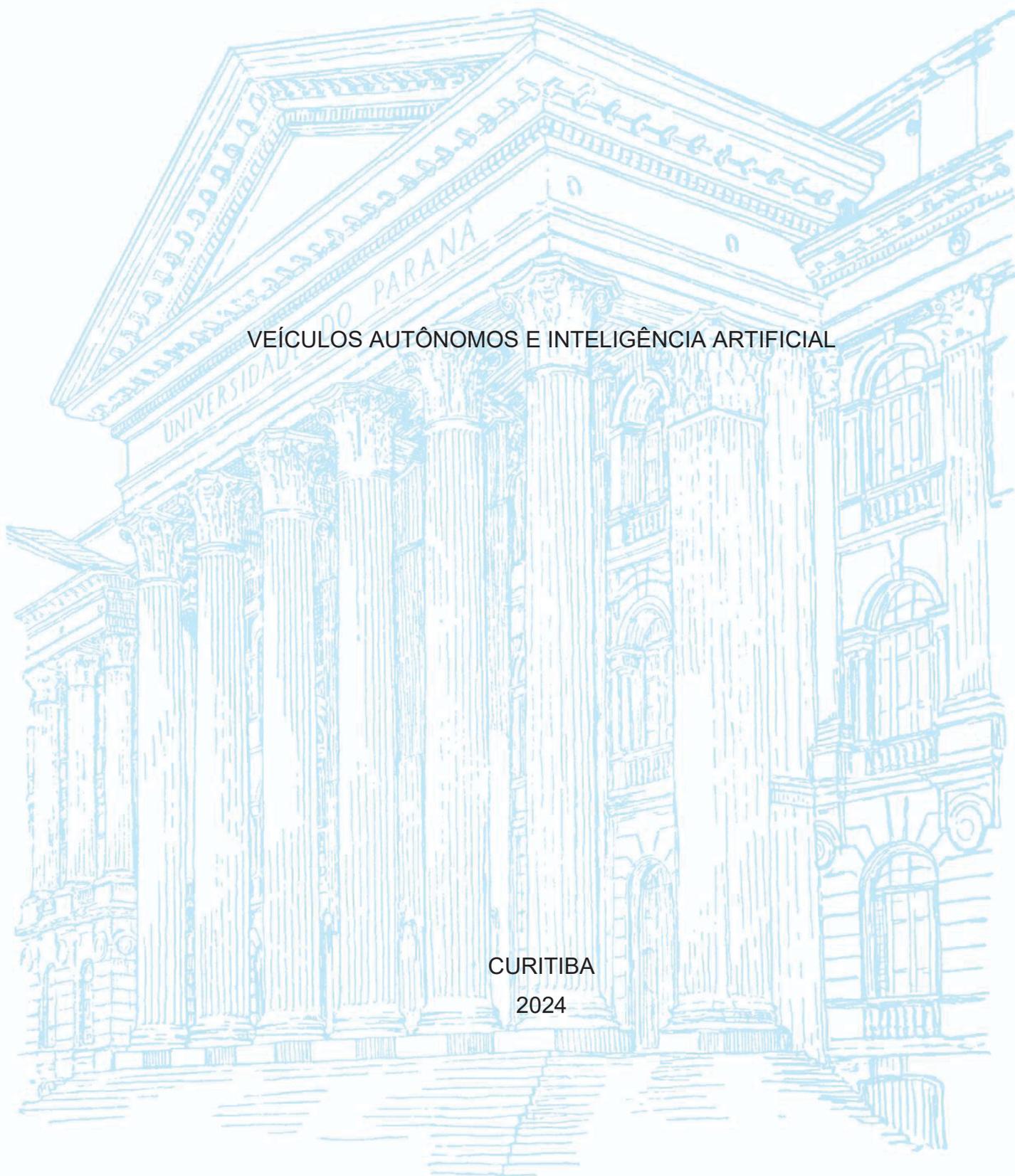


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GABRIEL STRAPASSON LAZZAROTTO

VEÍCULOS AUTÔNOMOS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

CURITIBA
2024



GABRIEL STRAPASSON LAZZAROTTO

VEÍCULOS AUTÔNOMOS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Direito, Setor de Ciências Jurídicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Direito do Estado.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Gabardo

Área de concentração: Direito do Estado

CURITIBA

2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS JURÍDICAS

Lazzarotto, Gabriel Strapasson
Veículos autônomos e inteligência artificial / Gabriel
Strapasson Lazzarotto. – Curitiba, 2024.
1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do
Paraná, Setor de Ciências Jurídicas, Programa de Pós-
graduação em Direito.

Orientador: Emerson Gabardo.

1. Veículos autônomos. 2. Inteligência artificial.
3. Regulação (Direito). 4. Inovações tecnológicas.
5. Transporte urbano. I. Gabardo, Emerson. II. Título.
III. Universidade Federal do Paraná.

Bibliotecário: Pedro Paulo Aquilante Junior – CRB-9/1626

ATA Nº484

ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE MESTRADO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM DIREITO

No dia cinco de julho de dois mil e vinte e quatro às 14:00 horas, na sala de Defesas - 317 - 3º andar, PPGD UFPR - Prédio Histórico da UFPR - Praça Santos Andrade, 50, foram instaladas as atividades pertinentes ao rito de defesa de dissertação do mestrando **GABRIEL STRAPASSON LAZZAROTTO**, intitulada: **Veículos Autônomos e Inteligência Artificial**, sob orientação do Prof. Dr. EMERSON GABARDO. A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação DIREITO da Universidade Federal do Paraná, foi constituída pelos seguintes Membros: EMERSON GABARDO (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ), GABRIEL LORETTO LOCHAGIN (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP), LETÍCIA REGINA CAMARGO KREUZ (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ). A presidência iniciou os ritos definidos pelo Colegiado do Programa e, após exarados os pareceres dos membros do comitê examinador e da respectiva contra argumentação, ocorreu a leitura do parecer final da banca examinadora, que decidiu pela APROVAÇÃO. Este resultado deverá ser homologado pelo Colegiado do programa, mediante o atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca dentro dos prazos regimentais definidos pelo programa. A outorga de título de mestre está condicionada ao atendimento de todos os requisitos e prazos determinados no regimento do Programa de Pós-Graduação. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, EMERSON GABARDO, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos demais membros da Comissão Examinadora.

CURITIBA, 05 de Julho de 2024.

Assinatura Eletrônica

18/07/2024 09:43:24.0

EMERSON GABARDO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

29/07/2024 14:05:02.0

GABRIEL LORETTO LOCHAGIN

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP)

Assinatura Eletrônica

29/07/2024 11:08:44.0

LETÍCIA REGINA CAMARGO KREUZ

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação DIREITO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **GABRIEL STRAPASSON LAZZAROTTO** intitulada: **Veículos Autônomos e Inteligência Artificial**, sob orientação do Prof. Dr. EMERSON GABARDO, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 05 de Julho de 2024.

Assinatura Eletrônica

18/07/2024 09:43:24.0

EMERSON GABARDO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

29/07/2024 14:05:02.0

GABRIEL LORETTO LOCHAGIN

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP)

Assinatura Eletrônica

29/07/2024 11:08:44.0

LETÍCIA REGINA CAMARGO KREUZ

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Nice e Adilson, que são meu porto seguro. Agradeço pelo apoio incondicional e por vibrarem comigo a cada etapa vencida. Mesmo agora um pouco distantes, vocês continuam se fazendo presentes no meu dia a dia, me ajudando a crescer cada dia mais. Sem o apoio de vocês nada disso seria possível.

Aos meus irmãos, Diego e Felipe, que sempre me apoiaram e incentivaram cada um à sua maneira, pela companhia, pelos conselhos e por serem minha inspiração.

Aos amigos e amigas que me acompanharam nessa jornada, mesmo com o afastamento em razão da dedicação aos estudos para a elaboração desse trabalho. Um agradecimento especial à querida Renata que me acompanha desde a graduação e foi uma companhia essencial na consecução do presente trabalho, por meio de revisões, dicas e desabafos diários.

Difícilmente poderia listar todos os amigos que guardo com carinho no coração, mas sou eternamente grato por todo o apoio e incentivo, cada um à sua maneira: Pedro Nunes, Flavia Grupenmacher, Victor Gressler, Caroline Martynetz, Filipe Macedo, Cassi Andreatta, Gustavo Fanaia, Yunnes Hamoud, Roberto Tramontina, Isabela Mello, Bruno Haro, Luiza Hardy, Ligia Magalhães, Rafaela Dias, Nicolle Pissinin, Victoria Nunes, Pedro Christofoli, Cristine Yamada, Geórgia Possobam, Renato Ramos, Isabela Chimelli, Matheus Setti, Lucas Cerchiari, Iasmim Nicolielo, Pablo Souza, entre vários outros que minha memória falhou em lembrar.

Aos professores que me acompanharam durante a Graduação e Pós-Graduação na Universidade Federal do Paraná, pelos ensinamentos e trocas de experiência, em especial pelas aulas ministradas durante o Mestrado, cuja contribuição foi fundamental para a realização dessa pesquisa.

Ao meu orientador Emerson Gabardo, que é meu companheiro nessa trajetória acadêmica desde os primórdios da graduação. O professor Emerson sempre foi uma inspiração para mim, pela dedicação e pelo compartilhamento de tantos

conhecimentos. Suas orientações, conselhos e correções foram fundamentais para a minha formação acadêmica.

Aos meus colegas – e ex colegas – do Muniz Advogados, escritório que tenho o prazer de trabalhar desde a graduação. Sou grato pelo ambiente acolhedor e pelos aprendizados e desafios diários, em especial aos meus colegas de sala que compartilharam dos meus anseios durante a elaboração desse trabalho. Agradeço pela oportunidade profissional e pela compreensão nesse período em que tive a difícil missão de conciliar as atividades da advocacia com o mestrado.

*Quem sabe, nas folhas do livro
Encontro o motivo, a luz do saber*

*O que será, será
Quero viver, pra ver
Como vai ser o meu destino
Se o meu futuro não é o mesmo de um
menino*

*Das mais belas mãos
Revoluções a nos guiar
A inovação vem dessas mentes
O que esperar?*

*Dona ciência, por favor, não leve a mal
Chegou a hora de rasgar o manual
Quero ver minha roseira passar
É tempo de amar, é tempo de amar
Aprender, ensinar
Conectar as emoções, unir os corações”*

*(Tempos Modernos – Sociedade Rosas de
Ouro, Samba Enredo 2020)*

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo abordar as discussões regulatórias sobre as tecnologias emergentes no contexto da Quarta Revolução Industrial, com enfoque na inteligência artificial e nos veículos autônomos. A relevância do debate surge da lacuna jurídica existente quanto a um marco regulatório relativo aos veículos autônomos no Brasil, apesar de sua ampla implantação internacional. Países como a Alemanha, o Reino Unido e alguns estados dos Estados Unidos já estabeleceram quadros jurídicos sofisticados e abrangentes para regular essa nova tecnologia emergente. O objetivo geral desse estudo consiste em fornecer subsídios legislativos para facilitar a regulação efetiva de veículos autônomos no sistema jurídico nacional. Para esse desiderato, pretende-se trazer contribuições teóricas que conduzam a um processo legislativo atento às necessidades relacionadas à implementação dessa inovação tecnológica. O trabalho parte da hipótese de que serão necessárias reformulações jurídicas profundas para que o direito brasileiro possa responder aos desafios jurídicos ocasionados pela introdução de veículos autônomos no país. Trata-se de uma pesquisa exploratória, na qual foram empregadas as abordagens de pesquisa documental e bibliográfica, tendo como base bibliográfica as doutrinas brasileira e estrangeira, análise de legislações estrangeiras de países que já regularam os veículos autônomos e o exame de iniciativas brasileiras sobre o tema. O estudo revela que a inteligência artificial sofre um crescimento acelerado na última década, sendo fundamental a atenção da Administração Pública para a regulação das novas tecnologias. Como resultado do avanço das aplicações algorítmicas, o interesse pelos veículos autônomos vem crescendo nos últimos anos, tendo em vista os seus potenciais benefícios para a sociedade. Conclui-se que o Poder Público deve adotar uma postura proativa em relação ao desenvolvimento de veículos autônomos, fomentando o progresso da ciência, tecnologia e inovação no país. Os veículos autônomos prometem uma revolução no seio das cidades, redirecionando a segurança viária e dando início a uma nova era de mobilidade mais inclusiva, sustentável e conectada. Apesar da existência de alguns programas que visam fomentar o progresso tecnológico no setor automotivo, assim como medidas para incentivar estudos na área, ainda persiste uma lacuna jurídica abordando essa inovação tecnológica. Essa insegurança jurídica cria incertezas acerca da viabilidade da implantação dos veículos autônomos, especialmente para a indústria e projetos de pesquisa brasileiros. Considerando os desafios impostos pela integração dos veículos autônomos, é necessário pensar em uma política regulatória adequada, baseada em etapas regulatórias e na criação de um ambiente de *sandbox* regulatório. Assim, é fundamental a criação de um ambiente favorável ao desenvolvimento tecnológico para estimular as iniciativas de pesquisa e desenvolvimento e superar a estagnação que posicionou o país como um dos menos preparados em nível mundial para receber essa inovação.

Palavras-chave: Inteligência artificial; Veículos autônomos; Regulação; Inovação; Mobilidade urbana.

ABSTRACT

This research aims to address regulatory discussions about emerging technologies in the context of the Fourth Industrial Revolution, with a focus on artificial intelligence and autonomous vehicles. The relevance of the debate arises from the existing legal gap regarding a regulatory framework relating to autonomous vehicles in Brazil, despite their wide international implementation. Countries such as Germany, the United Kingdom and some states in the United States have already established sophisticated and comprehensive legal frameworks to regulate this new emerging technology. The general objective of this study is to provide legislative subsidies to facilitate the effective regulation of autonomous vehicles in the national legal system. For this purpose, we intend to bring theoretical contributions that lead to a legislative process attentive to the needs related to the implementation of this technological innovation. The work is based on the hypothesis that profound legal reformulations will be necessary so that Brazilian law can respond to the legal challenges caused by the introduction of autonomous vehicles in the country. This is an exploratory research, in which documentary and bibliographical research approaches were used, using Brazilian and foreign doctrines as a bibliographical basis, analysis of foreign legislation from countries that have already regulated autonomous vehicles and the examination of Brazilian initiatives on the theme. The study reveals that artificial intelligence has experienced accelerated growth in the last decade, making it crucial for Public Administration to pay attention to the regulation of new technologies. As a result of the advancement of algorithmic applications, interest in autonomous vehicles has been growing in recent years, given their potential benefits for society. It is concluded that the Public Power must adopt a proactive stance in relation to the development of autonomous vehicles, promoting the progress of science, technology and innovation in the country. Autonomous vehicles promise a revolution within cities, redirecting road safety and ushering in a new era of more inclusive, sustainable and connected mobility. Despite the existence of some programs that aim to encourage technological progress in the automotive sector, as well as measures to encourage studies in the area, there remains a legal gap addressing this technological innovation. This legal uncertainty creates uncertainty about the viability of implementing autonomous vehicles, especially for Brazilian industry and research projects. Considering the challenges posed by the integration of autonomous vehicles, it is necessary to think about an appropriate regulatory policy, based on regulatory steps and the creation of a regulatory sandbox environment. Therefore, it is essential to create an environment favorable to technological development to stimulate research and development initiatives and overcome the stagnation that has positioned the country as one of the least prepared in the world to receive this innovation.

Keywords: Artificial intelligence; Autonomous vehicles; Regulation; Innovation; Urban mobility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Veículo da Houdina Radio Control Company	74
Figura 2 – Aplicativo Waymo One	80
Figura 3 – Acidentes envolvendo sistemas de assistência ao motorista da Tesla ...	83
Figura 4 - SAE J3016	90
Figura 5 – Índice de prontidão de veículos autônomos da KPMG de 2020	106
Figura 6: Tabela de mortes e taxa de mortalidade no Brasil (2000-2019).....	114

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAA	<i>American Automobile Association</i>
AGI	Inteligência Artificial Geral
ALICE	Análise de Licitações e Editais
AVRI	<i>Autonomous Vehicles Readiness Index</i>
CaRINA	Carro Robótico Inteligente para Navegação Autônoma
CJUSBIA	Comissão de juristas responsável por subsidiar elaboração de substitutivo sobre inteligência artificial no Brasil
CNJ	Conselho Nacional de Justiça
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONTRAM	Conselho Nacional de Trânsito
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
CVT	Comissão de Viação e Transportes
DARPA	<i>Defense Advanced Research Projects Agency</i>
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DETRAM	Departamento Estadual de Trânsito
DPVAT	Danos Pessoais por Veículos Automotores Terrestres
EBIA	Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial
EUA	Estados Unidos da América
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
GDPR	<i>General Data Protection Regulation</i>
GM	<i>General Motors</i>
IA	Inteligência artificial
IARA	<i>Intelligence Autonomous Robotic Automobile</i>
INCT-SEC	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ITS Rio	Instituto de Tecnologia e Sociedade
LCAD	Laboratório de Computação de Alto Desempenho
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
LMT	Laboratório de Mobilidade Terrestre
MCI	Marco Civil da Internet

MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MONICA	Monitoramento Integrado para o Controle de Aquisições
NHTSA	<i>National Highway Traffic Safety Administration</i>
NSCAI	<i>National Security Commission on Artificial Intelligence</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PIB	Produto Interno Bruto
PL	Projeto de Lei
PNL	Processamento de Linguagem Natural
PPGD	Programa de Pós-Graduação em Direito
PRODOC	Projeto de Cooperação Técnica Internacional
RCA	<i>Radio Corporation of America</i>
REDAS	Rede de Pesquisa em Direito Administrativo Social
SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i>
SOFIA	Sistemas de Orientações sobre Fatos e Indícios para o Auditor
SPVAT	Seguro Obrigatório para Proteção de Vítimas de Acidentes de Trânsito
SRI	<i>Stanford Research Institute</i>
TICS	Tecnologias de Informação e Comunicação
UE	União Europeia
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UnB	Universidade de Brasília
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USP	Universidade do São Paulo
VTA	Veículos Terrestres Autônomos

SUMÁRIO

PRÓLOGO	15
INTRODUÇÃO	18
1. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: POTENCIAL, DESAFIOS E REGULAÇÃO	25
1.1. O DESENVOLVIMENTO DA IA NO CONTEXTO DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	29
1.2. BREVE HISTÓRICO DA IA.....	36
1.3. A REGULAÇÃO JURÍDICA DA IA NO BRASIL E NO MUNDO.....	50
1.3.1. INICIATIVAS REGULATÓRIAS NOS ESTADOS UNIDOS.....	54
1.3.2. INICIATIVAS REGULATÓRIAS NA EUROPA.....	55
1.3.3. INICIATIVAS REGULATÓRIAS NO PLANO SUPRANACIONAL.....	58
1.3.4. INICIATIVAS REGULATÓRIAS NO BRASIL.....	60
2. VEÍCULOS AUTONOMOS: DA FICÇÃO À REALIDADE	69
2.1. HISTÓRICO E DESENVOLVIMENTO.....	73
2.2. O ESTADO DA ARTE DOS VEÍCULOS AUTÔNOMOS: A “CORRIDA DA AUTOMAÇÃO”.....	79
2.3. A TAXONOMIA DOS VEÍCULOS AUTÔNOMOS E SUAS IMPLICAÇÕES JURÍDICAS.....	88
2.4. CONCEITO E TERMINOLOGIA.....	95
3. A REGULAÇÃO DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS NO BRASIL	98
3.1. ESTADO DA ARTE DA REGULAÇÃO DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS.....	99
3.2. BRASIL: ATRASOS E DESAFIOS NA AGENDA REGULATÓRIA DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS.....	104
3.3. BENEFÍCIOS VS. RISCOS DOS VEÍCULOS AUTÔNOMOS.....	112
3.4. O CAMINHO PARA A REGULAÇÃO: A CRIAÇÃO DE UM SANDBOX REGULATÓRIO.....	122
3.5. CONSTRUINDO O “LABORATÓRIO DE REGULAÇÃO” PARA OS VEÍCULOS AUTÔNOMOS.....	134
3.5.1. DA RECEPÇÃO DOS VEÍCULOS AUTÔNOMOS NO BRASIL.....	135
3.5.2. AUTORIDADE COMPETENTE PARA REGULAMENTAR E FISCALIZAR OS TESTES COM VEÍCULOS AUTÔNOMOS.....	139
3.5.3. LICENCIAMENTO E AUTORIZAÇÃO.....	141
3.5.4. AMBIENTE DE TESTES.....	142
3.5.5. A SEGURANÇA DOS TESTES.....	146
3.5.6. DO REGIME DE RESPONSABILIDADE.....	151
CONCLUSÃO	159
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	165

PRÓLOGO

A pesquisa em apreço tem como objetivo abordar as discussões regulatórias sobre as tecnologias emergentes no contexto da Quarta Revolução Industrial, com enfoque na inteligência artificial e nos veículos autônomos. A justificativa do trabalho reside no fato de que os veículos autônomos já circulam pelo mundo, mas ainda não são regulados pelo Brasil. Em contrapartida, países como Alemanha e Reino Unido já possuem leis complexas e avançadas sobre o assunto, assim como alguns estados nos Estados Unidos. Sendo assim, com o avanço tecnológico e o desenvolvimento da indústria baseadas em programas de inteligência artificial, é imprescindível a devida reflexão dos impactos dessas tecnologias no Direito nacional.

Haja vista a problemática, o objetivo geral consiste em fornecer subsídios legislativos para que a temática dos veículos autônomos seja devidamente regulada no ordenamento jurídico brasileiro. A inexistência de regulação é um óbice intransponível para o avanço dessa tecnologia em território nacional, prejudicando as iniciativas de pesquisa e desenvolvimento, como será examinado ao longo desse trabalho. Não se busca, aqui, esgotar as matérias legislativas que precisam ser reformuladas para responder a esse novo desafio, tampouco assumir o papel do legislador nessa tarefa. O escopo desse trabalho é trazer contribuições teóricas iniciais para conduzir um processo legislativo que atenda às necessidades relacionadas à implementação dessa tecnologia.

Além da parte introdutória, composta pelo presente prólogo e pela introdução, o trabalho é estruturado em três capítulos, conforme se expõe a seguir.

No capítulo inicial serão dedicados esforços para compreender a IA e sua evolução ao longo do tempo, bem como a sua necessária regulação. Em que pese a temática central do presente trabalho sejam os veículos autônomos, o recorte temático é fundamental para compreender as nuances da sua aplicação tecnológica nesses veículos, tendo em vista que a evolução da inteligência artificial está ligada ao desenvolvimento de veículos autônomos. Dessa forma, busca-se introduzir o tema, apontando o desenvolvimento dessa tecnologia no contexto da Quarta Revolução Industrial, traçando um histórico e suas aplicações recentes, para, então, compreender o estado da arte da regulação da IA no Brasil e em outros países.

No segundo capítulo o foco será examinar a tecnologia dos veículos autônomos, tendo em vista a importância de, antes de adentrar ao tema da regulação, examinar o desenvolvimento e as peculiaridades dessa tecnologia emergente. Assim, de início, busca-se traçar um breve histórico da evolução tecnológica dos veículos autônomos, para, na sequência, analisar o estado da arte da indústria de veículos autônomos, que culminou em uma “corrida da automação” no mundo. Em seguida, examina-se os diversos níveis de autonomia dos veículos autônomos de acordo com as principais classificações existentes. Para concluir, o objetivo desse capítulo será examinar os conceitos e terminologias utilizados para distinguir os automóveis que possuem sistemas de condução autônoma.

O terceiro e último capítulo busca fornecer subsídios para que o Poder Legislativo enfrente a matéria dos veículos autônomos, por meio de uma legislação apropriada e eficaz. Inicialmente, busca-se compreender o estado da arte da regulação de veículos autônomos no país, cujas proposições até o presente momento não foram suficientes para resolver a lacuna jurídica existente. A ausência de diretrizes específicas sobre veículos autônomos, aliado a outros aspectos, fez com que o país fosse considerado um país pouco receptivo para a implementação de veículos autônomos, tema que será abordado na sequência. Ato contínuo, aponta-se os benefícios e os desafios relacionados à essa tecnologia, indagando-se sobre os motivos que tornam necessária a regulação. Em seguida, adentrando no tema propriamente da regulação, o escopo será analisar o caminho adequado para a regulação, apontando-se para a necessidade da criação de um ambiente de *sandbox* regulatório. Para arrematar, destaca-se alguns aspectos legislativos que devem ser enfrentados pelo Poder Público nessa jornada rumo à automação.

Ao final, esse trabalho visa apresentar as considerações finais, destacando os pontos principais abordados em cada um dos capítulos desse trabalho, que visa contribuir cientificamente para a regulação dos veículos autônomos no país, diante do avanço tecnológico na área e da perspectiva da inserção dos veículos autônomos no Brasil. Seguindo a tendência internacional, é fundamental a criação de um ambiente favorável ao desenvolvimento tecnológico, viabilizando a realização de pesquisas e experimentos com veículos autônomos.

O trabalho partiu da hipótese de que serão necessárias reformulações jurídicas profundas para que o direito brasileiro possa responder aos desafios jurídicos

ocasionados pela introdução de veículos autônomos no país. Essa hipótese foi parcialmente confirmada, visto que, apesar de se reconhecer a necessidade de transformações jurídicas, isso deve ocorrer em etapas ou momentos regulatórios, a fim de que se possa criar um ambiente propício ao desenvolvimento tecnológico, viabilizando a realização de testes e experimentos no território nacional, antes de essa tecnologia expandida para o mercado consumidor.

Trata-se de uma pesquisa exploratória, na qual foram empregadas as abordagens de pesquisa documental e bibliográfica.¹ Para o desenvolvimento da pesquisa, esse trabalho buscou alicerce nas legislações estrangeiras, que já desenvolveram proposições interessantes sobre a regulação dos veículos autônomos e encontram-se em um cenário avançado do desenvolvimento dessa indústria emergente. Ressalva-se, contudo, que não se trata de um estudo de Direito Comparado, tendo em vista que as legislações foram analisadas apenas a título de exemplificação, sem uma análise aprofundada sobre a conjuntura local estrangeira.

Outrossim, essa pesquisa debruçou-se sobre a doutrina brasileira e estrangeira, para compreender as discussões regulatórias sobre as tecnologias emergentes no contexto da Quarta Revolução Industrial, em especial no que tange à IA e aos veículos autônomos. A bibliografia teve como base, ainda, o exame de iniciativas públicas brasileiras relacionados à IA, veículos autônomos e no desenvolvimento tecnológico do setor automotivo brasileiro.

A pesquisa está vinculada à Área de Concentração de Direito do Estado do Programa de Pós-Graduação em Direito (PPGD) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), e tem como marco teórico a Rede de Pesquisa em Direito Administrativo Social (REDAS), que tem como pressuposto a preocupação científica com diversos temas relacionadas à implementação do Estado Social, a efetividade dos direitos sociais por meio da Administração Pública, bem como a elaboração, implementação e avaliação de políticas públicas promotoras de direitos fundamentais. Dessa forma, a proposição desse trabalho tem como pilar a busca de uma regulação que estimule a inovação no país, sem olvidar da proteção dos direitos fundamentais dos indivíduos e da segurança pública.

¹ GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008, p. 50-51.

INTRODUÇÃO

O automóvel se destaca como uma das invenções mais impactantes da humanidade, provocando uma revolução em diversos aspectos da vida social, como o transporte pessoal, a infraestrutura das cidades, o planejamento urbano e até mesmo as guerras.² Desde sua invenção em agosto de 1886 pelo engenheiro Karls Benz e seus colegas Gottlieb Daimler e Wilhelm Maybach, o veículo vem passando por diversas mudanças e se adaptando às necessidades do consumidor.³ Ao longo do último século, a introdução massiva dos automóveis alterou drasticamente a paisagem urbana, com grandes quantidades de carros invadindo as ruas e avenidas das cidades, trazendo desafios concretos para o planejamento urbano.⁴

A utilização de veículos tem revelado um alto custo social. Os inúmeros acidentes viários registrados todos os anos ilustram o impacto social dos automóveis na sociedade, frequentemente resultando em perdas familiares ou sequelas graves. Além disso, o aumento exponencial do número de automóveis também gera impactos significativos para a mobilidade urbana, por conta das dificuldades de locomoção nas grandes cidades, e agrava os danos ambientais pela emissão de poluentes na atmosfera, uma das principais contribuintes para o fenômeno do aquecimento global.

Diante desse cenário, a indústria automotiva enfrenta, no século XXI, uma grande revolução impulsionada pelas soluções alternativas de mobilidade, demandadas a partir de alternativas mais sustentáveis e tecnológicas. Hodiernamente, o mundo vive um cenário de preocupação constante com causas ambientais, em especial no que diz respeito aos efeitos da poluição atmosférica, que foi impulsionada nas últimas décadas com a utilização massiva de automóveis nas cidades, ocasionando o aumento da emissão dos gases de efeito estufa. A consequência disso são mudanças climáticas, redução das reservas de água potável,

² BRODSKY, Jessica. Autonomous Vehicle Regulation: How an Uncertain Legal Landscape May Hit Thre Brakes on Sel-Driving Cars. **Berkeley Technology Law Journal**, v. 31, n.2, p. 851-787, 2016, p. 851-852.

³ PIRANI, Mateus Catalani; OLIVEIRA, Matheus Pinto de. A reforma do Código de Trânsito Brasileiro e a chegada de veículos autônomos: a previsão do "condutor virtual". **Leopoldianum**, v. 47, n. 131, p. 111-129, 2021, p. 114.

⁴ CORRÊA, Eduardo. **Análise dos impactos dos veículos autônomos em ambientes urbanos: o caso de Florianópolis**. 2019. 89 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Projeto Urbano) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2019, p. 1.

aumento do nível do mar, redução na produção de alimentos e problemas de saúde, como doenças cardíacas, respiratórias e câncer.⁵

Particularmente, o Brasil tem sido palco de mudanças climáticas severas, representadas por períodos de estiagem, ciclones, inundações e desastres ambientais, fenômenos que vêm crescendo nos últimos anos. O ano de 2023 foi apontado como o mais quente do planeta, o que pode ser explicado pelas mudanças climáticas e pelo fenômeno natural do El Niño. A temperatura média foi cerca de 1,48°C acima da média de longo prazo, com registros de recordes de temperatura em diversos estados.⁶ Também preocupam os registros de inundações e enchentes em diversas regiões do país, tendo como exemplo emblemático a tragédia recente que ocorreu no Rio Grande do Sul, cujos prejuízos, apenas no setor agropecuário, ultrapassam a cifra de 2,5 bilhão de reais, e esse valor representa apenas uma estimativa parcial, visto que muitos municípios ainda não conseguiram contabilizar suas perdas.⁷

Da mesma forma, a mobilidade urbana tem sido identificada como um dos principais problemas da sociedade contemporânea. Como resultado do aumento exponencial da população e da frota de veículos, o sistema de trânsito tem visto seus problemas aumentarem. Isso é bem representado pelos congestionamentos de quilômetros nas capitais e suas regiões metropolitanas. A situação é agravada pela alta concentração da população brasileira em áreas urbanas: aproximadamente 45% da população total vive nas regiões metropolitanas, correspondente a mais de 80 milhões de pessoas. Nessas regiões metropolitanas, existe uma evidente dependência do automóvel que é tido como o principal meio de locomoção.⁸

A tendência não é de melhora no cenário, mas de piora. Diversos fatores explicam isso, como por exemplo a constituição física do ambiente de trânsito formado no país nas últimas décadas, que assiste uma expansão descontrolada das cidades,

⁵ LIMA, Leandro José Barbosa; HAMZAGIC, Miroslava. Estratégias para a transição energética: revisão de literatura. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, São Paulo, p. 96-120, 2022.

⁶ POYTING, Mark; RIVAULT, Erwan. 2023 é confirmado como ano mais quente já registrado: 2024 pode bater esse recorde? **BBC News**, 09 jan. 2024. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/ced7pl4l74vo> Acesso em: 06 mai. 2024.

⁷ G1. **Prejuízos na agropecuária causados pelas chuvas no RS ultrapassam R\$ 2,5 bilhões**. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2024/05/17/prejuizos-na-agropecuaria-causados-pelas-chuvas-no-rs-ja-passam-de-r-2-bilhoes.ghtml> Acesso em: 20 mai. 2024.

⁸ CÔRREA, Eduardo. *Op. Cit.*, p. 2.

criando um espaço de longas distâncias, causando uma dependência do automóvel. O fator político também é significativo, visto que a elite brasileira optou pelo modelo da motorização privada, haja vista a existência de interesses econômicos e políticos difíceis de lidar. Ademais, a disponibilidade e lucratividade do petróleo, especialmente a partir das descobertas do pré-sal, servem como um desestímulo à transição energética. De acordo com Eduardo Alcântara de Vasconcellos, não existe hoje no Brasil uma força política capaz de adotar mudanças profundas no modelo de mobilidade urbana.⁹

Congestionamentos, poluição, acidentes de trânsito, portanto, são alguns dos exemplos dos impactos nocivos que os automóveis representam na sociedade moderna. Esses desafios impõe a necessidade de reavaliação do automóvel, cuja tendência aponta para uma transição energética, utilizando alternativas de transporte sustentáveis, como veículos elétricos e compartilhamento de carros, a fim de mitigar os efeitos negativos dos automóveis na sociedade e no meio ambiente. Esses objetivos integram a Agenda 2030 da ONU, que estabelece os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), destacando a importância de buscas estratégias para minimizar os efeitos das mudanças climáticas e assegurar um ambiente econômico sustentável.¹⁰

Em meio a um cenário de revolução tecnológica, a sociedade se depara com uma tecnologia disruptiva, que promete revolucionar diversos aspectos relacionados a integração do ser humano com os meios de locomoção, por meio de benefícios concretos para a segurança no trânsito, mobilidade urbana e para o meio ambiente: os veículos autônomos. De acordo com Jessica Brodsky, os veículos autônomos são capazes de navegar com poucas ou a ausência de intervenção humana e podem ser a solução para muitos problemas causados pelos automóveis tradicionais, proporcionando diversos benefícios à sociedade.¹¹

⁹ VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Políticas de transporte no brasil**: a construção da mobilidade excludente. Barueri, SP: Manole, 2013, p.269-270.

¹⁰ SCHIER, Adriana da Costa Ricardo; ANDRADE, Giulia de Rossi. O papel da Administração Pública no fomento à inovação tecnológica: a lei de incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica do Município de Curitiba. *In*. SCHIER, Adriana Costa Ricardo; GUIMARÃES, Edgar; VALLE, Vivian Cristina Lima López. (org.) **Passando a limpo a gestão pública**: arte, coragem, loucura [recurso eletrônico]. Instituto Paranaense de Direito Administrativo. 1. Ed. Curitiba: NCA Comunicação e Editora, p. 12-35, 2020, p. 13.

¹¹ BRODSKY, Jessica. *Op. Cit.*, p. 852.

A ideia de veículos tripulando sem motorista não é nova e tem sido explorada há décadas em filmes e na literatura. Não é de hoje que o Batman circula pelas ruas com seu batmóvel, guiando-se autonomamente pela cidade de Gotham, enquanto o Herbie, um fusca simpático não apenas tem capacidade de condução autônoma, como também possui vida própria e até mesmo desejos.¹² No universo mágico de Hogwarts, na saga Harry Potter, também há um exemplo de veículos que possui vida própria: um Ford Anglia voador que foi utilizado pelos personagens para chegar à escola de magia.¹³

O que até então parecia ser possível somente graças à magia ou uma criação futurística no mundo da ficção científica começa a virar realidade. As empresas de tecnologias vêm trabalhando e investindo recursos significativos para possibilitar a criação de veículos com tecnologias avançadas que podem guiar o veículo sem a presença de um condutor no volante. Diversos países no globo, inclusive o Brasil, já possuem exemplos de veículos circulando pelas ruas e a tendência é que esse número aumente progressivamente, na medida em que os experimentos vão evoluindo e demonstrando sua viabilidade em diversas áreas.

Os investimentos têm permitido a criação de diversos protótipos que dispensam total ou parcialmente a presença de um condutor humano no veículo, que estão sendo utilizados para diversas funcionalidades, como entregas de produtos e alimentos, serviços de taxis autônomos, entre outros. Todavia, nessa jornada rumo a automação, há desafios significativos a serem superados, relacionados à segurança dos veículos, a integração desses veículos no trânsito, a segurança de dados, a aceitação pública, entre outros.

O interesse na automação veicular vem crescendo nos últimos anos, tendo em vista a expectativa de que essa inovação possa amenizar diversos problemas causados pelos veículos convencionais, embora não se descarte a possibilidade de que essa tecnologia também possa criar e agravar problemas sociais. Emblemático é o exemplo do carro autônomo Nuro, em Houston, nos Estados Unidos, que é utilizado pela empresa Dominos's para a entrega de pizzas na região, de maneira totalmente

¹² MEDON, Felipe. Inteligência Artificial e Responsabilidade Civil: autonomia, riscos e solidariedade. São Paulo: Editora JusPodvm, 2022, p. 164.

¹³ HARRY POTTER WIKI. **Ford Anglia Voador**. Disponível em: https://harrypotter.fandom.com/pt-br/wiki/Ford_Anglia_voador Acesso em: 06 mai. 2024.

autônoma. Segundo a empresa, essa iniciativa deve auxiliar a rede a atenderem à demanda durante horários de pico, quando costumam faltar motoristas. Outras empresas, como a Pizza Hut, vêm buscando acompanhar a concorrente para realizar entregas autônomas.¹⁴

Com efeito, os veículos autônomos podem gerar um trânsito mais eficiente, por meio da redução da quantidade e gravidade dos acidentes, propiciando uma locomoção mais rápida e segura. Espera-se, ainda, que essa tecnologia possa acarretar melhorias substanciais na mobilidade urbana, por meio da redução de veículos nas ruas, menos congestionamentos, maior acessibilidade e a redução da emissão de gases poluentes na atmosfera. O objetivo das grandes empresas que se dedicam ao desenvolvimento de veículos autônomos é um futuro mais seguro, conectado e sem congestionamentos.¹⁵

Apesar de distantes do cotidiano brasileiro, essa tecnologia disruptiva já é tema de destaque em grupos de pesquisa no Brasil. Em parceria com o MIT – *Massachusetts Institute of Technology*, pesquisadores da USP simularam como a Avenida Paulista, mais conhecida via de São Paulo, se comportaria com faixas dedicadas a veículos totalmente autônomos. O resultado demonstra que, apenas com essa medida, o tempo de deslocamento para ir de uma ponta a outra da avenida poderia ser reduzido em 50%.¹⁶

Impulsionada pelos seus diversos benefícios, as pesquisas em veículos autônomos permitiram a criação de diversas tecnologias assistivas que já vem sendo utilizados no mercado automotivo, como controle de velocidade, auxílio de estacionamento, controle de estabilidade, entre outras. Recentemente, com o progresso nos estudos na área da inteligência artificial (IA), as pesquisas se intensificaram, possibilitando o surgimento de automóveis que dispensam parcial ou totalmente a presença de um condutor humano no veículo.¹⁷

¹⁴ AGRELA, Lucas. Domino's testa entrega de pizzas com carro autônomo. **Exame**, 18 jun. 2019. Disponível em: <https://exame.com/tecnologia/dominos-testa-entrega-de-pizzas-com-carro-autonomo/> Acesso em: 08 mai. 2024

¹⁵ PIRANI, Mateus Catalani; OLIVEIRA, Matheus Pinto de. *Op. Cit.*, p. 115.

¹⁶ SCARABOTTO, Natália. E se carros autônomos rodassem na avenida Paulista? Simulador mostra impacto da tecnologia. **Automotive Business**, 20 jul. 2021. Disponível em: <https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/mobility-now/e-se-carros-autonomos-rodassem-na-avenida-paulista-simulador-mostra-impacto-da-tecnologia/> Acesso em: 09 mai. 2024.

¹⁷ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. **Veículos autônomos inteligentes e a responsabilidade civil nos acidentes de trânsito no Brasil**. Desafios regulatórios e propostas de solução e regulação. Brasília: ESPMU, Série Pesquisas ESPMU, v.2, 2020, p. 10.

Esses automóveis se encaixam perfeitamente ao conceito de *smart city* (cidade inteligente), que estão cada vez mais conectadas por meio das tecnologias, visando eliminar ou reduzir os impactos negativos ao ser humano. O conceito de cidade inteligente ganha popularidade na sociedade tecnológica e pressupõe soluções para problemas urbanos por meio das novas tecnologias. O projeto de *smart cities* é caracterizado, portanto, como um esforço na utilização de tecnologias para transformar cidades, melhorando a qualidade de vida e a prestação de serviços públicos.¹⁸

Mas a transição dos carros movidos pelo homem para carros autônomos não deve ser encarada como um desafio simples. Sua inserção na sociedade requer investimento massivos na infraestrutura viária, para permitir a condução desses veículos em segurança, além da aceitação pública, tema que ganhou destaque após a ocorrência de diversos acidentes de trânsito envolvendo veículos com direção autônoma no exterior. Embora aponte-se que os veículos autônomos devem ser mais seguros do que veículos convencionais, esses incidentes afetaram a reputação dessa inovação nos últimos anos e colocam em xeque a sua disponibilização em escala comercial.

Outro aspecto crucial na integração de veículos autônomos é a sua devida regulamentação – objeto do presente trabalho. Em razão do acelerado avanço tecnológico observado nas últimas décadas, a comunidade jurídica discute sobre o descompasso do Direito e a necessidade de uma regulação que ofereça respostas para a introdução dessas tecnologias na sociedade. Nesse sentido, alguns países já desenvolveram legislações avançadas sobre os veículos autônomos, como Singapura, Holanda, Austrália, Estados Unidos, Alemanha, China, Reino Unido, entre outros. O Brasil, por sua vez, ainda não legislou sobre o assunto, sendo considerado um dos países menos receptivos para essa tecnologia no mundo, como se verá a seguir.

Com efeito, a Constituição brasileira estabelece que é dever do Estado promover e incentivar “o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação

¹⁸ PRZEYBILOVICZ, Erico; CUNHA, Maria Alexandra; MEIRELLES, Fernando de Souza. O uso da tecnologia da informação e telecomunicação para caracterizar os municípios: quem são e o que precisam para desenvolver ações de governo eletrônico e *smart city*. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 52, n. 4, p. 630- 659, jul-ago. 2018, p. 630-634.

científica e tecnológica e a inovação” (art. 218). Além do mais, a República Federativa do Brasil tem como objetivo fundamental garantir o desenvolvimento nacional (art. 3º, inciso II). Assim, constata-se que a Constituição Federal demanda uma atuação do Estado para fomentar o desenvolvimento científico e a inovação no país.

A Constituição é a essência do ordenamento jurídico. Conforme bem ilustra Eneida Desiree Salgado, a Constituição é um produto da manifestação pura do poder político e da soberania popular, de modo que suas disposições não regulam apenas o comportamento social e a solução de conflitos, mas trazem consigo a expressão das decisões políticas fundamentais que devem ser cumpridas substancialmente.¹⁹ Dessa forma, a noção de constitucionalismo implica que a atuação dos gestores estejam em consonância com os ditames constitucionais, fomentando e incentivando o desenvolvimento tecnológico brasileiro.

O futuro dos veículos autônomos ainda é incerto. Embora alguns países apresentem testes promissores com protótipos para diversas finalidades, não há como saber quando e se essa tecnologia poderá ser disponibilizada ao mercado consumidor. De todo modo, a proliferação dessa inovação tecnológica no mundo torna necessário que o país inicie discussões regulatória, fomentando o progresso da ciência, tecnologia e inovação (art. 218 da Constituição Federal). A dedicação do Estado brasileiro na regulação das novas tecnologias, como a IA e os veículos autônomos, certamente colocarão o país como um destaque internacional entre as potências tecnológicas do Século XXI.²⁰

¹⁹ SALGADO, Eneida Desiree. **Tijolo por tijolo em um desenho (quase) lógico: vinte anos de construção do projeto democrático brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Direito). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005, p.53

²⁰ PINHEIRO, Guilherme Pereira; BORGES, Maria Ruth; DE MELLO, Flávio Luis. Danos envolvendo veículos autônomos e a responsabilidade civil do fornecedor. **Revista Brasileira de Direito Civil**, v. 21, n. 03, p. 247-267, 2019, p. 266.

1. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: POTENCIAL, DESAFIOS E REGULAÇÃO

No mês de março de 2018, um trágico acidente ocorreu na cidade de Tempe, Arizona, nos Estados Unidos, quando um veículo autônomo da empresa Uber atropelou e matou Elaine Herzberg, de 49 anos. Isso ocorreu devido a uma série de falhas de *software* do veículo, decorrente da incapacidade de reconhecer pessoas que atravessam fora dos lugares indicados, já que o sistema do veículo não calculou que poderia colidir com a pedestre antes do impacto, iniciando com atraso de frenagem de um segundo para que o veículo pudesse calcular um caminho alternativo ou deixar o motorista de segurança assumir o controle. O carro detectou a pedestre alguns segundos antes do impacto, mas não identificou como um ser humano na estrada.²¹

Esse caso teve grande repercussão nos Estados Unidos, sendo divulgado nos principais meios de notícia do país e gerou grande controvérsia no meio jurídico.²² A Uber estava conduzindo um programa de testes com veículos autônomos no Arizona, utilizando como medida de segurança a presença de um motorista reserva, que poderia eventualmente assumir o volante em casos emergenciais. No entanto, esse sistema falhou, visto que a polícia identificou que a motorista estava assistindo o programa de televisão *The Voice* no momento do incidente. Essa distração motivou a acusação da motorista de emergência de homicídio culposo, levantando questões acerca da responsabilidade (civil e penal) em operações com veículos autônomos.²³

O acidente supracitado – que não se trata de um caso isolado – chama a atenção para o fato de que sistemas dotados de inteligência artificial (IA) estão cada vez mais presentes na sociedade.²⁴ É válida a reflexão de que, caso o acidente acima

²¹ OLHAR DIGITAL. **Uber autônomo que matou pedestre apresentou falhas graves no sistema.** Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2019/11/06/carros-e-tecnologia/uber-autonomo-que-matou-pedestre-apresentou-falhas-graves-no-sistema/> Acesso em: 17 dez. 2023.

²² NEW YORK TIMES. **Self-Driving Uber Car Kills Pedestrian in Arizona, Where Robots Roam.** Disponível em: <https://www.nytimes.com/2018/03/19/technology/uber-driverless-fatality.html>. Acesso em: 23 nov. 2023.

²³ No caso, o julgamento resultou em seis meses de condicional à motorista do carro, já que as investigações concluíram que a motorista se distraiu por estar assistindo um episódio de reality show e não percebeu a ciclista na direção do carro. A Uber, por outro lado, foi inocentada. Apesar disso, a companhia foi advertida pelas medidas de segurança adotadas e também foi proibida de prosseguir com os testes naquele estado (QUATRO RODAS. **Primeira morte por um carro autônomo é culpa de humano, conclui Justiça.** Disponível em: <https://quatorrodas.abril.com.br/noticias/primeira-morte-por-um-carro-autonomo-e-culpa-de-humano-conclui-justica> Acesso em: 23 jan. 2024).

²⁴ Em maio de 2016, outro acidente ocorreu nos Estados Unidos, após um veículo autônomo Tesla Model S bater em um caminhão que cruzava a rodovia. A empresa informou que as luzes refletidas pelo caminhão confundiram as câmeras e sensores do carro (CASTRO, Carol. Carro semiautônomo

relatado tivesse ocorrido com uma pessoa humana na direção, esse fato poderia gerar uma série de repercussões jurídicas, como a responsabilização pela reparação dos danos civis e até mesmo a responsabilização penal do motorista que causou o óbito. Todavia, quando o veículo possui um sistema de direção autônoma, por meio da utilização de IA, a questão ganha complexidade, gerando dúvidas acerca das responsabilidades pelos danos causados, em especial nos veículos que possuem um alto grau de autonomia.

Além dos veículos autônomos, é possível mencionar diversos outros exemplos representativos de como a IA pode impactar a sociedade. Um caso emblemático é o do algoritmo do Google Fotos, que passou a identificar pessoas negras como gorilas, demonstrando um evidente viés racista.²⁵ Outro exemplo marcante é o do robô Tay da Microsoft, que, em algumas horas no aplicativo Twitter, passou a emitir declarações racistas, antissemitas, sexistas e conspiratórias,²⁶ as quais poderiam ser qualificadas penalmente como injúrias raciais, crimes de incitação ao ódio e discriminação racial.²⁷

No Brasil, um caso que repercutiu na mídia foi o do Chat Bot Bia, assistente virtual do Bradesco, que recebeu inúmeras mensagens ofensivas de assédio e preconceito de gênero. Apesar de não existir fisicamente, existe um levantamento que aponta que BIA recebeu, apenas em 2020, 95 mil mensagens com ofensa e até assédio sexual. Em resposta a esse ocorrido, o banco realizou uma campanha publicitária contra o assédio, sendo reconhecida em estudo da UNESCO pelo movimento no combate ao assédio de gênero.²⁸ Além da Bia, há outros exemplos de

da Uber atropela e mata mulher no Arizona. **Super Interessante**, 19 mar. 2018. Disponível em: <https://super.abril.com.br/tecnologia/carro-semiautonomo-da-uber-atropela-e-mata-mulher-no-arizona>. Acesso em: 23 nov. 2023.

²⁵ SALAS, Javier. Google conserta seu algoritmo “racista” apagando os gorilas. **El País**, 16 jan. 2018. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2018/01/14/tecnologia/1515955554_803955.html Acesso em: 14 jan. 2024.

²⁶ O robo Tay chegou a endossar teorias conspiratórias sobre os atentados de 11 de setembro, além de negar o holocausto, e chamar uma mulher de “puta estúpida”. (CANO, Rosa Jiménez. O robô racista, sexista e xenófobo da Microsoft acaba silenciado. **El País**, 25 mar. 2016. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2016/03/24/tecnologia/1458855274_096966.html Acesso em: 23 dez. 2023).

²⁷ TEFFÉ, Chiara Spadaccini de; MEDON, Filipe. Responsabilidade civil e regulação de novas tecnologias: questões acerca da utilização de inteligência artificial na tomada de decisões empresariais. **Revista Estudos Institucionais**, v. 6, n. 1, p. 301-333, jan./abr. 2020, p. 310.

²⁸ Após a repercussão, o Banco Bradesco mudou as respostas da BIA, para que ela reaja de forma justa e firma contra o assédio. BANCO BRADESCO. **Novas respostas da BIA contra o assédio**. Disponível em: <https://banco.bradesco/aliadosbia/> Acesso em: 01 jan. 2023.

sistemas que receberam mensagens ofensivas, como a assistente virtual da Magazine Luiza (Lu), que também precisou ser programada para responder ao machismo e ao assédio.²⁹

Com efeito, a IA está presente nas mais diversas esferas sociais, tendo se popularizado nos últimos anos devido a sua ampliação de sua utilização em diversos ambientes. Nesse cenário, situações peculiares envolvendo carros autônomos, assistentes virtuais, chatbots, entre outros sistemas dotados de IA tendem a se multiplicar na sociedade. O avanço tecnológico vem acompanhado de uma série de desafios e mudanças profundas na sociedade, fenômeno este que tem sido denominado por Quarta Revolução Industrial.

Essa realidade dinâmica impõe ao Estado o papel de criar uma nova racionalidade jurídica para a regulação das inovações tecnológicas, aperfeiçoando o ambiente jurídico e oferecendo segurança para as situações que serão apresentadas a partir da implementação dessas tecnologias na sociedade.³⁰ Porém, não é uma tarefa simples, pois exige dos operadores do Direito conhecimentos interdisciplinares e assiduidade para criar normativas que não se tornem obsoletas com a evolução tecnológica constante. O Estado regulador tem um papel de suma importância no contexto de inovações tecnológicas disruptivas na Quarta Revolução Industrial, a fim de promover um equilíbrio entre o desenvolvimento dessas tecnologias e a proteção dos direitos individuais e coletivos.

Com o objetivo de responder aos avanços tecnológicos da IA, hoje os sistemas jurídicos do mundo todo são convocados a enfrentar uma nova questão comum, que quebra barreiras e limites nacionais, qual seja, a regulação jurídica dessa tecnologia.³¹ Como se pode notar, é imprescindível e urgente que a implementação da IA venha acompanhada de uma regulação consistente, uma vez que a utilização de sistemas dotados de autonomia vem crescendo de forma expansiva nos últimos

²⁹ EXAME. **Bia, Lu e Alexa: assistentes virtuais de diferentes marcas são assediadas**. Disponível em: <https://exame.com/casual/bia-lu-e-alexa-assistentes-virtuais-de-diferentes-marcas-sao-assediadas/> Acesso em: 23 jan. 2024.

³⁰ VALLE, Vivian Cristina Lima López; GALLO, William Ivan. Inteligência artificial e capacidades regulatórias do Estado no ambiente da administração pública digital. **A&C – Revista de Direito Administrativo & Constitucional**, Belo Horizonte, ano 20, n. 82, p. 67-86, out/dez. 2020, p. 69.

³¹ FREITAS, Juarez; FREITAS, Thomas Bellini. **Direito e inteligência artificial: em defesa do humano**. Belo Horizonte: Fórum, 2020, p. 121.

anos, tanto no âmbito privado quanto na esfera pública. Sem dúvida, a introdução de veículos autônomos no mercado será um grande desafio regulatório aos países.

A despeito dos exemplos citados acima, que demonstram aspectos negativos relacionados a essa tecnologia, é necessário destacar que a IA já apresenta uma série de avanços significativos que podem contribuir para o desenvolvimento social. Exemplo disso é a plataforma ChatGPT, que possui inúmeras funcionalidades, cujo funcionamento decorre de técnicas avançadas que permitem aos usuários acesso a diversos serviços.³² O sistema ganhou popularidade nos últimos meses de 2023, em razão da ampla funcionalidade para diversos serviços, incluindo pesquisas acadêmicas, tradução e revisão de textos, escrita de conteúdo e até mesmo assistência em programação.³³

O programa foi idealizado pelo grupo da Califórnia OpenAI, cujo fundador é o empresário bilionário Elon Musk, e consiste em uma aplicação que utiliza *machine learning*, por meio da aplicação da técnica de Processamento de Linguagem Natural (PLN), que permite a geração de diálogos virtuais, mediante ao emprego de um grande acervo de dados disponíveis na rede mundial de computadores. O sistema interage com os usuários de maneira semelhante ao ser humano, por meio de conversas, resolução de questões e produção de textos de várias naturezas.³⁴

Com o advento de uma ferramenta tão poderosa e útil, a IA ganhou os holofotes do mundo, alcançando mais de 100 milhões de usuários em apenas dois meses. No ano de 2023, foram apresentadas outras plataformas concorrentes, como

³² OPENAI. **GPT-3.5**. Modelo de linguagem desenvolvido pela Open AI. Disponível em: <https://chat.openai.com/> Acesso em: 06 jan. 2024.

³³ Ao questionar o sistema sobre suas funcionalidades, eis a resposta obtida: “Eu sou o modelo de linguagem GPT-3.5, desenvolvido pela OpenAI. Minhas principais funcionalidades incluem: Resposta a Perguntas: Posso responder a uma ampla variedade de perguntas sobre diversos tópicos, com base no conhecimento disponível até minha última atualização em janeiro de 2022; Geração de Texto: Sou capaz de gerar texto coerente e contextualmente relevante em resposta a prompts ou instruções fornecidas; Tradução de Idiomas: Posso auxiliar na tradução de textos entre diferentes idiomas; Escrita de Conteúdo: Ajudo na criação de conteúdo, como redação de artigos, criação de histórias, entre outros; Assistência em Programação: Posso oferecer ajuda em questões de programação, fornecendo código de exemplo e explicações; Tutoria e Aprendizado: Ofereço suporte em conceitos educacionais, explicando tópicos complexos de maneira acessível; Conversação: Posso manter conversas interativas em uma variedade de temas; Sumarização de Texto: Sou capaz de resumir informações extensas em formatos mais concisos; Revisão de Texto: Posso ajudar na revisão gramatical e na melhoria da redação de textos. (*Ibidem*).

³⁴ CONSALTER, Zilda Mara. O *Conditional Hierarchical Attention Transformer* (ChatGPT) e sua implementação pela comunidade jurídica: viável ou ameaça. In. EHRHARDT JÚNIOR, Marcos; CATALAN, Marcos; nunes, Cláudia Ribeiro Pereira. **Inteligência artificial e relações privadas: possibilidades e desafios**. Belo Horizonte: Fórum, 2023, v. 1, p. 425-444, p. 429-431.

Bard, da Google, Llama, da Meta, e Claude, da Anthropic. Sem embargo à sua repercussão positiva, há uma preocupação constante do setor de tecnologia com o progresso acelerado das aplicações algorítmicas, em especial a partir do advento do ChatGPT. Isso motivou à apresentação da carta aberta intitulada “*Pause Giant AI Experiments: na Open Letter*”, que pediu uma pausa nos experimentos de inteligência artificial, permitindo que especialistas desenvolvam protocolos de segurança e governança.³⁵

Compreender a IA e sua evolução ao longo do tempo e sua necessário regulação é o objeto dessa seção. Embora a temática do presente estudo sejam os veículos autônomos, o recorte temático é necessário para compreender a sua aplicação tecnológica nos veículos autônomos, tendo em vista que a evolução da IA está intrinsicamente ligada ao desenvolvimento de veículos autônomos. Nesse aspecto, o presente capítulo tem por escopo introduzir o tema, apontando o desenvolvimento dessa tecnologia no contexto da Quarta Revolução Industrial; em seguida, busca traçar um breve histórico da IA e suas aplicações; por fim, o objetivo será apresentar o estado da arte da regulação da IA no Brasil e no mundo.

1.1. O DESENVOLVIMENTO DA IA NO CONTEXTO DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A sociedade contemporânea é marcada por intensas novidades tecnológicas nas últimas décadas. As Tecnologias de Informação e Comunicação – TICS (computadores, celulares e sobretudo a internet) trouxeram mudanças significativas nas formas de organização da sociedade, impactando diretamente cada espaço social.³⁶ Recentemente, esse ambiente foi incrementado por novas tecnologias, como a inteligência artificial, robótica, internet das coisas, veículos autônomos, biotecnologia, armazenamento de energia, entre outras temáticas do mundo digital.³⁷

³⁵ SANTOS, Fábio de Sousa; SOUZA, Pablo Ademir de; ESTECHE FILHO, Victor Guilherme. Governança tecnológica e auditabilidade do alinhamento ético-valorativo (alignment) das inteligências artificiais generativas. **Suprema**: revista de estudos constitucionais, Brasília, v. 3, n. 2, p. 113-143, jul./dez. 2023. DOI: <https://doi.org/10.53798/suprema.2023.v3.n2.a225>, p. 118.

³⁶ REYNA, Justo; GABARDO, Emerson; SANTOS, Fábio de Sousa. Electronic Government, Digital Invisibility and Fundamental Social Rights. **Sequência (Florianópolis)**, n. 85, p. 30-50, ago. 2020.

³⁷ BITENCOURT, Caroline Müller; GABARDO, Emerson. Governo eletrônico, serviços públicos digitais e participação popular: um caminho democrático a ser percorrido pela administração pública brasileira. **Interesse Público – IP**, Belo Horizonte, ano 23, n. 129, p. 41-73, set/out. 2021, p. 43-44.

Nesse contexto, se tornou consenso que a sociedade atual está passando por uma Quarta Revolução Industrial, a qual surge na virada do século, trazendo inovações tão ou mais importantes que as tecnologias trazidas nas primeiras revoluções industriais. Essas primeiras revoluções trouxeram tecnologias como a substituição de ferramentas manuais por máquinas (primeira revolução), o desenvolvimento da eletricidade, do motor a combustão e de produtos químicos (segunda revolução) e a informática e as telecomunicações (terceira revolução).³⁸ Agora, a sociedade se depara com tecnologias disruptivas que tem o potencial de revolucionar diversos aspectos sociais.

Um dos pioneiros na utilização desse conceito foi o alemão Klaus Schwab, que destaca em sua obra “A Quarta Revolução Industrial” que a sociedade se encontra diante de uma quarta fase da Revolução Industrial, a qual se desenvolveu na virada do século e baseia-se na revolução digital. Trata-se de um momento histórico que alterará profundamente a maneira de viver, de trabalhar e até mesmo de se relacionar, e que será diferente de tudo aquilo que já foi experimentado pela humanidade.³⁹ Essa revolução se identifica a partir de uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores e mais poderosos que se tornaram mais baratos e, sobretudo, pela inteligência artificial e aprendizado de máquina, e será diferente de tudo o que a humanidade já experimentou.⁴⁰

O potencial transformador das tecnologias advindas das Terceira e Quarta Revoluções Industriais são notórios. Hoje, o funcionamento da sociedade como um todo, desde a vida doméstica, até o funcionamento das entidades governamentais, foi aprimorado pelas inovações tecnológicas que surgiram nas últimas décadas, em especial na indústria das telecomunicações, da informática e da robótica e, mais recentemente, pelos sistemas de inteligência artificial.

A vida em sociedade passou a ser articulada por tecnologias, as quais permitem que pessoas estejam conectadas o tempo todo, proporcionando a realização de diversas tarefas de maneira totalmente virtual, como trocar documentos e informações, realizar compras e movimentações financeiras e até mesmo participar

³⁸ CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. Tradução de Roneide Venâncio Majer. 6. Ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

³⁹ SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. Trad. Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016, p. 15.

⁴⁰ SCHWAB, Klaus. *Op. Cit.*, p. 20.

de eventos, por meio de plataformas de videoconferência.⁴¹ Segundo Manuel Castells, o impacto das tecnologias na sociedade pode ser comparado à invenção do alfabeto na Grécia Antiga, haja vista a integração de vários modos de comunicação em uma rede interativa.⁴²

O período da pandemia do Covid-19 serviu para abreviar esse processo de transformação, impondo novos comportamentos na sociedade civil em razão das medidas adotadas nesse período, que impulsionaram a utilização de tecnologias digitais em diversos aspectos da vida cotidiana. Isso pode ser notado de maneira especial no âmbito da Administração Pública, que passou por um processo de transformação rumo a um Governo Digital.⁴³ A concepção de um Governo Digital tem como potencial a concretização de direitos sociais, representando um modelo disruptivo de governo que possa zelar pela prestação de um serviço público adequado aos usuários.⁴⁴

Carla Figueiredo e Flávio Cabral destacam que as Tecnologias de Informação e Comunicação, especialmente a IA, podem influenciar positivamente às práticas estatais, otimizando a transparência das decisões públicas, com observância às boas práticas administrativas e o cumprimento dos direitos fundamentais. De acordo com os autores, as inovações tecnológicas permitem aumentar a eficiência da gestão pública, melhorando a qualidade dos serviços prestados aos cidadãos e garantem um uso mais adequado dos recursos públicos.⁴⁵ No mesmo sentido, José Sérgio da Silva Cristóvam, Lucas Bossoni Saikali e Thanderson Pereira de Souza asseveram a necessidade de pensar as tecnologias como um instrumento de implementação dos

⁴¹ KREUZ, Letícia Regina Camargo; VIANA, Ana Cristina Aguilar. 4ª Revolução Industrial e Governo Digital: Exame de Experiências Implementadas no Brasil. **Revista Eurolatinoamericana de Derecho Administrativo**, Santa Fe, vol. 5, n. 2, p. 267-286, jul./dic., 2018. DOI: 10.14409/redoeda.v5i2.9092, p. 268.

⁴² CASTELLS, Manuel. *Op. Cit.*, p. 414.

⁴³ BITENCOURT, Caroline Muller; GABARDO, Emerson. *Op. Cit.*, p. 42.

⁴⁴ CRISTÓVAM, José Sérgio da Silva; SAIKALI, Lucas Bossoni; SOUSA, Thanderson Pereira de. Governo Digital na Implementação de Serviços Públicos para a Concretização de Direitos Sociais no Brasil. **Sequência: Estudos Jurídicos e Políticos**, n. 84, abr. 2020, Florianópolis, p. 209-242, 2020, p. 211.

⁴⁵ FIGUEIREDO, Carla Regina Bortolaz de; CABRAL, Flávio Garcia. Inteligência artificial: *machine learning* na Administração Pública. **International Journal of Digital Law**, Belo Horizonte, ano 1, n. 1, p. 79-95, jan./abr. 2020, p. 90.

direitos sociais materializados na prestação de serviços públicos, fomentando o caráter social da Constituição.⁴⁶

Sob outro vértice, IA pode ter impacto também na democracia. Segundo Juliana Gonçalves, um exemplo prático dessa inovação que representaria um avanço substancial para a democracia e cidadania no âmbito da Administração Pública seria a criação de uma Central de Jurisprudência Administrativa. Esse central seria alimentada por órgãos e entidades públicas de todo o país, consolidando o entendimento da jurisprudência administrativa brasileira e aplicação para casos semelhantes. Isso resultaria em uma uniformização de entendimentos e o tratamento isonômico aos particulares.⁴⁷

Embora alguns pesquisadores apresentem divergência sobre o fato de que os fenômenos vivenciados caracterizariam uma nova fase da Revolução Industrial, Schwab aponta que nessa revolução há uma fusão das tecnologias entre os domínios físicos, digitais e biológicos e as inovações são difundidas de forma mais ampla e rápida do que nas anteriores. Basta analisar que até a primeira década do século XXI empresas como Airbnb e Uber eram pouco conhecidas, mas hoje são praticamente líderes em seus respectivos mercados. Da mesma forma, cumpre salientar que o iPhone foi lançado em 2007 e apenas uma década depois já existem bilhões desses dispositivos em circulação.⁴⁸ É justamente a rapidez e a fusão entre as tecnologias que torna esse momento diferente.

Sem embargo a esse cenário, nem todas as pessoas podem desfrutar das inovações tecnológicas proporcionadas pelas Revoluções Industriais. Como destaca o autor alemão, cerca de 17% da população mundial, ou seja, quase 1,3 bilhão de pessoas ainda não tem acesso à energia elétrica, inovação difundida na Segunda Revolução Industrial, e mais da metade da população mundial, isto é, 4 bilhões de pessoas, tem dificuldade no acesso à internet, tecnologia que surgiu no contexto da Terceira Revolução Industrial.⁴⁹

⁴⁶ CRISTÓVAM, José Sérgio da Silva; SAIKALI, Lucas Bossoni; SOUSA, Thanderson Pereira de. *Op. Cit.*, p. 217.

⁴⁷ GONÇALVES, Juliana Alice Fernandes. Os impactos para a cidadania da relação entre democracia e inteligência artificial e a contribuição de Donna Haraway. **International Journal of Digital Law**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 89-107, jan./abr. 2022. DOI: 10.47975/IJDL.cristovam.v.3.n.1, p. 96.

⁴⁸ SCHWAB, Klaus. *Op. Cit.*, p. 21-23.

⁴⁹ *Ibidem*. p. 20.

No Brasil, o tema da acessibilidade digital tem ganhando relevância, especialmente nas zonas rurais e regiões mais distantes do Norte e Nordeste, que muitas vezes não dispõem de uma infraestrutura adequada para vivenciar a realidade digital. A exclusão digital permite a segmentação da sociedade de maneira binária, ou seja, que tem e quem não tem acesso às TICs.⁵⁰ Nesse sentido, é urgente a reflexão sobre mecanismos de proteção do desenvolvimento, acerca dessa nova dimensão de desigualdade nos países em desenvolvimento, especialmente sobre como ocorre essa dimensão de exclusão (digital).⁵¹

Assim como a temática da inclusão digital, é evidente que o advento desse período revolucionário está associado a uma série de impactos econômicos, sociais e culturais. Trata-se de um assunto sensível, já que as novas tecnologias podem apresentar uma série de riscos públicos, embora seja consenso que o avanço tecnológico poderá acarretar em muitos ganhos sociais, decorrente da economia de recursos, ganhos de produtividade e facilitando a vida das pessoas nas mais diversas tarefas cotidianas, a exemplo do que vem ocorrendo com o ChatGPT, que vem auxiliando em uma série de profissões, na redação e revisão de textos.

Os debates sobre os impactos das tecnologias da Quarta Revolução Industrial são intensos. No campo da economia, por exemplo, há quem duvide que o advento dessas novas tecnologias poderá impactar positivamente, tendo em vista que todas as contribuições da revolução digital já teriam sido devidamente implementadas na sociedade, vivenciando um esgotamento do impacto tecnológico na produtividade econômica. Sob outro viés, há economistas que entendem que a tecnologia e a inovação poderão gerar um aumento considerável na produtividade, culminando no crescimento econômico. Schwab continua otimista nas benesses do advento dessas tecnologias disruptivas da Quarta Revolução Industrial, as quais, na perspectiva do autor, tem o potencial de resolver os principais problemas para o lento crescimento da economia mundial.⁵²

A inteligência artificial (IA), que pode se conceituada como o conjunto de técnicas destinadas a aproximar a algum aspecto da cognição humana ou animal por

⁵⁰ GABARDO, Emerson; FREITAS, Olga Lúcia Castreghini de; VIANA, Ana Cristina Aguilar. The digital divide in Brazil and the accessibility as a fundamental right. **Revista chilena de derecho y tecnología**, v. 11, n. 2, p. 1-26, 2022, p. 10.

⁵¹ *Ibidem*, p. 4.

⁵² SCHWAB, Klaus. *Op. Cit.*, p. 37-39.

meio de máquinas,⁵³ surge como uma das protagonistas da Quarta Revolução Industrial, sendo possível mencionar um rol de extenso de aplicações. Sua contribuição – positiva ou negativa – poderá ser até 3.000 vezes maior do que nas primeiras fases da Revolução Industrial, conforme aponta o *McKinsey Global Institute*.⁵⁴

De acordo com Kai Fuu Lee, cientista da computação taiwanês e ex-funcionário da Google e da Microsoft, a IA desponta como uma tecnologia disruptiva que estimulará uma revolução na produção econômica e social e está na mesma escala das primeiras Revoluções Industriais, porém seu potencial transformador na sociedade será maior e mais rápido.⁵⁵ No mesmo sentido, há uma estimativa da PWC que aponta que a IA pode ter ganhos de 14% do PIB mundial até o ano de 2030, representando algo em torno de 15,7 trilhões de dólares, por meio da otimização da produtividade no trabalho e aumento de demanda dos consumidores.⁵⁶

Segundo André Felipe Silva Puschel, Roberto Tassis Rodrigues e Vivian Cristina Lima López Valle, as interações entre homem e a IA se intensificaram nos últimos tempos. Segundo os autores, essa tecnologia pode apresentar muitos benefícios sociais, citando como exemplo a automação de processamento de informações por grandes empresas do mundo digital, como Amazon, Youtube e Netflix, assim como a aplicação de *smart regulation* por meio da Análise de Impacto Regulatório, cuja aplicação facilita o trabalho do gestor público, minimizando falhas de mercado e governança na análise de dados e informações.⁵⁷

Apesar do seu potencial benéfico em diversos campos da sociedade e dos estudos apontando que essas tecnologias representarão um grande avanço em termos econômicos, muitos pesquisadores já abordam o embate entre as novas tecnologias e a desigualdade social, alertando também sobre o potencial nocivo dessa tecnologia na sociedade, caso não seja devidamente regulada pelos países. Essas

⁵³ CALO, Ryan. Artificial intelligence policy: a primer and roadmap. *UC Davis Law Review*, v. 51, p. 399-435, 2017, p. 404.

⁵⁴ SCHWAB, Klaus. *Op. Cit.*, p. 65

⁵⁵ LEE, Kai-Fu. **Inteligência artificial**: como os robôs estão mudando o mundo, a forma como amamos, nos relacionamos, trabalhamos e vivemos. Trad. Marcelo Barbão. Rio de Janeiro: Globo Livros, 2019, p. 169.

⁵⁶ PWC. **AI to drive GDP gains of \$15.7 trillion with productivity, personalisation improvements**. 2017. Disponível em: <https://www.pwc.com/hu/en/pressroom/2017/ai.html> Acesso em: 07 jan. 2023.

⁵⁷ PUSCHEL, André Felipe Silva; RODRIGUES, Roberto Tassis; VALLE, Vivian Cristina Lima Lopez. O dilema ético da decisão algorítmica. *A&C-Revista de Direito Administrativo & Constitucional*, v. 22, n. 90, p. 207-226, 2022, p. 208.

preocupações envolvem questões relacionadas à potencial violação de direitos fundamentais e até mesmo à ameaça da segurança nacional e à ordem democrática. Uma das principais pautas, sem dúvida, é a questão do desemprego, cuja expectativa decorre da potencial substituição de funções humanas pelas máquinas.

Em texto relevantíssimo sobre o confronto entre a IA e os Direitos Humanos, o professor de Filosofia e Políticas Públicas de Harvard, Matthias Risse, destaca que a IA representa um grande desafio para os Direitos Humanos, pois essa tecnologia apenas reforçará a tendência de desigualdade nas sociedades, forçando uma expansão tecnológica que deixará milhões de excluídos.⁵⁸ Da mesma forma, Nayron Toledo alerta que a IA pode apresentar uma grande ameaça, por meio da desordem social e o colapso político, em razão do desemprego generalizado e o aumento da desigualdade social.⁵⁹

Na virada do século, a sociedade assiste uma expansão acelerada da inteligência artificial, a qual vem ganhando espaço nas mais diversas atividades cotidianas. Embora muitas das técnicas já tenham sido criadas desde meados do século XX, essa expansão se deu a partir do século XXI, fruto dos avanços tecnológicos, notadamente computadores mais rápidos e um conjunto maior de dados.⁶⁰ Na última década, a IA se tornou mais prática e precisa, em decorrência de dados produzidos com maior variedade, velocidade, volume, veracidade e valor – cinco Vs – o que ficou conhecido como *Big Data*.⁶¹ O termo faz alusão à dimensão e diversidade dos dados utilizados na aplicação das tecnologias digitais, bem como o tratamento desses dados em diversos serviços.⁶² Existe uma estimativa de que do início da civilização até o ano de 2003, haviam sido criados 5 exabytes de informação. Atualmente, esse mesmo volume de dados é criado a cada dois dias.⁶³

⁵⁸ RISSE, Matthias. Direitos humanos e Inteligência Artificial: uma agenda urgentemente necessária. **Revista Publicum**. Rio de Janeiro, v.4, n.1, 2018, p. 17-33, p. 30.

⁵⁹ TOLEDO, Nayron. **Inteligência artificial e direito: veículos autônomos: responsabilidade civil, impactos econômicos e desafios regulatórios no Brasil**. São Paulo: Editora Dialética, 2023, p. 94-95.

⁶⁰ CALO, Ryan. *Op. Cit.*, p. 406

⁶¹ GE, Mouzhi; BANGUI, Hind; BUHNOVA, Barbora. Big data for internet of things: a survey. **Future generation computer systems**, v. 87, p. 601-614, 2018.

⁶² HOFFMANN-RIEM, Wolfgang. Big data e inteligência artificial: Desafios para o Direito. **REI-REVISTA ESTUDOS INSTITUCIONAIS**, v. 6, n. 2, p. 431-506, 2020, p. 434.

⁶³ ARAÚJO, Valter Shuenquener de; ZULLO, Bruno Almeida; TORRES, Maurílio. Big Data, algoritmos e inteligência artificial na Administração Pública: reflexões para a sua utilização em um ambiente democrático. **A&C – Revista de Direito Administrativo & Constitucional**, Belo Horizonte, ano 20, n. 80, p. 241-261, abr./jun. 2020. DOI: 10.21056/aec.v20i80.1219, p. 247.

Os dados são o verdadeiro insumo da inteligência artificial, a ponto de se popularizar a expressão de que “os dados são o novo petróleo”.⁶⁴ Essa expressão não representa exagero algum, afinal, hoje as empresas líderes no setor de tecnologia, especialmente de IA, são mais poderosas do que as empresas de petróleo.⁶⁵ Em linhas gerais, os dados são um verdadeiro produto utilizados por empresas como Google e Meta (proprietária do Facebook e do Instagram), que justificam seu valor de mercado de mais de 500 bilhões de dólares.⁶⁶ Essa temática foi bem tratada no documentário *O Dilema das Redes*, da Netflix, que trata sobre o uso dos dados dos usuários nas redes sociais, contando com a participação de ex-funcionários e executivos das principais empresas de tecnologia.⁶⁷

A Quarta Revolução Industrial trouxe duas mudanças notáveis: a transformação radical da forma de processar dados e a informação em muitas atividades que antes só podiam ser realizadas por humanos, bem como a mudança exponencial das noções de espaço e tempo.⁶⁸ Nesse cenário, como será melhor detalhado a seguir, a IA surge como uma das principais tecnologias desse período, por meio da qual problemas que antes só poderiam ser realizados por cérebros humanos passaram a ser resolvidos por sistemas autônomos, por meio da utilização de algoritmos e técnicas de processamento de informação.⁶⁹

1.2. BREVE HISTÓRICO DA IA

Não há como iniciar o estudo da história da inteligência artificial sem mencionar Isaac Asimov. Considerado um dos pioneiros na literatura da ficção científica, Asimov foi um escritor visionário que se dedicou a criação de contos de realidades futuristas na década de 30, tratando sobre vários temas envolvendo robôs e máquinas. O objetivo de seus escritos sempre foi demonstrar a possibilidade de uma

⁶⁴ LEE, Kai-Fuu. *Op. Cit.*, p. 62.

⁶⁵ RISSE, Matthias. *Op. Cit.*, p. 28.

⁶⁶ FÜRST, Maria Eduarda; BÜRGER, Marcelo L.F. de Macedo. Inteligência artificial: conceitos introdutórios e algumas de suas aplicações. In: EHRHARDT JÚNIOR, Marcos; CATALAN, Marcos; nunes, Cláudia Ribeiro Pereira. **Inteligência artificial e relações privadas**: possibilidades e desafios. Belo Horizonte: Fórum, 2023, v. 1, p. 19-39.

⁶⁷ *O dilema das redes*. Direção: Jeff Orlowski. Netflix. Estados Unidos: Netflix, 2020

⁶⁸ CORVALÁN, Juan Gustavo. Administración Pública digital e inteligente: transformaciones en la era de la inteligencia artificial. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 26-66, maio/ago. 2017. doi: 10.7213/rev.dir.econ.soc.v8i2.19321, p. 28.

⁶⁹ CORVALÁN, Juan Gustavo. *Op. Cit.*, p. 56.

convivência harmônica entre humanos e máquinas, tema que foi determinante para desconstruir o imaginário popular de que as máquinas inteligentes poderiam dominar o mundo, além de ter sido importante para o impulsionamento de pesquisas científicas sobre o tema.

Um dos contos publicados por Asimov, o “Eu, Robô”, que inspirou diversos filmes e séries na contemporaneidade, apresentou as leis da robótica, cujo objetivo foi estabelecer princípios norteadores para que máquinas e humanos pudessem alcançar essa harmonia.⁷⁰ As histórias de Asimov romperam as barreiras da ficção científica e nortearam a discussão acadêmica em torno de máquinas autônomas nos anos seguintes.⁷¹

Nas décadas de 40 e 50, pesquisadores passaram a se dedicar no estudo da IA. O primeiro trabalho científico reconhecido foi realizado no ano de 1943, por Warren McCulloch e Walter Pitts, que propuseram um modelo de neurônios artificiais, baseados em fontes científicas relacionadas à fisiologia básica da função dos neurônios, sugerindo que essas redes teriam capacidade de aprendizagem. Em 1950, dois alunos Harvard, Marvin Minsky e Dean Edmonds, construíram o primeiro computador de rede neural, chamado de SNARC, o qual utilizava 3.000 válvulas eletrônicas e um mecanismo para simular uma rede de 40 neurônios.⁷²

Apesar da relevância dos trabalhos publicados na época, Jahanzaib Shabbir e Tarique Anwer apontam que a origem da IA remonta aos avanços feitos por Alan Turing durante a Segunda Guerra Mundial na decodificação de mensagens da Alemanha nazista.⁷³ No ano de 1950, Turing publicou o artigo “*Computing Machinery and Intelligence*”, sendo um dos trabalhos mais influentes sobre a IA na época – e até os dias de hoje – no qual foi apresentada uma série de conceitos

⁷⁰ São elas: “1 – Um robô não pode ferir um ser humano ou, por omissão, permitir que um ser humano sofra algum mal. 2 – Um robô deve obedecer as ordens que lhe sejam dadas por seres humanos, exceto nos casos em que tais ordens contrariem a Primeira Lei. 3 – Um robô deve proteger sua própria existência, desde que tal proteção não entre em conflito com a Primeira e a Segunda Leis.” (MEDON, Felipe. *Op. Cit.*, p. 50).

⁷¹ MONTEIRO, Wilson de Freitas. **A introdução da inteligência artificial no Poder Judiciário sob a perspectiva do acesso à justiça pela via dos direitos**. 2023. 107 f. Dissertação (Mestrado em Direito), Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, p. 55-58.

⁷² RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial**. Tradução Regina Célia Simille. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013, p. 41.

⁷³ SHABBIR, Jahanzaib; ANWER, Tarique. Artificial intelligence and its role in near future. **Journal of Latex Class Files**, v. 14, n. 8, Aug. 2015. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1804.01396>. Acesso em: 25 dez. 2023.

relevantes, como aprendizado de máquina, algoritmos genéticos, aprendizado por reforço e o emblemático Teste de Turing.⁷⁴ O grande questionamento de Turing nesse artigo foi o seguinte: “*máquinas podem pensar?*”, evidenciando que a preocupação dos pesquisadores da época era replicar de alguma forma aspectos do pensamento humano em máquinas.⁷⁵

Dentre as teorizações de Turing, uma das que mais se popularizou na época foi o denominado “Teste de Turing”. Amparado em uma antiga brincadeira de salão (“jogo da imitação”), esse experimento consiste em um diálogo entre um interlocutor humano e um interlocutor não humano, no qual, a partir de um diálogo com perguntas e respostas, o interlocutor humano deve saber determinar se as respostas foram dadas por uma pessoa ou uma máquina.⁷⁶

A grande esperança do Teste de Turing e a razão do nome “jogo da imitação” era de que o processamento da máquina pudesse se igualar à ação humana, a ponto de não ser possível saber diferenciar se o diálogo travado seria com um humano ou com uma máquina. Na época, o autor previu que o teste seria possível de ser comprovado nos anos 2000, tendo em vista o avanço da computação e a construção de “supercomputadores” que teriam capacidade similar ao do cérebro humano.⁷⁷

Em termos científicos, contudo, o teste elaborado por Alan Turing não foi determinante no desenvolvimento da tecnologia, conforme destacam Russel Stuart (professor da ciência da computação na Universidade da Califórnia em Berkeley) e Peter Norvig (Diretor da Google e projetista de alguns algoritmos das ferramentas de busca). Segundo os autores, os pesquisadores da IA dedicaram poucos esforços para a utilização do experimento, acreditando ser mais importante estudar princípios básicos da IA do que reproduzir um exemplar:

Turing merece crédito por projetar um teste que permanece relevante depois de 60 anos. Ainda assim, os pesquisadores da IA têm dedicado pouco esforço à aprovação no teste de Turing, acreditando que seja mais importante estudar os princípios básicos da inteligência do que reproduzir um exemplar. O desafio do “voo artificial” teve sucesso quando os irmãos Wright e outros pesquisadores pararam de imitar os pássaros e começaram a usar túneis de

⁷⁴ RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. *Op. Cit.*, p. 41.

⁷⁵ TURING, Alan M. **Computing machinery and intelligence**. Springer Netherlands, 2009. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-6710-5_3 Acesso em: 23 jan. 2024.

⁷⁶ FURST, Maria Eduarda; BÜRGER, Marcelo L. F. Macedo. *Op. Cit.*, p. 21.

⁷⁷ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. **Sistema de responsabilidade civil para carros autônomos**. Indaiatuba, SP: Editora Foco, 2023, p. 17.

vento e aprender sobre aerodinâmica. Os textos de engenharia aeronáutica não definem como objetivo de seu campo criar “máquinas que voem exatamente como pombos a ponto de poderem enganar até mesmo outros pombos”.⁷⁸

Independentemente do sucesso do teste, a importância de Alan Turing para o desenvolvimento da IA é indubitável, a ponto de ser reconhecido como o pai da inteligência artificial.⁷⁹ Seus estudos foram essenciais para o aprimoramento de estudos sobre essa tecnologia, tendo publicado diversos trabalhos ao longo destes anos. O pesquisador e sua equipe apresentaram o primeiro computador operacional do mundo, elaborada no contexto da Segunda Guerra Mundial, com o objetivo de decifrar mensagens da Alemanha nazista.⁸⁰ Tamanha foi a repercussão dessa invenção, que essa máquina foi objeto do filme “O Jogo da Imitação”, o qual recebeu várias indicações ao Oscar (2015).

Porém, o uso da nomenclatura “inteligência artificial” até então não era reconhecida. O conceito veio a ser utilizado pela primeira vez apenas em 1956, em um Seminário realizado na Dartmouth College, em New Hampshire, nos Estados Unidos, organizado por John McCarthy, denominado *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*.⁸¹ O evento tinha como objetivo essencial demonstrar que aspectos da inteligência e da aprendizagem poderiam ser simulados por uma máquina. Em termos práticos, o evento realizado em Dartmouth não trouxe inovações propriamente ditas no campo de estudo da inteligência artificial, mas inaugurou uma corrente de estudos que seguiu nos anos seguintes e foi responsável por adotar a denominação utilizada até os dias atuais.⁸²

No âmbito da corrente de estudos inaugurada nos Estados Unidos, em 1959, Arthur Samuel viria a popularizar o termo “*machine learning*” (aprendizado de máquina), descrevendo o conceito como sendo o “um campo de estudo que dá aos computadores a habilidade de aprender sem terem sido programados para tal”. Em 1966, foi criado o primeiro *chatbot*, chamado de ELIZA, o qual poderia responder questões, sendo a primeira tentativa da criação de um programa que pudesse ser

⁷⁸ RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. *Op. Cit.*, p. 26.

⁷⁹ FREITAS, Juarez; FREITAS, Thomas Bellini. **Direito e inteligência artificial**: em defesa do humano. Belo Horizonte: Fórum, 2020, p. 21.

⁸⁰ RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. *Op. Cit.*, p. 38.

⁸¹ MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 94-95.

⁸² RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. *Op. Cit.*, p. 42.

aprovado no Teste de Turing. Outra iniciativa notável foi a criação do primeiro robô humanoide do mundo no Japão, o WABOT, o qual tinha um sistema de controle de membros, de visão e um sistema de conversação, cuja faculdade mental era de uma criança de um ano e meio.⁸³

No início, havia muito entusiasmo com o desenvolvimento de uma tecnologia que pudesse simular a inteligência humana em uma máquina, a ponto de Herbert Simon, ganhador do prêmio Nobel de Economia (1978), afirmar, em 1957, que no período de 10 anos um computador seria campeão de xadrez e que um teorema matemático poderia ser resolvido por uma máquina.⁸⁴

Simon não estava totalmente errado. No ano de 1997, uma máquina denominada *deepblue* venceu Garry Kasparov, considerado um dos melhores enxadristas de todos os tempos. O programa poderia identificar cerca de 250 milhões de jogadas por segundo, o que foi determinante para que a máquina se sagrasse vencedora na disputa.⁸⁵ Todavia, isso não aconteceu em 10 anos como previa o pesquisador, mas em 40. A explicação plausível para isso é a ausência de tecnologias suficientes no período para o desenvolvimento de sistemas autônomos capazes de executar tarefas complexas, como disputar uma partida de xadrez ou resolver problemas matemáticos.

O entusiasmo inicial de pesquisadores como Simon e McCarthy não pode ser concretizado de maneira imediata. A IA enfrentou, entre as décadas de 60 e 80, anos de pouco investimento no desenvolvimento tecnológico, em virtude da precariedade das tecnologias disponíveis e dos poucos avanços observados naquele momento. O fato de as teorias não poderem ser transplantadas para a prática motivou um período de abandono e descrédito em relação aos estudos envolvendo a inteligência artificial, conhecido como “*winter AI*”, cuja tradução para o português é “inverno da IA”.⁸⁶

O termo inverno é utilizado justamente para destacar que pouquíssimos trabalhos foram publicados nesse período. Essencialmente, os únicos trabalhos visavam apenas apresentar conclusões pessimistas em relação ao desenvolvimento

⁸³ MIRANDA, Márcia Lúcia Lopes de. **Inteligência artificial no Direito brasileiro: o projeto ALEI do Tribunal Regional Federal da 1ª Região e a otimização do sistema de justiça**. 2022. 135 f. Dissertação (Mestrado em Direito), Universidade Federal do Maranhão, Maranhão, p. 21-22.

⁸⁴ RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. *Op. Cit.*, p. 45-46.

⁸⁵ FREITAS, Juarez; FREITAS, Thomas Bellini. *Op. Cit.*, p. 23.

⁸⁶ *Ibidem*, p. 21-25.

da IA, a exemplo do Relatório Lighthill, desenvolvido pelo Professor James Lighthill, que destaca a dificuldade de desenvolver a IA para atividades, como por exemplo no reconhecimento de fala. Essa relatório gerou um grande impacto nos estudos, impulsionando o corte de verbas para as pesquisas tecnológicas por parte do governo britânico.⁸⁷

O cenário de descrédito em relação a IA veio a se modificar somente a partir dos anos 90, quando as grandes empresas de tecnologias identificaram potencial nessa tecnologia. O inverno deu lugar à primavera (*Spring AI*).⁸⁸ Foi um momento em que a descrença deu lugar a grandes expectativas em torno do campo da IA, especialmente em relação à sua aplicação prática. Segundo Russel e Norvig, na década de 80 essa indústria passou a ganhar credibilidade, partindo da cifra de milhões de dólares em 1980 para bilhões de dólares em 1988.⁸⁹ Com o desenvolvimento da computação e a industrialização, essa tecnologia passou a ser utilizada em grande escala, primeiramente em campos de sistema especializado, como buscadores de internet, e após no uso cotidiano, culminando nas tecnologias conhecidas hoje, como assistentes virtuais (Siri, Alexa), os veículos autônomos, bem como no ChatGPT.⁹⁰

A difusão da internet a partir da década de 1990 desempenhou um papel importante para o progresso da IA e em suas aplicações. Nesse período, a tecnologia passou a ter acesso a uma vasta quantidade de dados e informações, alimentando os sistemas algorítmicos com *inputs*. Esse fenômeno se tornou evidente a partir da popularização das plataformas de pesquisa na rede mundial de computadores, com destaque para o surgimento do Google.⁹¹

Desde então, tem se observado o enorme potencial da inteligência artificial nas mais diversas atividades pessoais em ambientes públicos e privados e a IA passou a se desenvolver em um ritmo muito acelerado, tanto em sede teórica quanto

⁸⁷ LIGHTHILL, James. **Artificial intelligence**: a general survey. Disponível em: https://www.chilton-computing.org.uk/inf/literature/reports/lighthill_report/p001.htm. Acesso em: 23 dez. 2023.

⁸⁸ CALO, Ryan. *Op. Cit.*, p. 406.

⁸⁹ RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. *Op. Cit.*, p. 49.

⁹⁰ FURST, Maria Eduarda; BÜRGER, Marcelo L. F. Macedo. *Op. Cit.*, p. 20.

⁹¹ VALLE, Vivian Lima López; FUENTES i GASÓ, Josep Ramón; AJUS, Atílio Martins. Decisão judicial assistida por inteligência artificial e o Sistema Victor do Supremo Tribunal Federal. **Revista de Investigações Constitucionais, Curitiba**, vol. 10, n. 2, e252, maio/ago. 2023. DOI: 10.5380/rinc.v10i2.92598, p. 5-8.

em aplicações concretas.⁹² Segundo Lee, pesquisadores e empresários enxergaram na inteligência artificial a capacidade de atuar em inúmeras atividades, como decifrar a fala humana, traduzir documentos, reconhecer imagens, identificar fraudes e até mesmo dirigir um carro.⁹³ Muitas dessas aplicações já estão sendo utilizadas na sociedade, enquanto outras encontram-se em um processo de desenvolvimento acelerado.

O crescimento exponencial da IA estimulou investimento expressivos do setor privado no desenvolvimento da tecnologia, ao ponto de se afirmar que as grandes empresas entraram em uma corrida armamentista de IA,⁹⁴ passando a investir milhões na tecnologia e dominar o mercado.⁹⁵ Hoje, se reconhece que sete empresas dos Estados Unidos e da China - Google, Facebook, Amazon, Microsoft, Baidu, Alibaba e Tencent – dominam o mercado de IA, sendo reconhecidas como os sete gigantes da era da IA.⁹⁶ Vale destacar que essas empresas estão divididas basicamente em dois países, Estados Unidos e China, os quais potencialmente dominarão as invenções tecnológicas na área daqui em diante.

A IA começa, então, a dominar as indústrias, passando a se tornar parte do cotidiano das pessoas, em um conjunto infinito de aplicações. Para Ryan Calo, jurista estadunidense especializado no estudo das tecnologias, grande parte do sucesso da IA na contemporaneidade decorre das técnicas conhecidas como *machine learning* (aprendizado de máquina), que se refere a capacidade de um sistema melhorar seu desempenho em uma determinada tarefa ao longo do tempo.⁹⁷ Como o próprio nome revela, o *machine learning* diz respeito a utilização de algoritmos que “aprendem sozinhos” e formulam um tipo de construção de raciocínio não humano.⁹⁸

O grande avanço das aplicações algorítmicas em relação à computação explica-se porque ela é de alguma maneira criativa, não dependendo mais de instruções específicas de seus programadores, tendo capacidade para desenvolver

⁹² FREITAS, Juarez; FREITAS, Thomas Bellini. *Op. cit.*, p. 21-25.

⁹³ LEE, Kai-Fuu. *Op. Cit.*, p. 19.

⁹⁴ A utilização do conceito de corrida armamentista tem por objeto associar a corrida da IA com a corrida armamentista da Guerra Fria. Contudo, é preciso ter cautela com essa associação com um conflito geopolítico, pois isso pode enfraquecer o planejamento e a modelagem da IA, ao criar uma rivalidade entre os países na liderança do desenvolvimento dessa tecnologia. (LEE, Kai-Fuu. *Op. Cit.*, p. 250).

⁹⁵ SCHERER, Matthew U. Regulating artificial intelligence systems: Risks, challenges, competencies, and strategies. **Harvard Journal of Law & Technology**, v. 29, p. 353-400, 2015, p. 354.

⁹⁶ LEE, Kai-Fuu. *Op. Cit.*, p. 97-98.

⁹⁷ CALO, Ryan. *Op. Cit.*, p. 405.

⁹⁸ ARAÚJO, Valter Shuenquener de; ZULLO, Bruno Almeida; TORRES, Maurílio. *Op. Cit.*, p. 247.

atividades de maneira autônoma.⁹⁹ Em contrapartida, a complexidade dos sistemas de IA cresce a partir dos sistemas que utilizam o aprendizado de máquina, tornando o comportamento da IA cada vez mais imprevisível.

Um exemplo paradigmático que é muito utilizado pelos pesquisadores da área para ilustrar o potencial dos sistemas dotados de aprendizado de máquina é o do robô “Gaak”. O projeto do Magna Science, situado em Rotherham, na Inglaterra, denominado *Living Robots* (robôs vivos), fez um experimento lançando dois grupos de robôs em uma área, a fim de verificar como essas máquinas se comportariam em um ambiente controlado.

O primeiro grupo era o das presas, que tinha seus algoritmos programados para procurar comida. Já o segundo grupo era o de predadores, que era programado para caçar os outros robôs. Acontece que, sem supervisão, o robô “Gaak” tomou uma atitude imprevisível. A máquina acabou fugindo do campo delimitado e indo para o estacionamento, onde foi atropelado por um carro. Assim, o robô tomou uma atitude imprevisível, independente da vontade dos programadores, já que aprendeu com suas experiências.¹⁰⁰ Trata-se de um exemplo paradigmático que demonstra o grande potencial dos algoritmos com capacidade de aprendizado.

A essência do funcionamento dos sistemas de IA são os algoritmos, que podem ser compreendidos como “uma sequência finita de instruções executadas por um programa de computador, com o objetivo de processar informações para um fim específico”¹⁰¹. Em linhas gerais, o funcionamento dos algoritmos ocorre pela análise de dados de entrada (*input*) que são convertidos em um resultado (*output*).¹⁰² No caso dos sistemas que utilizam o aprendizado de máquina, os algoritmos passam por um procedimento de autotreinamento, a partir do acúmulo de experiências, aprendendo com base em seus atos e modelando suas próximas ações.¹⁰³

Com efeito, a utilização de algoritmos, em especial aqueles que empregam a tecnologia do *machine learning*, tornou-se comum em diversos serviços da sociedade. Se na década de 30 os contos de Asimov tratavam de uma realidade futurística e

⁹⁹ MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 105.

¹⁰⁰ *Ibidem*, p. 116.

¹⁰¹ CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA. **Resolução nº 332, de 21 de agosto de 2020**. Disponível em: <https://atos.cnj.jus.br/atos/detalhar/3429>. Acesso em: 23 jan. 2024.

¹⁰² PUSCHEL, André Felipe Silva; RODRIGUES, Roberto Tassis; VALLE, Vivian Cristina Lima Lopez. *Op. Cit.*, p. 211.

¹⁰³ CALO, Ryan. *Op. Cit.*, p. 405.

fictícia, onde a inteligência artificial dominava cada aspecto da realidade e humanos e máquinas conviviam, hoje essas histórias puderam se concretizar, graças aos avanços tecnológicos no âmbito da IA, transcendendo aquilo que somente era visto nas telas do cinema e na literatura. A indústria dos veículos autônomos compõe uma fase avançada dessa evolução tecnológica, tratando-se de uma inovação que revolucionará a indústria automobilística e a mobilidade urbana.

Atualmente, são incontáveis os exemplos de aplicações da inteligência artificial em tarefas simples e complexas, a ponto de ser difícil imaginar a vida sem essa tecnologia. Tome-se por exemplo o campo da saúde, onde essa tecnologia vem sendo amplamente utilizada no diagnóstico de doenças, consultas médicas, criação de vacinas, realização de exames e até mesmo em cirurgias realizadas por máquinas inteligentes. No contexto da pandemia do coronavírus, diversos sistemas dotados de IA foram utilizados no combate e prevenção da doença, valendo citar o exemplo do algoritmo da plataforma Blue-Dot, que alertou seus usuários sobre uma possível contaminação em Wuhan antes da notificação realizada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), prevendo quais seriam as próximas cidades a serem atingidas.¹⁰⁴

Também no âmbito doméstico, sistemas dotados de IA vem crescendo exponencialmente. É válido mencionar os serviços de transporte e mobilidade, como Waze e Google Maps, os quais utilizam da inteligência artificial para indicar caminhos mais curtos e evitar congestionamentos, facilitando a vida dos motoristas. Outro exemplo são os assistentes virtuais, como Alexa (Amazon), Siri (Apple) e Cortana (Microsoft), que tem capacidade de compreender comandos de voz, utilizando a tecnologia de Processamento da Linguagem Natural. Por fim, não há como deixar de mencionar os algoritmos de indicação de conteúdo, presente em diversas plataformas como redes sociais, Spotify e Netflix.¹⁰⁵

Assim como ocorre no âmbito privado, a IA tem se demonstrado uma ferramenta importante no setor público, já existindo várias experiências nos tribunais brasileiros. Um caso de sucesso é o da plataforma Victor, do Supremo Tribunal Federal, que foi desenvolvido em parceria com a Universidade de Brasília (UnB), a

¹⁰⁴ MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 44.

¹⁰⁵ FÜRST, Maria Eduarda; BÜRGER, Marcelo L.F. de Macedo. *Op. Cit.*, p. 44-45.

qual tem como objetivo aplicar métodos de aprendizado de máquina a fim de otimizar a análise de repercussão geral na Corte.¹⁰⁶

Depois do processo eletrônico, a IA é a grande aposta para aproximar ainda mais a justiça da tecnologia, promovendo mais celeridade e economia. O tema foi tratado no II Congresso Internacional de Direito, Governo e Tecnologia, realizado em Brasília, no final de 2018, quando o então presidente do STF e do CNJ, Ministro Dias Toffoli, afirmou que a utilização de sistemas de inteligência artificial surge como uma das principais apostas para o Poder Judiciário superar os gargalos existentes na tramitação de processos.¹⁰⁷

Nos dias atuais, praticamente todos os tribunais brasileiros contam com um sistema dotado de IA, seja para auxiliar na eliminação de tarefas repetitivas ou para auxiliar magistrados nas tarefas decisórias. Além do sistema implantado no STF, outro sistema que se notabilizou foi o Victoria, desenvolvido no Tribunal de Justiça do Rio de Janeiro, que automatizou praticamente todos os trâmites das execuções fiscais naquele estado. Inicialmente, o sistema verifica se a citação efetuada foi válida, e após, mediante uma integração com a sistema fiscal do município, atualiza o valor da dívida, e de forma automática promove buscas de bens nos sistemas BacenJud, RenaJud e InfoJud, realizando essas operações em 25 segundos – enquanto um servidor demora em média 35 minutos.¹⁰⁸

Vale mencionar que as execuções fiscais correspondem a praticamente 60% do acervo geral de processos naquele estado, sendo que a IA vem se demonstrando muito efetiva para reduzir o tempo dos processos, promovendo uma justiça mais efetiva.¹⁰⁹ Uma pesquisa realizada pelo magistrado Fábio Ribeiro Porto demonstrou que o valor possivelmente economizado com a implementação da IA nas execuções fiscais equivale à quantia superior a 17 milhões de reais, evidenciando que as aplicações algorítmicas tendem a crescer exponencialmente no âmbito judicial.¹¹⁰

¹⁰⁶ VALLE, Vivian Lima López; FUENTES i GASÓ, Josep Ramón; AJUS, Atílio Martins. *Op. Cit.*

¹⁰⁷ LAZZAROTTO, Gabriel Strapasson. Do processo eletrônico à inteligência artificial: um estudo sobre a evolução tecnológica do poder judiciário desde a Constituição de 1988. **Ciências Sociais Aplicadas em Revista**, v. 26, n. 46, p.129-156, semestral, julho-dezembro, 2023, p. 140.

¹⁰⁸ TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **TJRJ adota modelo inovador nas cobranças de tributos municipais**. Disponível em: <http://www.tjrj.jus.br/noticias/noticia/-/visualizar-conteudo/5111210/5771753>. Acesso em: 25 jan. 2024.

¹⁰⁹ LAZZAROTTO, Gabriel Strapasson. *Op. Cit.*, p. 144-145.

¹¹⁰ PORTO, Fábio Ribeiro. O impacto da utilização da Inteligência Artificial no Executivo Fiscal. Estudo de caso do Tribunal de Justiça do Rio de Janeiro. *In. Direito em movimento*. Rio de Janeiro, v. 17, n.1, p. 142-199, 2013, p. 189.

Ainda não há experiências de uma total substituição de um juiz por uma máquina no Poder Judiciário brasileiro. Nada obstante, já é possível observar sistemas de IA funcionando como auxílio na tomada de decisão dos magistrados.¹¹¹ Esse é o caso da plataforma SIGMA, desenvolvida no âmbito do Tribunal Regional Federal da 3ª Região. Trata-se de um sistema inteligente que utiliza modelos para a produção de decisões, que é considerado um dos mais avançados do Poder Judiciário brasileiro. Para funcionar, a SIGMA depende da SINARA, que é um algoritmo desenvolvido para identificar textos jurídicos. Em suma, o robô gera insumos para a redação do relatório e, ainda, observando as peças processuais, sugere modelos de decisões já utilizados em outros processos, que podem ser adequados pelos magistrados posteriormente.¹¹²

Fora do campo do Judiciário, há que se destacar a aplicação da IA no âmbito do Tribunal de Contas da União, por meio de Alice, Sofia e Monica. A primeira plataforma implementada foi a Alice (Análise de Licitações e Editais), mecanismo que auxilia na avaliação preventiva e automatizada dos certames. Monica (Monitoramento Integrado para o Controle de Aquisições), por sua vez, é um painel que contempla informações sobre as aquisições efetuadas pela esfera federal. E Sofia (Sistemas de Orientação sobre Fatos e Indícios para o Auditor) é uma ferramenta que prevê informações ao auditor no momento da elaboração do controle externo.¹¹³

Não há dúvida, portanto, de que a IA se tornou parte integrante do cotidiano das pessoas, seja por meio de atividades corriqueiras como assistir um filme na Netflix, ou até mesmo em atividades importantes e essenciais, como no julgamento de um processo ou análise de um certame licitatório.¹¹⁴ O desenvolvimento de computadores mais potentes e processadores melhores e também de mais

¹¹¹ TOLEDO, Claudia; PESSOA, Daniel. O uso de inteligência artificial na tomada de decisão judicial. **Revista de Investigações Constitucionais**, Curitiba, vol. 10, n. 1, e237, jan./abr. 2023. DOI: 10.5380/rinc.v10i1.86319.

¹¹² ROSA, Alexandre Morais da; GUASQUE, Bárbara. O avanço da disrupção nos tribunais brasileiros. In: NUNES, Dierle; LUCON, Paulo Henrique dos Santos; WOLKARTE, Erik Navarro (Coord.). **Inteligência artificial e Direito Processual: os impactos da virada tecnológica no direito processual**. Salvador: Juspodivm, p. 93-121, 2021, p. 113-114.

¹¹³ COSTA, Marcos Bemquerer; BASTOS, Patrícia Reis Leitão. Alice, Monica, Adele, Sofia, Carina e Ágata: o uso da inteligência artificial pelo Tribunal de Contas da União. **Controle Externo: Revista do Tribunal de Contas do Estado de Goiás**, Belo Horizonte, ano 2, n. 3, p. 11-34, jan./jun. 2020, p. 13.

¹¹⁴ BITENCOURT, Caroline Müller; MARTINS, Luisa Helena Nicknig. A inteligência artificial nos órgãos constitucionais de controle de contas da administração pública brasileira. **Revista de Investigações Constitucionais**, Curitiba, vol. 10, n. 3, e253, set./dez. 2023. DOI: 10.5380/rinc.v10i3.93650.

informações, resultante tanto do desenvolvimento tecnológico como do paradigma do *big data*,¹¹⁵ proporcionaram o desenvolvimento acelerado dos sistemas de inteligência artificial com a virada do século, demonstrando seu potencial de atuação nos mais diversos setores da sociedade.¹¹⁶

Destarte, apesar de os estudos sobre IA remontarem à década de 1950, tendo uma espécie de certidão de nascimento em 1956, quando da realização de uma conferência em Dartmouth sobre o tema,¹¹⁷ essa tecnologia sofre, no contexto da Quarta Revolução Industrial, um crescimento acelerado, impulsionado por alguns fatores, como a própria evolução metodológica na área, além do decréscimo dos custos computacionais agregado a oferta cada vez maior de dados multimídias.¹¹⁸ Sistemas comandados por IA vem sendo utilizados nos mais diversos espaços, e a tendência é que essa interação se torne cada vez mais presente e sofisticada.¹¹⁹

Com o objetivo de explicar de maneira didática o desenvolvimento da IA no contexto da Quarta Revolução Industrial, Lee concebe que seu desenvolvimento se dará por meio de quatro ondas, afirmando que a revolução completa da IA não acontecerá de maneira imediata:

Mas isso não vai acontecer de uma vez. A revolução completa de IA levará um pouco de tempo e nos inundará em uma série de quatro ondas: IA de internet, IA de negócios, IA de percepção e IA autônoma. Cada uma dessas ondas aproveita o poder da IA de uma maneira diferente, atacando diferentes setores e inserindo a inteligência artificial mais profundamente no tecido de nossa vida diária.¹²⁰

¹¹⁵ Um exemplo da convergência da IA com o *big data* começou no início dos anos 2000, quando o Google e o Baidu – novos mecanismos da época – passaram a utilizar sistemas de recomendação para propagandas, alimentados por IA e descobriram que os resultados eram melhores que o esperado (XAVIER, Luciana Pedroso; SPALER, Mayara Guibor. Patrimônio de afetação: uma possível solução para os danos causados por sistemas de inteligência artificial. In. FRAZÃO, Ana; MULHOLAND, Caitlin. (coord.). **Inteligência artificial e direito: ética, regulação e responsabilidade**. 2. Ed. rev. Atual. e ampl. São Paulo: Thompson Reuters, p. 561-583, 2020).

¹¹⁶ DONEDA, Danilo Cesar Maganhoto; MENDES, Laura Schertel; SOUZA, Carlos Affonso Pereira de; ANDRADE, Norberto Nuno Gomes de. Considerações iniciais sobre inteligência artificial, ética e autonomia pessoal. **Pensar**, Fortaleza, v. 23, n. 4, p. 1-17, out./dez. 2018, p. 3.

¹¹⁷ *Ibidem*, p. 3.

¹¹⁸ SILVA, Nilton Correia da. Inteligência Artificial. In. FRAZÃO, Ana; MULHOLAND, Caitlin. (coord.). **Inteligência artificial e direito: ética, regulação e responsabilidade**. 2. Ed. rev. Atual. e ampl. São Paulo: Thompson Reuters, p. 33-50, 2020.

¹¹⁹ TEFFÉ, Chiara Spadaccini de; MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 302.

¹²⁰ LEE, Kai-Fuu. *Op. Cit.*, p. 21

A primeira onda, chamada de IA de internet, refere-se à utilização de algoritmos no âmbito da internet em plataformas como Google e redes sociais. A segunda onda, denominada IA de negócios, é observada na aplicação da IA no setor empresarial, especialmente no setor financeiro. A terceira onda, conhecida como IA de percepção, se apresenta na sociedade por meio de sistema de reconhecimento de imagem e de áudio, como os assistentes virtuais e sistemas de reconhecimento facial em celular. Finalmente, a quarta onda, da IA autônoma, pode ser vista como a integração entre as ondas anteriores, unindo todas as capacidades da inteligência artificial, produzindo sistemas total ou parcialmente autônomos. Lee destaca exemplos práticos, como o robô da *startup* da Califórnia, Traptic, que realiza a coleta de morangos, assim como os veículos autônomos.¹²¹

Para além da proposta da Lee de compreender o desenvolvimento da IA em ondas, existem outras classificações da IA. Por exemplo, costuma-se dividir a inteligência artificial em forte (também denominada geral ou ampla) e fraca (denominada de estreita). Em suma, o grau de diferenciação entre essas categorias é o grau de autonomia do sistema automatizado. Segundo Juarez Freitas e Thomas Bellini, a IA fraca é aquela “designada para tarefas específicas sem grande autonomia”, ao passo que a IA forte é “aquela na qual ocorre grande autonomia”.¹²²

Fala-se, ainda, de uma terceira categoria de autonomia da IA: a superinteligência. Os avanços e a implementação da IA geraram no imaginário popular a crença de que a sociedade vai conhecer o que se considera o “Santo Graal da pesquisa da IA”,¹²³ uma inteligência geral artificial (AGI), cuja capacidade se iguala a de um humana ou até mesmo a supera.¹²⁴ Elon Musk, fundador da Tesla, uma das principais empresas de desenvolvimento de veículos autônomos no mundo, entende que a superinteligência seria “o maior risco que enfrentamos como civilização”, sendo comparada a criação de um demônio.¹²⁵ Do mesmo modo, o físico Stephen Hawking chegou a afirmar, em uma entrevista em 2014, que o desenvolvimento da IA total pode significar o fim da raça humana.¹²⁶

¹²¹ *Ibidem*, p. 121-146.

¹²² FREITAS, Juarez; FREITAS, Thomas Bellini. *Op. Cit.*, p. 34.

¹²³ LEE, Kai Fuu. *Op. Cit.*, p. 157.

¹²⁴ *Ibidem*.

¹²⁵ *Ibidem*.

¹²⁶ CELLAN-JONES, Rory. Stephen Hawking: Inteligência artificial pode destruir a humanidade. **BBC**, 02 dez. 2014. Disponível em:

Devido ao temor de uma superinteligência, a comunidade intelectual se dividiu em dois campos: os utópicos e os distópicos. A primeira corrente vislumbra a AGI não como um problema, mas como a “fronteira final do desenvolvimento humano, uma oportunidade para expandir nossa própria consciência e conquistar a imortalidade”¹²⁷ ou até mesmo que permitirá desmistificar os mistérios do universo. Lee menciona Ray Kurzweil, um pesquisador da Google, que acredita em um futuro radical, no qual os seres humanos e as máquinas poderão se fundir totalmente.¹²⁸

No campo dos distópicos, há um grande temor do desenvolvimento de um sistema com tamanha autonomia a ponto de entrar em conflito com a raça humana, como já manifestado por diversas celebridades, a exemplo de Musk e Hawking. Grande parte desse imaginário integrou o livro “Superinteligência”, de Nick Bostrom”, que estima que a criação da AGI, com a superinteligência, provavelmente será alcançada dentro de três décadas, ou seja, por volta de 2040.¹²⁹

Confrontando o campo dos pesquisadores distópicos, Ryan Calo vislumbra como distante a possibilidade de um “apocalipse da IA”, em um futuro próximo. De acordo com o autor, Bostrom não vislumbra a superinteligência como algo necessariamente maligno, mas apresenta a existência de um perigo que deve ser considerado no desenvolvimento dessa tecnologia. Apesar de ser um cenário “distópico”, ou seja, um futuro imaginado e apocalíptico, essa visão (distópica) representa muito dos medos reais da sociedade, acerca dos efeitos da inteligência artificial na sociedade, não sobre o potencial de exterminar ou dominar a raça humana, mas sobre a intensificação da desigualdade social e o desemprego generalizado, além dos diversos outros efeitos negativos que a IA pode representar.¹³⁰

O advento de tecnologias modernas como o Chat GPT, que utilizam a tecnologia do *machine learning* e o *big data*, manifestou na sociedade o receio de substituição pelas máquinas, evidenciando os impactos que essas tecnologias podem trazer na sociedade no curto e longo prazo. Não por outro motivo, um dos principais focos regulatórios nos países ao redor do mundo é reduzir os impactos da IA no

https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/12/141202_hawking_inteligencia_pai Acesso em: 08 jan. 2024.

¹²⁷ LEE, Kai-Fuu. *Op. Cit.*, p. 157-158.

¹²⁸ *Ibidem*.

¹²⁹ LEE, Kai-Fuu. *Op. Cit.*, p. 158-159.

¹³⁰ *Ibidem*, p. 163.

mercado de trabalho. Nesse contexto, a IA passa a chamar a atenção das pessoas, sobretudo nos campos da tecnologia e da educação. No âmbito do Direito, por exemplo, repercutiu o caso de um magistrado que utilizou o ChatGPT para elaboração de decisões judiciais com a utilização de jurisprudências fictícias, apontando entendimentos do Superior Tribunal de Justiça que sequer existem.¹³¹

Talvez a verdadeira ameaça da inteligência artificial não seja de dominação ou eliminação da raça humana como retratado em muitas obras de ficção científica e por alguns pesquisadores pessimistas, mas reforçar os problemas sociais. Conquanto a IA possa trazer ganhos de produtividade por meio da automatização de tarefas, muitos empregos poderão ser extintos pelo incremento dessa tecnologia, inclusive as profissões mais especializadas, que exigem formação profissional e acadêmica, sem contar os diversos outros problemas, como a alienação social e a vigilância constante.¹³²

Entretanto, segundo Ryan Calo, há motivos para se ter esperança nos efeitos positivos da IA, já que as Revoluções Industriais anteriores tiveram suas lições e hoje se tem acesso a muito mais ferramentas e informação para a elaboração de políticas públicas consistentes que possam amenizar os efeitos negativos da IA na sociedade.¹³³ É justamente nesse contexto que a próxima seção busca compreender as iniciativas regulatórias da inteligência artificial no Brasil e em outros países do mundo.

1.3. A REGULAÇÃO JURÍDICA DA IA NO BRASIL E NO MUNDO

O avanço da digitalização exige a criação de ambiente que permita o desenvolvimento das tecnologias disruptivas de maneira a evitar os seus riscos e malefícios, resguardando os direitos fundamentais e os valores essenciais ao Estado Democrático de Direito. Tal posição está alinhada à Constituição Federal de 1988, que estabeleceu um modelo de bem-estar atribuindo ao Estado o dever de atuação em

¹³¹ MIGALHAS. **Juiz que usou tese inventada pelo ChatGPT em sentença será investigado**. 13 nov. 2023. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/quentes/396836/juiz-que-usou-tese-inventada-pelo-chatgpt-em-sentenca-sera-investigado> Acesso em: 08 jan. 2023.

¹³² GABARDO, Emerson; FREITAS, Olga Lúcia Castreghini de; VIANA, Ana Cristina Aguilar. *Op. Cit.*, p. 3-4

¹³³ CALO, Ryan. *Op. Cit.*, p. 435.

prol da efetivação de direitos fundamentais econômicos e sociais. A atuação do Estado, portanto, não deve ser limitada tão somente ao crescimento econômico, mas deve assumir um perfil inclusivo, que busque reduzir as desigualdades e promover uma sociedade mais justa e solidária.¹³⁴

Como visto, a partir da utilização massiva da inteligência artificial, se manifesta na sociedade a urgência de regulamentação, a fim de conferir maior segurança ao ordenamento jurídico. O próprio empresário Elon Musk, apesar de ter apresentado declarações pessimistas em relação ao desenvolvimento acelerado da IA, asseverou a necessidade do desenvolvimento de uma supervisão regulatória, a fim de garantir o seu desenvolvimento de forma segura e benéfica para a humanidade.¹³⁵

De forma inegável, a IA apresenta inúmeros benefícios (como no auxílio da detecção de doenças, desenvolvimento de vacinas, aumento da produtividade no Poder Judiciário), mas também prejuízos (como por exemplo em um acidente envolvendo um veículo autônomo). Para Wolfgang Hoffman-Riem, a transformação digital oferece oportunidades para melhorar a condição de vida das pessoas, mas também traz riscos para o bem-estar dos indivíduos e para a preservação da ordem social.¹³⁶ Conciliar os riscos individuais ou sistêmicos da IA aos benefícios potenciais para a sociedade, constitui um dos maiores desafios aos governantes e legisladores, que devem buscar a melhor configuração institucional que assegure o desenvolvimento tecnológico.¹³⁷

Além de buscar a conciliação entre benefícios e riscos, a Quarta Revolução Industrial, especialmente no contexto de utilização da IA, exige uma regulação adequada, para o fim de evitar a aplicação indevida e discriminatória de algoritmos. Uma das grandes preocupações em relação ao uso dessa tecnologia diz respeito à “discriminação digital algorítmica”, tema que ganha especial relevância no contexto

¹³⁴ HACHEM, Daniel Wunder. A noção constitucional de desenvolvimento para além do viés econômico—Reflexos sobre algumas tendências do Direito Público brasileiro. **A&C-Revista de Direito Administrativo & Constitucional**, v. 13, n. 53, p. 133-168, 2013.

¹³⁵ MCNAB, Chris. **Elon Musk: inovador, empreendedor e visionário**. Tradução de Fabiano Flaminio. 1. ed. Cotia, SP: Pé da Letra, 2022, p. 155

¹³⁶ HOFFMANN-RIEM, Wolfgang. Big data e inteligência artificial: Desafios para o Direito. **REI-Revista Estudos Institucionais**, v. 6, n. 2, p. 431-506, 2020, p. 435.

¹³⁷ CALO, Ryan. *Op. Cit.*, p. 427-429

atual, em que países passaram a dedicar esforços para promover uma maior proteção aos dados pessoais.¹³⁸

Com efeito, a maioria das bases de dados e classificações usadas pelos sistemas advém de pessoas que criaram esses algoritmos, estando relacionados a pensamentos com vieses do ser humano, os quais acabam por serem replicados nas máquinas. Assim como existem diversos vieses cognitivos do pensamento humano, também é possível conceber conclusões equivocadas pelas máquinas em certas situações.¹³⁹ Dessa forma, é fundamental a atenção para a temática dos vieses humano diante de decisões algorítmicas, especialmente pelo fato de que as máquinas podem potencializar esse enviesamento.¹⁴⁰

Outra preocupação latente na regulação jurídica diz respeito ao conflito entre desenvolvimento x regulação. Segundo Vivian Valle e Willian Gallo, tão necessário quanto coibir o uso indevido da IA é que essa regulação não possa restringir as inovações tecnológicas e o seu potencial transformador na sociedade, especialmente na Administração Pública, ambiente no qual essas tecnologias podem auxiliar na desburocratização e na digitalização dos serviços públicos, ampliando, por consequência, o acesso da população a esses serviços, reduzindo distâncias e desigualdades. Uma regulação estatal eficiente deve, portanto, agir com proporcionalidade no exercício da função ordenadora, com vistas a não impedir o progresso e o acesso ao futuro digital.¹⁴¹

O receio de que a regulação possa de alguma forma limitar a evolução tecnológica é compartilhado pelo professor Licurgo Mourão, que compreende que o grande desafio da regulação da IA é o de conciliar a integridade na utilização dessa tecnologia, evitando violação aos direitos fundamentais dos indivíduos, todavia, sem perder de vista o estímulo ao avanço de pesquisas e o desenvolvimento e aprimoramento de novas tecnologias, as quais podem auxiliar a Administração Pública

¹³⁸ VIANA, Ana Cristina Aguilar; MIRANDA, Carolina Ferreira de. Perfil algorítmico e discriminação digital: uma leitura a partir das normas europeias e brasileiras. *In*. WACHOWSKI, Marcos. **Proteção de dados pessoais em perspectiva: LGPD e RGPD na ótica do direito comparado**, Curitiba, Gedai/UFPR, p. 441-504, 2020, p. 483.

¹³⁹ CASTRO, Bruno Fediuk; BONFIM, Gilberto. A inteligência artificial, o direito e os vieses. **Revista Ilustração**, v. 1, n. 3, p. 31-45, Cruz Alta, set./dez. 2020, p. 37.

¹⁴⁰ PUSCHEL, André Felipe Silva; RODRIGUES, Roberto Tassis; VALLE, Vivian Cristina Lima Lopez. *Op. Cit.*, p. 218.

¹⁴¹ VALLE, Vivian Cristina Lima López; GALLO, William Ivan. *Op. Cit.*, p. 77.

na melhoria da prestação de serviços públicos à sociedade.¹⁴² Esse debate é pertinente tanto na regulação da IA quanto dos veículos autônomos, para buscar um equilíbrio sistêmico, no qual a regulação estatal possa conciliar a proteção aos direitos fundamentais e o desenvolvimento tecnológico.

Isso não significa, contudo, que o Estado deve funcionar como um agente do crescimento econômico em si. De acordo com Juarez Freitas e Thomas Bellini Freitas, é necessária uma regulação da IA que tenha por objetivo primordial a defesa do humano, a qual deve incentivar a empatia, a cooperação digital e a capacidade solidária efetiva, situando, em primeiro lugar, valores humanos, como a saúde mental e física, já que a principal justificativa para a regulação da IA reside na proteção multidimensional da vida. Nesse sentido, cabe ao Estado, em um conflito de valores, decidir sempre privilegiando os valores humanos.¹⁴³ Para tanto, Freitas e Freitas defendem que haja uma avaliação sistêmica dos impactos dos algoritmos na sociedade para antever as consequências sociais, ambientais e econômicas.¹⁴⁴

A despeito dos riscos associados à IA, é crível que os mecanismos legais podem reduzir os riscos públicos que a IA represente na sociedade, sem sufocar a inovação tecnológica.¹⁴⁵ Nesse sentido como será analisado adiante, países do mundo todo e organizações internacionais tem buscado se adequar à nova realidade digital, iniciando um movimento que busca a proposição de diretrizes jurídicas para regular as inovações tecnológicas advindas no contexto da Quarta Revolução Industrial, especialmente a IA. Trata-se de um movimento que ganhou impulso nos últimos anos, em decorrência da popularização do uso dessas tecnologias.

O professor da Universidade Federal de Minas Gerais, Fabrício Polido, explica que nos últimos anos muitos Estados perceberam a relevância da corrida tecnológica no que diz respeito a sistemas autônomos e inteligentes.¹⁴⁶ Nesse diapasão, o professor destaca um levantamento feito pela UNESCO que aponta que a sociedade vive um momento de “enxurrada de estratégias nacionais” de IA. Segundo Polido, os

¹⁴² MOURÃO, Licurgo. Regulação da inteligência artificial no Brasil. In. **Intellegentiae Artificialis, Imperium Et Civitatem**. Madrid, Espanha: Editora Alma Mater, 2022, p.73-90, p. 76.

¹⁴³ FREITAS, Juarez; FREITAS, Thomas Bellini. *Op. cit.*, p. 57-58

¹⁴⁴ *Ibidem*, p. 65.

¹⁴⁵ SCHERER, Matthew U. *Op. Cit.*, p. 373

¹⁴⁶ POLIDO, Fabrício Bertini Pasquot. Inteligência artificial entre estratégias nacionais e a corrida regulatória global: Rotas analíticas para uma releitura internacionalista e Comparada. **Revista da Faculdade de Direito da UFMG**, Belo Horizonte, n. 76, p. 229-256, 2020, p. 236.

países ainda caminham lentamente na proposição de modelos regulatórios para a IA, agindo com cautela em propor uma intervenção legislativa nesse setor.¹⁴⁷

1.3.1. Iniciativas regulatórias nos Estados Unidos

Uma das principais preocupações na regulação da IA diz respeito aos limites éticos do emprego dessa tecnologia na sociedade. Nesse sentido, a professora da USP, Cíntia Lima, destaca que os Estados Unidos foram pioneiros em propor padrões éticos para a IA, por meio da edição da lei “*Fundamentally Understanding the Usability and Realistic Evolution of Artificial Intelligence Act*” ou simplesmente “*Future of Artificial Intelligence Act of 2017*”, editada em 12 de dezembro de 2017.¹⁴⁸ Essa normativa foi responsável por criar uma comissão federal responsável por acompanhar o desenvolvimento e implementação da IA no país, acerca dos mais diversos temas, como a responsabilidade por qualquer violação legal causada por um sistema de IA ou sobre o desenvolvimento ético da IA.¹⁴⁹

Nos últimos anos, os EUA vem buscando ser referência no que tange à regulação jurídica da IA. No ano de 2019, foi publicada uma ordem executiva do então Presidente Donald Trump, que teve como assunto principal a manutenção dos Estados Unidos como liderança mundial em pesquisa e implantação de IA. Além do aspecto econômico e evidente viés protecionista, esse documento objetivou estimular abordagens regulatórias no país, reduzindo as barreiras à utilização de tecnologias de IA e promover a sua aplicação, protegendo as liberdades civis, a privacidade e a segurança econômica nacional.¹⁵⁰ No mesmo ano, foi apresentado o projeto de lei denominado “*Algorithmic Accountability Act of 2019*”, que teve como objeto a

¹⁴⁷ *Ibidem*, p. 252.

¹⁴⁸ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. *Op. Cit.*, p. 35.

¹⁴⁹ WHITE HOUSE. **House Resolution 4625 de 12 de dezembro de 2017**. *FUTURE of Artificial Intelligence Act of 2017*. Disponível em: <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/4625/text> Acesso em: 13 jan. 2024.

¹⁵⁰ CONGRESS. **Maintaining American Leadership in Artificial Intelligence**. Disponível em: <https://www.federalregister.gov/documents/2019/02/14/2019-02544/maintaining-american-leadership-in-artificial-intelligence> Acesso em: 13 jan. 2024.

prevenção em face de decisões automatizadas envolvendo dados pessoais, por meio de sistemas de IA.¹⁵¹

Ainda no que tange as iniciativas regulatórias propostas nos EUA, vale mencionar o relatório bipartidário publicado em 2021 pela Comissão de Segurança Nacional para Inteligência Artificial (NSCAI), documento que contém mais de 700 páginas, o qual tem por objeto traçar estratégias para os Estados Unidos enfrentarem a China no desenvolvimento da IA. Segundo Medon, esse relatório foi utilizado como base para o projeto de lei que foi aprovado no Senado, o qual pode ser considerado o marco central da política industrial dos EUA.¹⁵²

Recentemente, o presidente Joe Biden assinou a primeira ordem executiva para regulamentar a IA no país, tendo afirmado em uma cerimônia na Casa Branca que “a IA já está ao nosso redor e que é preciso governar essa tecnologia”. Dentre os pontos principais da proposição, destaca-se: (i) a obrigação de que os desenvolvedores compartilhem seus resultados de testes de segurança com o governo; (ii) as empresas devem realizar testes para garantir a segurança dos sistemas de IA; (iii) a aprovação de uma legislação bipartidária de proteção de dados; (iv) a criação de um relatório para identificar potenciais riscos da IA no mercado de trabalho.¹⁵³

1.3.2. Iniciativas regulatórias na Europa

Ao lado dos Estados Unidos, a Europa busca ser líder global na regulação de inteligência artificial, apresentando diversas iniciativas, especialmente no âmbito da União Europeia (UE). Em fevereiro de 2017, o Parlamento Europeu apresentou uma resolução sobre regras de Direito Civil sobre robótica, objetivando estabelecer princípios gerais relativos ao desenvolvimento da robótica e da inteligência artificial, assim como princípios éticos. Um dos pontos controversos dessa proposta foi o de

¹⁵¹ CONGRESS. **House Resolution 2231**. Disponível em: <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/2231> Acesso em: 13 jan. 2024.

¹⁵² MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 56.

¹⁵³ HELDER, Darlan. Biden assina 1º decreto para regulamentar inteligência artificial nos EUA; veja os principais pontos. **G1**, 01 nov. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2023/11/01/biden-assina-1o-decreto-para-regulamentar-inteligencia-artificial-nos-eua-veja-os-principais-pontos.ghtml> Acesso em: 13 jan. 2024.

criar um estatuto jurídico específico para os robôs,¹⁵⁴ inclusive prevendo que os sistemas mais sofisticados possam ser determinados como pessoas eletrônicas e responsáveis diretamente pelos danos causados, bem como aplicar a personalidade eletrônica a casos em que os robôs tomam decisões autônomas ou em que interagem por qualquer outro modo com terceiros de forma independente.¹⁵⁵

No ano seguinte, 24 Estados-Membros da UE assinaram um termo de cooperação em matéria de inteligência artificial, cujo objetivo era unir os países para trabalharem em conjunto em questões acerca dessa tecnologia, desde a garantia da competitividade do continente na implantação da IA e ao tratamento da regulação dos impactos sociais para garantir o desenvolvimento ético da IA.¹⁵⁶ Outras iniciativas relevantes no âmbito europeu foram a criação do *High Level Expert Group on Artificial Intelligence* (AI HLEG),¹⁵⁷ um grupo composto por peritos especializados no estudo das tecnologias, assim como do grupo *European AI Alliance*, que tem por objetivo estimular a participação democrática na construção de políticas públicas sobre temáticas relacionadas à IA.¹⁵⁸

Em fevereiro de 2020, a Comissão Europeia publicou o “Livro Branco sobre a Inteligência Artificial”, no qual destaca a necessidade de traçar a política regulatória europeia com base na proteção de direitos fundamentais. Em abril de 2021, a Comissão divulgou uma primeira proposta de regulação. Na perspectiva de Filipe Medon, essa proposta tem o potencial de nortear os debates mundiais, tendo em vista a riqueza e detalhamento de seu conteúdo.¹⁵⁹ Na linha do que defendem Freitas e Freitas, a proposta tem como ponto central a defesa de uma IA “centrada no ser

¹⁵⁴ Sobre o tema: MELO, BRICIO LUIS DA ANUNCIACAO; CARDOSO, Henrique Ribeiro. Sistemas de inteligência artificial e responsabilidade civil: uma análise da proposta europeia acerca da atribuição de personalidade civil. **Revista Brasileira de Direitos Fundamentais & Justiça**, v. 16, n. 1, 2022.

¹⁵⁵ PARLAMENTO EUROPEU. **Resolução do Parlamento Europeu, de 16 de fevereiro de 2017, que contém recomendações à Comissão sobre disposições de Direito Civil sobre Robótica (2015/2103(INL))**. Disponível em: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_PT.html Acesso em: 13 jan. 2024.

¹⁵⁶ Assinaram a proposta os seguintes países: Áustria, Bélgica, Bulgária, República Checa, Dinamarca, Estónia, Finlândia, França, Alemanha, Hungria, Irlanda, Itália, Letónia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Países Baixos, Polónia, Portugal, Eslováquia, Eslovénia, Espanha, Suécia, Reino Unido, Noruega. (EUROPEAN COMMISSION. **EU Member States sign up to cooperate on Artificial Intelligence**. Disponível em: <https://europa.eu/!9XkRkx>. Acesso em: 13 jan. 2023).

¹⁵⁷ Em 18 de dezembro de 2018, o AI HLEG submeteu à consulta pública um esboço de um documento que estabelecia diretrizes éticas para a confiabilidade da IA, cuja versão final veio a ser apresentada em abril de 2019, com as diretrizes e princípios que devem nortear o desenvolvimento da tecnologia na União Europeia. (LIMA, Cíntia Rosa Pereira. *Op. Cit.*, p. 36-37).

¹⁵⁸ *Ibidem*, p. 36.

¹⁵⁹ MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 56.

humano, sustentável, segura, inclusiva e fiável”. De acordo com a declaração da vice-presidente executiva da Comissão, a União Europeia “lidera o desenvolvimento de novas normas mundiais, para garantir uma inteligência artificial de confiança”.¹⁶⁰

O professor Medon aborda o pioneirismo da União Europeia na regulação da IA, destacando que foram propostos *standards* e parâmetros regulatórios que tem o potencial de serem replicados em outros países, assim como ocorreu em matéria de proteção de dados pessoais, por meio do regulamento geral de proteção de dados europeu (GDPR).¹⁶¹ Não obstante esse papel relevante, Fabrício Polido afirma que a escolha de política regulatória no espaço da União Europeia não é suficiente, visto que serve apenas como diretrizes aos Estados. Independente disso, o autor ressalta a importância desse papel de complementariedade das normativas da União Europeia, cuja função é de criar padrões e guiar a normatização interna dos Estados membros.¹⁶² Nesse sentido, a própria União Europeia tem destacado a importância da regulação internas dos países comunitários de maneira paralela as normativas do grupo internacional.¹⁶³

Inspirados pelas normativas no âmbito da UE, é possível notar algumas iniciativas regulatórias dos países europeus, a exemplo da Itália, que estabeleceu um plano estratégico de implementação de IA, denominado *Strategia Nazionale per l'Intelligenza Artificiale*, elaborado pelo Ministério do Desenvolvimento Econômico em julho de 2019.¹⁶⁴ Do mesmo modo, Portugal incluiu em sua Carta de Direitos Humanos na Era Digital (Lei nº 27/2021 de 17 de maio) um artigo que estabelece sobre o uso de inteligência artificial, prevendo que essa utilização deve ser orientada pelo respeito aos direitos fundamentais, garantindo um equilíbrio entre os princípios da explicabilidade, da segurança, da transparência e da responsabilidade.¹⁶⁵

¹⁶⁰ COMISSÃO EUROPEIA. **Uma Europa Preparada para a Era Digital**: Comissão propõe novas regras e ações para promover a excelência e a confiança na inteligência artificial. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/PT/ip_21_1682 Acesso em: 14 jan. 2024.

¹⁶¹ MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 60.

¹⁶² POLIDO, Fabrício Pasquot. Novas perspectivas para regulação da inteligência artificial: diálogos entre as políticas domésticas e os processos legais transnacionais. *In*. FRAZÃO, Ana; MULHOLAND, Caitlin. (coord.). **Inteligência artificial e Direito**: ética, regulação e responsabilidade. 2. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020, p.175-204, p. 189

¹⁶³ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. *Op. Cit.*, p. 138.

¹⁶⁴ *Ibidem*.

¹⁶⁵ PORTUGAL. **Carta Portuguesa de Direitos Humanos na Era Digital**. Lei nº 27 de 17 de maio de 2021. Diário da República. Disponível em: https://www.parlamento.pt/Legislacao/Paginas/Educacao_Carta-Portuguesa-de-Direitos-Humanos-na-Era-Digital.aspx Acesso em: 23 jan. 2024.

Diversos outros países também contam com legislações específicas ou planos estratégicos de IA. O Reino Unido, por exemplo, tem buscado estabelecer um desenho institucional sólido, partindo de uma regulação que busca equalizar os interesses governamentais, da indústria, da academia e da sociedade civil. As estratégias adotadas geralmente são focadas na criação de agências ou comissões nacionais de discussão, cujo objetivo é prever o debate sobre a formação de diretrizes éticas para o desenvolvimento e implementação de IA. Exemplo disso é o Comitê de Inteligência Artificial, criado em junho de 2017, que tem por objeto debates sobre as principais questões relacionadas a IA.¹⁶⁶

Em 2018, o governo do Reino Unido elaborou uma proposta de legislação denominada “*Artificial Intelligence Sector Deal*”, a qual integra um plano estratégico amplo dos órgãos locais. Paralelamente a esse projeto, em 2018, o legislativo britânico publicou um relatório para explorar as questões relacionadas à Comissão da IA, no qual foram destacados aspectos regulatórios e formuladas recomendações para uma política regulatória no país, impondo uma série de diretrizes da agenda regulatória.¹⁶⁷ Ao longo dos últimos anos, o país vem assumindo um papel de protagonismo no assunto, a ponto de o Parlamento Europeu reconhecer que o Reino Unido poderá liderar diversas frentes na elaboração de políticas regulatórias do continente.¹⁶⁸

1.3.3. Iniciativas regulatórias no plano supranacional

Algumas entidades têm empreendido esforços para regulamentar a matéria para além das fronteiras orgânicas institucionais, sobretudo visando criar uma linha que possa guiar a regulação dos países. O comitê de Políticas sobre a Economia Digital da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (ODCE) foi pioneiro no contexto supranacional, ao apresentar uma recomendação sobre IA, em maio de 2019.¹⁶⁹ A recomendação, que apresenta grande semelhança com o

¹⁶⁶ POLIDO, Fabrício Bertini Pasquot, 2020, *Op. Cit.*, p. 243.

¹⁶⁷ *Ibidem.*

¹⁶⁸ *Ibidem.*

¹⁶⁹ OECD. **Recommendation of the Council on Artificial Intelligence**. Disponível em: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/oecd-legal-0449> Acesso em: 14 jan. 2024

conteúdo do quadro normativo da União Europeia e dos Estados Unidos, é uma proposta essencialmente principiológica, que estabelece alguns parâmetros para o desenvolvimento ético e responsável da IA, de modo a orientar os principais atores desse mercado tecnológico.¹⁷⁰

O documento apresenta cinco princípios e cinco recomendações, objetivando estabelecer padrões internacionais em relação a implementação dos sistemas de IA. Os princípios mencionados pela recomendação são: (i) crescimento inclusivo, desenvolvimento sustentável e bem-estar; (ii) valores centrados no ser humano e equidade; (iii) transparência e explicabilidade; (iv) robustez, segurança e proteção; e (v) accountability. Em busca de harmonia com esses princípios, a OCDE desenvolveu cinco políticas nacionais de cooperação internacional para uma IA confiável: (i) investir em pesquisa e desenvolvimento de IA; (ii) promover ecossistema digital para IA; (iii) organizar ambiente político favorável à IA; (iv) fortalecer a capacidade humana e preparar as pessoas para a transformação do mercado de trabalho; (v) cooperação internacional para IA confiável.

Em que pese o documento da OCDE não tenha efeito vinculativo sobre os países membros e aos signatários dessa recomendação, essas diretrizes criam padrões internacionais de regulação jurídica de inteligência artificial, fornecendo perspectivas sobre legislações que estão em fase de discussão ou elaboração. Prova disso é que mais de 40 países já aderiram a essas diretrizes – incluindo o Brasil. Além disso, em junho de 2019, o G20 adotou princípios para a IA tendo como base o documento elaborado pela OCDE, reconhecendo a necessidade de observar parâmetros éticos para o desenvolvimento global.¹⁷¹

Além da OCDE, nos últimos anos foi possível notar uma preocupação da ONU em relação à inteligência artificial e os potenciais riscos da evolução tecnológica. A entidade foi responsável por organizar uma série de cúpulas globais sobre a temática, denominadas “*AI for Good Global Summit*”. O objetivo do projeto é identificar aplicações práticas da inteligência artificial, para promover os principais objetivos da ONU, auxiliando na tarefa de desenvolver soluções para o impacto global da IA. A

¹⁷⁰ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. *Op. Cit.*, P. 33-34

¹⁷¹ BELCHIOR, Wilson Sales. *Inteligência Artificial, princípios e recomendações da OCDE*. **Migalhas**, 22 jul. 2020. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/depeso/330983/inteligencia-artificial-principios-e-recomendacoes-da-ocde> Acesso em: 14 jan. 2024.

primeira edição foi realizada em 2017, a qual inaugurou as discussões no âmbito das nações unidas, em conjunto com diversas outras agências.¹⁷² O evento foi realizado nos anos e seguintes e já tem previsão para ser realizada no ano de 2024.

1.3.4. Iniciativas regulatórias no Brasil

De forma tímida, o Brasil vem buscando se adequar à nova realidade digital imposta pelas tecnologias disruptivas da Quarta Revolução Industrial. No plano federal, ainda não existe uma legislação específica que trate sobre o uso e aplicação da inteligência artificial. Há apenas iniciativas regulatórias que seguem em discussão no legislativo, assim como legislações que tangenciam a temática, como por exemplo a Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018) e o Marco Civil da Internet (Lei nº 12.965/2014). Pode-se afirmar que o primeiro passo visando a regulação da IA no país foi dado em maio de 2019, quando o Brasil aderiu aos princípios da OCDE para a administração responsável da IA. Dada a relevância do documento, as diretrizes impostas pela organização internacional nortearão os debates sobre a política regulatória de IA no país, em especial os princípios estabelecidos no documento.

Partindo das diretrizes impostas pela OCDE, em dezembro de 2019, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, por meio de Projeto de Cooperação Técnica Internacional (PRODOC) junto à UNESCO, contratou uma consultoria técnica especializada em IA, objetivando realizar um estudo sobre os potenciais impactos sociais e econômicos. De maneira paralela, ainda em 2019, o Ministério realizou uma consulta pública para inspirar a elaboração de um plano estratégico para o desenvolvimento de IA, por meio de plataforma eletrônica do Governo Federal, entre 12 de dezembro de 3 de março daquele ano.

A consulta pública externou como objetivo colher subsídios da sociedade civil visando “a construção de uma Estratégia Nacional de Inteligência Artificial que permita potencializar os benefícios da IA para o país, mitigando eventuais impactos negativos”. No plano concreto, a proposta destaca que a estratégia tem como escopo “solucionar problemas concretos do país, identificando áreas prioritárias no desenvolvimento e uso das tecnologias relacionadas a IA nas quais há maior potencial

¹⁷² ITU. **AI for Good Global Summit**. Disponível em <https://aiforgood.itu.int/summit24/> Acesso em: 15 jan. 2024.

de obtenção de benefícios”. A consulta estabeleceu, ainda, como eixos verticais do debate a qualificação para um futuro digital, força de trabalho, pesquisa, desenvolvimento, inovação e empreendedorismo, aplicação pelo governo, aplicação nos setores produtivos e segurança pública; e como eixos transversais, a consulta estabeleceu como foco a legislação, regulação e uso ético, aspectos internacionais e governança de IA.¹⁷³

Após a finalização do período da consulta, em julho de 2021, por meio da Portaria MCTI nº 4.617, de 06 de abril de 2021, foi instituída a Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA). Segundo o texto da apresentação, o plano estratégico brasileiro tem por finalidade: (i) nortear as ações do Estado brasileiro em prol do fortalecimento da pesquisa, desenvolvimento e inovações de soluções em Inteligência Artificial, bem como, seu uso consciente, ético para um futuro melhor; e (ii) garantir a inovação no ambiente produtivo e social na área de Inteligência Artificial, capaz de enfrentar os desafios associados ao desenvolvimento do País, nos termos do disposto na Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004.¹⁷⁴

Assim como ocorreu com os planos regulatórios da LGPD e do Marco Civil da Internet, o governo pretendia que o processo legislativo da IA partisse de longos debates, contando com ampla participação democrática, diante da complexidade da matéria debatida. Apesar disso, como uma das primeiras medidas regulatórias adotadas em plano nacional, a EBIA, assim como a consulta pública que a antecedeu, não passaram ilesas de críticas dos pesquisadores da área, seja em razão da ausência de ampla participação da sociedade civil no debate ou mesmo por conta do seu conteúdo raso.

Ao comentar a estratégia brasileira de IA, Fabrício Polido destaca que o Brasil precisa ter práticas mais ambiciosas em inteligência artificial, salientando que a consulta pública que deu origem à EBIA ficou aberta por um tempo exíguo para intervenções técnicas e especializadas de entidades privadas ou públicas. Ademais, segundo o professor, o resultado da consulta foi péssimo, uma vez que contou com

¹⁷³ BRASIL. **Consulta pública: estratégia brasileira de inteligência artificial**. Disponível em: <http://participa.br/estrategia-brasileira-de-inteligencia-artificial/estrategia-brasileira-de-inteligencia-artificial-aplicacao-nos-setores-produtivos> Acesso em: 27 jan. 2024.

¹⁷⁴ BRASIL. **Portaria nº 4.617, de 06 de abril de 2021**. 2021. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/Portaria_MCTI_n_4617_de_06042021.html. Acesso em: 10 de agosto de 2023.

apenas 138 contribuições de 33 autores, dos quais apenas quatro teriam assinado como entidades, deixando mais perguntas do que respostas.¹⁷⁵

Polido assevera, ainda, que a Estratégia Nacional está distante de oferecer respostas com profundidade, visto que qualquer escolha regulatória que visa a codificação legal de sistemas autônomos ou inteligentes deve vir acompanhada de discussões sobre diversos aspectos, tais como a formação humana, potenciais educacionais, investimentos em pesquisa, e os dilemas éticos e morais em segmentos da saúde, medicina, meio ambiente, entre outros.¹⁷⁶Do mesmo modo, Cíntia Lima salienta que a consulta pública ficou aberta por tempo insuficiente para maturação, considerando a complexidade da matéria discutida. Para fins de comparação, a autora destaca outras iniciativas regulatórias no âmbito das novas tecnologias que passaram pelo mesmo processo de discussão, como o Marco Civil da Internet, que teve período de consulta pública de um ano, assim como a LGPD, que foi idealizada em 2011, submetida à consulta pública e audiência pública, e veio a ser consolidada apenas em 2018. De todo modo, a autora destaca que essa pode ter sido apenas a primeira fase de participação, especulando a possibilidade de o governo realizar novos debates e discussões para consolidar pontos importantes.¹⁷⁷

O advogado e diretor do ITS-Rio, Ronaldo Lemos, fez críticas contundentes à EBIA, classificando a estratégia como “patética”. Segundo Lemos, o documento não passa de uma compilação de citações e dados retirados da internet. Afirmar, ainda, que se o Brasil tiver como base esse documento para formular políticas públicas para os desafios impostos pela tecnologia, o futuro será tenebroso, visto que o documento publicado tem o nível de um trabalho de graduação universitário malfeito, com a diferença de que esse relatório gerou custos recursos aos cofres públicos.¹⁷⁸

Com uma visão menos pessimista, Filipe Medon afirma que, apesar de o documento ser muito simplista em comparação ao que vem sendo produzido no exterior em matéria regulatória, e considerando as necessidades do Brasil para

¹⁷⁵ TELESÍNTese. **Polido: Brasil precisa ter práticas mais ambiciosas em inteligência artificial.** Disponível em: <https://www.telesintese.com.br/polido-brasil-precisa-ter-praticas-mais-ambiciosas-em-inteligencia-artificial/> Acesso em: 15 jan. 2024.

¹⁷⁶ POLIDO, Fabrício Bertini Pasquot, 2020, *Op. Cit.*, p. 195.

¹⁷⁷ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. *Op. Cit.*, p. 40.

¹⁷⁸ HORA DO POVO. **Programa de IA do governo é um desastre.** 12 abr. 2021. Disponível em: <https://horadopovo.com.br/programa-de-inteligencia-artificial-do-governo-e-um-desastre-diz-ronaldo-lemos/> Acesso em: 16 jan. 2024.

enfrentar o advento dessa tecnologia, o plano estratégico do governo apresenta bons questionamentos que podem nortear a discussão daqui para frente, embora seu conteúdo seja “tímido, ligeiramente atécnico e incompleto”.¹⁷⁹

Paralelamente aos esforços para construir um plano estratégico que possa nortear a política nacional de IA, observa-se a proliferação de algumas propostas legislativas da regulamentação da IA. Muitas dessas iniciativas surgiram até mesmo antes do lançamento do plano estratégico brasileiro, embora o conteúdo legislativo não seja adequado para formular uma política pública de IA que possa atender as principais demandas geradas por essa tecnologia.

A primeira normativa surgiu de uma iniciativa do CNJ, que publicou, no dia 25 de agosto 2020, a Resolução nº 332/2020, com o objetivo de regular o uso ético e transparente da Inteligência Artificial no âmbito do Poder Judiciário.¹⁸⁰ A medida representou um importante avanço, tendo em vista que o Brasil não dispunha até então de normas específicas sobre a aplicação de IA nos procedimentos judiciais. Na visão de Dierle Nunes, a Resolução nº 332/2020 representa um passo importante, mas ainda insuficiente, na regulação da inteligência artificial, na medida em que seu conteúdo precisa alcançar também a prática: desde sua implementação até o controle de seus resultados. De acordo com Nunes, a IA deve estruturar modelos algorítmicos com equidade, confiabilidade e segurança, análise do impacto social, transparência, *accountability* e respeito à dignidade da pessoa humana.¹⁸¹

Além da iniciativa do CNJ, a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (Lei nº 13.709/2018) estabeleceu algumas diretrizes importantes, sobretudo no controle da motivação e da explicação do caminho tomado pelas decisões com base na inteligência artificial. O art. 20 da LGPD traz, de forma expressa, o reconhecimento de que o titular de dados tem de solicitar a revisão de decisões tomadas unicamente com tratamento automatizado de dados, que de alguma forma afetem seus interesses.¹⁸²

¹⁷⁹ MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 64.

¹⁸⁰ CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA. **Resolução nº 332, de 21 de agosto de 2020**. Disponível em: <https://atos.cnj.jus.br/atos/detalhar/3429>. Acesso em: 23 jan. 2024.

¹⁸¹ NUNES, Dierle. Virada tecnológica no direito processual e etapas do emprego da tecnologia no direito processual. *In*. NUNES, Dierle; LUCON, Paulo Henrique dos Santos; WOLKARTE, Erik Navarro (Coord.). **Inteligência artificial e Direito Processual**: os impactos da virada tecnológica no direito processual. Salvador: Juspodivm, p.17-54, 2021, p. 18-19.

¹⁸² VALLE, Vivian Cristina Lima López; GALLO, William Ivan. *Op. Cit.*, p. 79.

No campo específico da IA, há diversas proposições em tramitação no Congresso Federal, a exemplo do Projeto de Lei nº 5.691/2019, de autoria do Senador Styvenson Valentim (PODEMOS/RN), sob a relatoria do Senador Rogério Carvalho, que institui a Política Nacional de Inteligência Artificial. Essa proposta aponta como objetivo primordial estimular a formação de um ambiente favorável ao desenvolvimento de tecnologias em IA. O projeto bastante sintético sugere o estabelecimento de princípios (art. 2º), diretrizes da política nacional de IA (art. 3º), recomendações para as soluções de IA (art. 4º), instrumentos da política nacional de IA (art. 5º), assim como a possibilidade de a União e os entes públicos firmarem convênios para obtenção de recursos destinados a fortalecer a política nacional de IA (art. 6º).¹⁸³

A despeito de o Projeto de Lei ter como objetivo instituir a “Política Nacional de Inteligência Artificial”, destaca-se que o documento está muito longe do que o Brasil precisa enquanto política regulatória, muito menos para ser denominado como plano nacional de IA. Seu conteúdo muito breve não aborda uma série de questões necessária na regulação, como a responsabilidade pelos danos causados por sistemas autônomos e tampouco regula de forma adequada o uso ético e transparentes desses sistemas.

Nesse sentido, Cíntia Lima tece algumas críticas em relação ao projeto, como: (i) a ausência da previsão legal do princípio da *accountability*; (ii) a ausência de referência às normas vigentes de proteção de dados no art. 2º, inciso III, do PL; (iii) a ausência da devida participação popular no processo legislativo, como prevê o art. 4º, inciso V, do PL; (iv) inexistência de previsão acerca da criação de uma Autoridade de Robótica e Inteligência Artificial.

Outra iniciativa legal que tramita no Congresso é o PL nº 5.051/2019, também de autoria do senador Styvenson Valentim, cujo conteúdo é muito similar ao PL nº 5.691/2019, o qual “estabelece os princípios para o uso da Inteligência Artificial no Brasil”. Em que pese o objeto dessa lei seja menos ambicioso, já que visa apenas estabelecer o rol de princípios que deve reger a utilização da IA, a iniciativa também

¹⁸³ BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei nº 5.691, de 2019**. Institui a Política Nacional de Inteligência Artificial, com o objetivo de estimular a formação de um ambiente favorável ao desenvolvimento de tecnologias em Inteligência Artificial. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/139586> Acesso em: 23 jan. 2024.

merece críticas, como por exemplo pelo fato de não constar um dos princípios mais importantes na regulação da matéria, qual seja, o princípio da não discriminação, como fez o PL nº 5.691/2019.¹⁸⁴

Há que se destacar também o PL nº 872/2021, que dispõe sobre os marcos éticos e as diretrizes que fundamentam o desenvolvimento do uso da IA no Brasil. O projeto, de iniciativa do Senador Veneziano Vital do Rêgo (MDB/PB), prevê alguns fundamentos para o uso da IA, como o respeito aos direitos humanos, a transparência, a confiabilidade e a segurança dos sistemas. Além disso, o PL prevê o resguardo de uma série de direitos fundamentais, como a autonomia, a diversidade cultural e social e a não discriminação. O PL também menciona uma série de diretrizes para a atuação da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios no desenvolvimento da inteligência artificial.¹⁸⁵

Dentre os projetos de lei apresentados sobre a IA até o presente momento, o que tem a tramitação mais avançada é o PL nº 21 de 2020, de autoria do Deputado Eduardo Bismark (PDT-CE), que foi aprovado pela Câmara de Deputados em setembro de 2021, após a tramitação em urgência. Esse projeto ficou conhecido como o “Marco Legal da Inteligência Artificial”, prevendo princípios, direitos, deveres e instrumentos de governança para a IA. Uma das principais inovações dessa proposição foi estabelecer parâmetros conceituais importantes na regulação da tecnologia (art. 2º), algo que não estava presente nos projetos anteriores.¹⁸⁶ Apesar do seu conteúdo mais detalhado, esse projeto de lei sofreu algumas críticas devido, sobretudo, à ausência de um debate mais amplo, envolvendo a academia e especialistas do setor.¹⁸⁷

Filipe Medon entende que a proposta merece alguns elogios, por exemplo por prever como um dos princípios básicos a finalidade benéfica dos sistemas

¹⁸⁴ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. *Op. Cit.*, p. 48.

¹⁸⁵ BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 872, de 2021**. Dispõe sobre os marcos éticos e as diretrizes que fundamentam o desenvolvimento e o uso da Inteligência Artificial no Brasil. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/147434> Acesso em: 23 jan. 2024.

¹⁸⁶ BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei nº 21, de 2020**. Estabelece fundamentos, princípios e diretrizes para o desenvolvimento e a aplicação da inteligência artificial no Brasil; e dá outras providências. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/151547> Acesso em: 23 jan. 2024.

¹⁸⁷ BARBOSA, Leonardo Figueiredo; PINHEIRO, Caroline da Rosa. Inteligência artificial no Brasil: avanços regulatórios. **Revista de Informação Legislativa**, v. 60, n. 240, p. 11-41, 2023, p. 36

autônomos.¹⁸⁸ Apesar disso, o professor destaca que o diploma legal falhou tendo em vista sua aprovação ocorrida em velocidade incompatível com a necessidade de debate que a matéria necessita, bem como pelo fato de que o PL não observou a Estratégia Brasileira publicada no mesmo ano, além de estabelecer um regime de responsabilidade inadequado em relação aos danos causados por IA.¹⁸⁹

Em virtude das críticas oferecidas em face dos projetos de lei em tramitação, no ano de 2022, por meio do Ato 04/2022 do Presidente do Senado, foi criada uma Comissão de juristas (CJUSBIA) responsável por subsidiar a elaboração de minuta de substitutivo para instruir a apreciação dos Projetos de Lei nºs 5.051, de 2019, 21, de 2020, e 872, de 2021, que têm como objetivo estabelecer princípios, regras, diretrizes e fundamentos para regular o desenvolvimento e a aplicação da inteligência artificial no Brasil. Essa Comissão foi composta por 18 especialistas da área¹⁹⁰ e presidida pelo Ministro do Superior Tribunal de Justiça, Ricardo Villas Bôas Cueva, um grande entusiasta da utilização da IA no Poder Judiciário.¹⁹¹

Foram realizadas diversas reuniões internas e audiências públicas, já que o objetivo da Comissão sempre foi ouvir amplamente a sociedade. De maneira paralela às audiências públicas, foi aberto prazo para contribuições escritas, tendo sido registradas 102 manifestações de entidades representantes da sociedade civil, de órgãos governamentais, da academia, do setor privado, além de contribuições individuais. A Comissão também realizou um seminário internacional, objetivando ampliar o debate. Ao final, o resultado foi um relatório final de 908 páginas, o que evidencia o sucesso da iniciativa.¹⁹²

¹⁸⁸ MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 52

¹⁸⁹ *Ibidem*, p. 64-65.

¹⁹⁰ A Comissão de Juristas conta com Laura Schertel Mendes como relatora; o Ministro Ricardo Villas Bôas Cueva na presidência, sendo composta pelos seguintes membros: Ana Frazão, Bruno Bioni, Danilo Doneda, Fabrício da Mota, Miriam Wimmer, Wederson Siqueira, Cláudia Lima Marques, Juliano Maranhão, Thiago Sombra, Georges Abboud, Frederico D'Almeida, Victor Marcel, Estela Aranha, Clara Iglesias Keller, Mariana Valente e Filipe Medon. (SENADO FEDERAL. **CJSUBIA - Comissão de Juristas responsável por subsidiar elaboração de substitutivo sobre inteligência artificial no Brasil**. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/comissoes/comissao?codcol=2504> Acesso em: 17 jan. 2024).

¹⁹¹ CUEVA, Ricardo Villas Bôas. Inteligência artificial no Judiciário. *In*. NUNES, Dierle; LUCON, Paulo Henrique dos Santos; WOLKARTE, Erik Navarro (Coord.). **Inteligência artificial e Direito Processual: os impactos da virada tecnológica no direito processual**. Salvador: Juspodivm, p. 79-91, 2021.

¹⁹² A recomendação foi feita pelo professor Fernando Osório durante uma audiência pública. (SENADO FEDERAL. **CJSUBIA - Comissão de Juristas responsável por subsidiar elaboração de substitutivo sobre inteligência artificial no Brasil**.

No final de 2022, a CJUSBIA apresentou a minuta de substitutivo aos projetos de lei em tramitação, que têm como objetivo estabelecer princípios, regras, diretrizes e fundamentos para regular o desenvolvimento e a aplicação da inteligência artificial no Brasil. Segundo a exposição de motivos, o novo marco legal tem um duplo objetivo: estabelecer direitos para a proteção das pessoas que são impactadas pela IA, desde a recomendação de conteúdo e direcionamento de publicidade de internet, até a sua análise de elegibilidade para tomada de crédito e políticas públicas; e dispor sobre ferramentas de governança e um arranjo institucional de fiscalização e supervisão, visando criar um cenário de segurança jurídica para o desenvolvimento da tecnologia.¹⁹³

O projeto de lei, muito mais robusto do que os anteriores, apresentou muitas novidades e aspectos positivos. Veja-se, por exemplo, o art. 5º, que estabeleceu um rol de direitos de pessoas afetadas por sistemas de inteligência artificial, como o direito à explicação sobre a decisão, recomendação ou previsão tomada por sistemas de IA. Além disso, assim como pode ser observado em legislações estrangeiras, o PL dedicou um dispositivo para tratar de conceitos importantes no desenvolvimento da IA, definido o que são “sistemas de inteligência artificial”, “fornecedor de sistema de inteligência artificial”, entre outros. Também vale ressaltar a iniciativa de estabelecer medidas concretas de estímulo para fomentar a inovação, estabelecendo a possibilidade da autorização para o funcionamento de ambiente regulatório experimental para inovação em IA (*sandbox* regulatório).¹⁹⁴

Apesar disso, algumas previsões são polêmicas. Por exemplo, a proposta estabeleceu que o diploma estabelece que a responsabilidade civil para os danos causados por sistemas autônomos, quando se tratar de sistema de inteligência artificial de alto risco ou de risco excessivo, será na modalidade objetiva, e nos demais casos, isto é, quando não envolver alto risco ou risco excessivo, o PL prevê presunção da culpa do agente causador do dano, aplicando a inversão do ônus da prova em favor da vítima. Sem dúvida, a responsabilidade civil é um dos temas que gerará o maior número de debates, considerando sua complexidade e o impacto gerado em face das empresas desenvolvedoras dessas tecnologias.

¹⁹³ *Ibidem*.

¹⁹⁴ *Ibidem*.

Como se pode observar, o Brasil vem caminhando lentamente em busca de uma proposta regulatória que atenda os anseios da sociedade, que possam impulsionar o desenvolvimento tecnológico no país, sem atentar contra os direitos fundamentais e valores essenciais previstos na Constituição. É fato que nos últimos anos, especialmente com a criação da CJUSBIA, ocorreram avanços significativos na supervisão regulatória. Não obstante, diversos pontos ainda estão longe de serem resolvidos e merecem um amplo debate da sociedade civil, para evitar equívocos legislativos que podem custar caro no futuro.

Nos próximos anos, a expectativa é de um avanço ainda maior na regulação da IA, por meio de uma agenda regulatória que possa criar políticas públicas consistentes, visando a implementação de sistemas que respeitem à ética e os valores democráticos. É importante observar, por fim, o avanço dos países estrangeiros na regulação da matéria, que poderá nortear o desenvolvimento da política legislativa brasileira. Contudo, é fundamental respeitar as diferenças locais, a fim de evitar a ocorrência de um “transplante jurídico”, por meio da criação de regras que não atendem as particularidades do contexto local.¹⁹⁵

¹⁹⁵ LEGRAND, Pierre. The impossibility of 'legal transplants'. **Maastricht journal of European and comparative law**, v. 4, n. 2, p. 111-124, 1997.

2. VEÍCULOS AUTONOMOS: DA FICÇÃO À REALIDADE

A concepção de veículos autônomos não é uma ideia nova, sendo há décadas explorada por filmes de ficção científica e literatura, refletindo o desejo social com a idealização de automóveis que possam operar sem a intervenção humana. Embora essa idealização ainda possa parecer um devaneio futurista e visto pela sociedade com uma certa desconfiança, diversos automóveis autônomos já estão em circulação em vários projetos ao redor do mundo. Isso se deve aos avanços tecnológicos recentes, especialmente na inteligência artificial, aprendizado de máquina e da integração dessas tecnologias com sensores modernos, permitindo a criação de sistemas de condução autônomos ou parcialmente autônomos.

A automação veicular é algo que já entrou no cotidiano das pessoas. Nos últimos anos, houve um significativo avanço tecnológico no setor automobilístico, com a inclusão de diversas tecnologias assistenciais que visam aprimorar a direção. Desde funções básicas, como gerenciamento de alertas no painel e controle automático de estabilidade, até o desenvolvimento de sistemas mais sofisticados, como câmeras e sensores de assistência no estacionamento. Dessa maneira, a indústria do ramo automotivo tem buscado constantemente aumentar a segurança e o conforto na condução veicular por meio da inovação tecnológica.¹⁹⁶

A próxima fase da indústria automotiva é a criação de tecnologias que possam conduzir parcial ou totalmente os veículos. Essa evolução tem sido progressiva e gradual, com cada vez mais incrementos tecnológicos nos automóveis. As grandes empresas de tecnologia estão empregando recursos significativos para que essa tecnologia seja disponibilizada no mercado consumidor de maneira segura. Os investimentos têm permitido a criação de diversos protótipos que dispensam total ou parcialmente a presença de um condutor humano no veículo, que estão sendo utilizados para diversas funcionalidades, como entregas de produtos e alimentos, serviços de taxis autônomos, entre outros. Todavia, nessa jornada rumo à automação, há desafios significativos a serem superados, relacionados à segurança dos veículos, a integração desses veículos no trânsito, a segurança de dados, a aceitação pública, entre outros.

¹⁹⁶ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. *Op. Cit.*, p. 67-68.

Possivelmente um dos principais desafios enfrentados pelas empresas desenvolvedoras de veículos autônomos reside na gestão dos riscos, notadamente considerando os acidentes ocorridos nos últimos anos, envolvendo protótipos em fase de testes e até mesmo veículos que já são sendo comercializados. Essas intercorrências têm contribuído para um cenário de descrédito em relação à tecnologia, alimentando a convicção de que tais veículos não serão viáveis de circular nas ruas.¹⁹⁷

Os diferentes acidentes registrados pelo mundo, como o já citado no Arizona, que culminou na morte de uma pedestre, têm sido divulgados de maneira intensa na mídia, gerando debates sobre a viabilidade dessa tecnologia. No Brasil, esse incidente foi mais divulgado que os mais de trinta mil acidentes ocorridos no ano de 2017, o que demonstra que intercorrências envolvendo veículos autônomos acabam gerando um certo alarde, diante do receio de uma inovação ainda desconhecida.¹⁹⁸

A ex-conselheira sênior de segurança da NHTSA e professora da Faculdade de Engenharia e Computação da Universidade George Mason, Missy Cummings, demonstrou preocupação com o aumento de acidentes envolvendo veículos autônomos. Analisando a situação particular da Tesla, Cummings destacou que a empresa vem apresentando mais acidentes graves e fatais do que o normal, sendo a causa provável a expansão da implementação do sistema de condução autônoma.¹⁹⁹

Para a Uber, o acidente em Tempe foi um evento particularmente traumático, o qual fez com que a empresa mudasse a sua estratégia comercial em relação ao seu programa de carros autônomos. Isso incluiu a retirada imediata dos protótipos das ruas, em todas as cidades em que estava testando os seus softwares de direção autônoma, a fim de evitar a ocorrência de novos acidentes. Ademais, como resposta à fatalidade ocorrida em Tempe, visando mitigar a chance de erro humano e eventuais falhas sistemáticas, a Uber passou a empregar não apenas um, mas dois especialistas no veículo, encarregados de manter a atenção em cada passo do veículo, podendo assumir a direção em caso de emergência. A empresa também

¹⁹⁷ MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 165.

¹⁹⁸ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 10.

¹⁹⁹ SIDDIQUI, Faiz; MERRIL, Jeremy B. 17 fatalities, 736 crashes: The shocking toll of Tesla's Autopilot. **The Washington Post**, 10 jun. 2023. Disponível em: <https://www.washingtonpost.com/technology/2023/06/10/tesla-autopilot-crashes-elon-musk/> Acesso em: 30 mar. 2024.

reforçou a cultura de segurança, por meio de orientações a seus funcionários, ressaltando que a segurança do veículo é responsabilidade de todos, demonstrando o impacto significativo desse fato para o programa de veículos automatizados da Uber, que passou a priorizar a segurança em todas as etapas do programa.²⁰⁰

Mas não é só a Uber que tem enfrentado problemas. Outras fabricantes renomadas do setor automotivo também passaram por experiências similares, que geraram repercussão negativa. Durante os Jogos Paralímpicos de Tóquio, um veículo autônomo da Toyota que era utilizado para locomoção de atletas durante o evento, atropelou um competidor com deficiência visual. O veículo não percebeu a presença do atleta, provocando-lhe ferimentos que o impediram de participar dos Jogos naquele ano. Em virtude do trágico acidente, a montadora decidiu paralisar as atividades durante o evento.

Em resposta ao acidente, o então presidente da empresa, Akio Toyoda, publicou um vídeo pedindo desculpas pelo incidente e comentando que os veículos autônomos ainda não estão realmente preparados para estradas comuns.²⁰¹ De um modo geral, acidentes envolvendo veículos autônomos evidenciam a importância de que as questões de segurança sejam abordadas pelas empresas, por meio do desenvolvimento de sistemas confiáveis antes de serem implementados e comercializados.

Até mesmo no Brasil, um acidente envolvendo um veículo autônomo já foi registrado. Durante o programa “Mais Você”, apresentado por Ana Maria Braga, em abril de 2013, o veículo desenvolvido pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) acabou atropelando a apresentadora ao vivo. Todavia, o acidente não ocorreu por falhas no sistema do veículo, mas por erro humano, considerando que no final do percurso de apresentação, o recurso de autonomia do veículo foi desativado, sem que o freio de mão tenha sido ativado.²⁰²

²⁰⁰ TRINDADE, Rodrigo. Como acidente fatal mudou o programa de carros autônomos da Uber. **UOL**, 11 nov. 2019. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2019/11/16/como-acidente-fatal-mudou-o-programa-de-carros-autonomos-da-uber.htm#:~:text=Para%20isso%2C%20elas%20realizam%20um,o%20sistema%20sensorial%20do%20carro>. Acesso em: 29 mar. 2024.

²⁰¹ DUFFY, Clare. Toyota suspende uso de veículo autônomo depois de atropelar atleta paraolímpico. **CNN Brasil**, 28 mar. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/toyota-suspende-uso-de-veiculo-autonomo-depois-de-atropelar-atleta-paralimpico/> Acesso em: 29 mar. 2024.

²⁰² G1. **Ana Maria Braga lembra de carro autônomo do ES que a atropelou ao vivo: ‘meio assustador**. 15 jun. 2023 Disponível em: <https://g1.globo.com/es/espírito->

No Brasil, embora haja interesse no desenvolvimento de veículos autônomos, a falta de uma regulamentação específica tem sido um óbice para a sua concretização em escala comercial. A ausência de diretrizes regulando a matéria, bem como a vedação expressa para que veículos circulem sem motorista, impedem a realização de testes em vias públicas. Porém, há exemplos de veículos sendo produzidos e testados no âmbito acadêmico e empresarial, tal como o veículo apresentado no programa Mais Você e os projetos conduzidos por universidades, como a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Universidade de São Paulo (USP) de São Carlos, que serão apontados a seguir.

Enquanto isso, outros países vêm avançando no desenvolvimento não só de uma política regulatória, como na realização de testes de veículos autônomos. A testagem dos veículos nas ruas é vista como essencial pelos pesquisadores da área para possibilitar o desenvolvimento da tecnologia, considerando que os sistemas somente poderão aprender a conduzir um veículo na prática. Os Estados Unidos, por exemplo, realizam testes em diversos estados, inclusive com veículos dotados de alto grau de autonomia. Atualmente, a maior parte dos estados possui uma legislação própria regulando essa tecnologia, o que vem permitindo que o país seja uma referência em relação a testes de veículos autônomos no mundo.

Diante do avanço tecnológico na área e da perspectiva da inserção dos veículos autônomos no Brasil, é urgente que o país comece a trabalhar em uma política regulatória, a fim de estabelecer um ambiente de segurança jurídica, estimulando a inovação no país, sem olvidar da proteção dos direitos fundamentais dos indivíduos e da segurança veicular. Entretanto, antes de adentrar ao tema da regulação, entende-se como pertinente examinar o desenvolvimento e as peculiaridades dessa tecnologia.

Dessa forma, esse capítulo será subdividido em quatro tópicos. Em primeiro lugar, busca-se traçar um breve histórico da evolução tecnológica dos veículos autônomos, para, na sequência, analisar o estado da arte da indústria de veículos autônomos, que culminou em uma “corrida da automação” no mundo. Em seguida, examina-se os diversos níveis de autonomia dos veículos autônomos de acordo com as principais classificações existentes. Por fim, o objetivo será analisar compreender

os diversos conceitos e terminologias utilizadas para distinguir os automóveis que possuem sistemas de condução autônoma.

2.1. HISTÓRICO E DESENVOLVIMENTO

Embora seja considerada uma tecnologia relativamente recente, a história dos veículos autônomos remonta há muitos anos. Há mais de meio século, os fabricantes de automóveis e engenheiros sonham com carro futurísticos, fazendo previsões sobre a chegada desses veículos e as grandes capacidades que eles poderiam oferecer. Esse desejo foi externado no discurso proferido por Andrew Kucher, então vice-presidente de engenharia e pesquisa da Ford, durante um evento na Universidade de Northwestern, que levou a sério a possibilidade da existência de veículos autônomos. Na época, esse discurso atraiu a atenção da mídia, virando matéria no *Chicago Daily Tribune*, no ano de 1959. A manchete dizia “Em 50 anos: carros voando como mísseis”, explorando a possibilidade concreta de veículos com sistemas de orientação automática.²⁰³

Mas a história dos veículos autônomos – ou pelo menos a tentativa de desenvolvê-los – é ainda mais antiga. Sabe-se que no início do século XX, o potencial das tecnologias computacionais ainda era muito baixo e sequer se cogitava na existência da internet e tampouco da IA. Em que pese as limitações tecnológicas da época, a primeira tentativa de conduzir um veículo autonomamente ocorreu no ano de 1904, em virtude da iniciativa do espanhol Leonardo Torres-Quevedo, engenheiro e matemático, que desenvolveu um triciclo controlado por ondas de rádio. Contudo, a idealização teve pouca repercussão na época, sendo tratada apenas como um brinquedo futurista.²⁰⁴

Somente em 1925, um veículo convencional iria percorrer uma rua com trânsito. Esse evento peculiar ocorreu na Broadway, na cidade de Nova Iorque, quando um carro apareceu andando vazio pela rua, seguido de perto por um outro

²⁰³ SADOWSKI, Jathan. The Car of the Future of the Past. **Slate**, 19 ago. 2013. Disponível em: <https://slate.com/technology/2013/08/car-of-the-future-nuclear-solar-and-battery-power-from-the-1950s-and-1960s.html> Acesso em: 29 mar. 2024.

²⁰⁴ ENGELKING, Carl. The ‘Driverless’ Car Era Began More Than 90 Years Ago. **Discover Magazine**, 13 dez. 2017. Disponível em: <https://www.discovermagazine.com/technology/the-driverless-car-era-began-more-than-90-years-ago> Acesso em: 29 mar. 2024.

veículo cheio de equipamentos de rádio e com vários homens dirigindo e operando um conjunto de controles.²⁰⁵ Era o automóvel desenvolvido por Francis Houdina, marcando a primeira experiência de controle de rádio promovida pela empresa Houdina Radio Control Company.²⁰⁶

Figura 1 - Veículo da Houdina Radio Control Company



Fonte: Radio News²⁰⁷

Amplamente divulgado nos jornais do país, o automóvel da Houdina era equipado com uma antena transmissora e motores que controlavam as principais operações do veículo (aceleração, frenagem e direção). Denominado pela imprensa como “*American Wonder*” (maravilha americana), o veículo teve grande repercussão na época por meio da demonstração realizada nas ruas de Nova Iorque, sendo o primeiro veículo a circular pelas ruas sem a intervenção de um motorista. Mas a

²⁰⁵ STAYTON, Erik Lee. **Driverless dreams**: technological narratives and the shape of the automated car. 2015. 140 f. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology (MIT), p. 11.

²⁰⁶ RODRÍGUEZ, Antonio Luiz Terrones. Una aproximación general al desarrollo de los coches autónomos. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)**, v.16, n. 47, p. 153-175, 2021, p. 155.

²⁰⁷ GREEN, Herndon. Radio-Controlled Automobile. **Radio News**, São Francisco, novembro de 1925, p. 592. Disponível em: <https://www.worldradiohistory.com/Archive-Radio-News/20s/Radio-News-1925-11-R.pdf> Acesso em: 03 abr. 2024.

exibição não foi bem sucedida, pois terminou com a colisão do veículo com outro automóvel que transportava jornalistas que acompanhavam a exposição.²⁰⁸

Na época, os carros que tripulavam sem motorista, como o modelo elaborado pela Houdina, eram uma grande novidade e atraíram muito interesse do público. Os primeiros experimentos de veículos controlados por ondas de rádio surgem em um período no qual essa tecnologia era emergente, o que possibilitou a apresentação de carros circulando sem motorista pela primeira vez na história.²⁰⁹ No entanto, esses modelos tinham pouca aplicação prática, já que é difícil vislumbrar utilidade para um veículo controlado por rádio que precisa ser controlado a uma distância de poucos metros e seguido por outro carro.²¹⁰ Isso fez com que o interesse por esses protótipos fossem diminuindo com o tempo.

Outro marco notável na história dos veículos autônomos ocorreu durante a Feira Mundial de Nova Iorque de 1939. O evento foi um verdadeiro sucesso, atraindo mais de 44 milhões de visitantes. Uma das exposições mais emblemáticas foi a Futurama, projetada por Norman Melancton Bel Guedes e patrocinada pela General Motors (GM), que visava instigar o desenvolvimento, prevendo como seria o mundo em vinte anos, ou seja, no ano de 1960. A Futurama exibiu um projeto de cidade futurística, na qual haveria rodovias inteligentes onde os carros seriam mantidos em uma distância segura por meio de um sistema de controle de rádio.²¹¹ A exibição de carros sem motorista em funcionamento alimentou o imaginário popular e demonstrou a viabilidade potencial dessa tecnologia.

Inspirada pelo desenvolvimento da indústria eletrônica no período pós-guerra, no ano de 1953, a empresa General Motors (GM) firmou uma parceria com a Radio Corporation of America (RCA), cuja finalidade era desenvolver um sistema de veículos autônomos. O projeto envolvia a implementação de circuitos de sensores enterrados nas estradas, capazes de controlar os veículos equipados com receptores. Como resultado das pesquisas, surgiram dois protótipos, denominados Firebird I e Firebird II. A expectativa era de que essa tecnologia pudesse ser disponibilizada para a

²⁰⁸ ROCHA, Pedro Alexandre Moura Cirilo. *Op. Cit.*, p. 6.

²⁰⁹ STAYTON, Erik Lee. *Op. Cit.*, p. 12.

²¹⁰ GOLDHILL, Olivia. We've had driverless cars for almost a hundred years. **Quartz**, 22 out. 2016. Disponível em: <https://qz.com/814019/driverless-cars-are-100-years-old> Acesso em: 29 mar. 2024.

²¹¹ WETMORE, Jameson. Driving the dream. The history and motivations behind 60 years of automated highway systems in America. **Automotive History Review**, v. 7, p. 4-19, 2003.

sociedade em 15 anos.²¹² No entanto, a ideia de estradas equipadas com sensores também não foi difundida, o que levou os engenheiros a buscarem novas formas de buscar a autonomia dos veículos.²¹³

Nas décadas de 60 e 70, um dos experimentos mais notórios foi o Stanford Cart, desenvolvido na Universidade de Stanford, na Califórnia. Inicialmente projetado pelo estudante de engenharia James Adams, que trabalhava em um projeto de propulsão da Nasa, o carrinho possuía quatro rodas de bicicleta movidos por uma bateria de carro e possuía uma câmera na parte frontal. O protótipo passou por algumas adaptações nos anos seguintes, inclusive com a intervenção de John McCarthy, responsável por cunhar o termo inteligência artificial. No ano de 1979, após algumas modificações, o veículo conseguiu atravessar uma sala cheia de cadeiras sem a intervenção humana em cerca de cinco horas.²¹⁴

Nessa mesma época, foi desenvolvido o primeiro robô móvel controlado por inteligência artificial, o Shakey, que era um carrinho de rolagem que tinha a capacidade de navegar por um ambiente controlado. O projeto foi desenvolvido pelo *Stanford Research Institute International*, uma associação sem fins lucrativos composta por pesquisadores e especialistas no setor de inovação. O instituto surgiu inicialmente na Universidade de Stanford, mas depois tornou-se uma associação independente, localizado no Menlo Park, Califórnia, visto como o ponto zero do que se conhece hoje como Vale do Silício. O Shakey foi considerado o primeiro robô capaz de raciocinar sobre suas ações, sendo reconhecido pela Revista Life como a “primeira pessoa eletrônica” em 1970.²¹⁵

Não há como negar que os primeiros experimentos com veículos sem condutor, que previam a utilização de comunicação via rádio e sensores nas estradas, representaram um marco importante no desenvolvimento dos veículos autônomos. Todavia, nenhum desses modelos pode ser comparado com as tecnologias presentes nos veículos atuais, visto que apenas transferiam a responsabilidade de controlar veículo do motorista para algum fator externo, seja um carro guia com equipamentos

²¹² PEREIRA, Sandor Banyai; BOTELHO, Rober. Design de Interação: fatores humanos e os carros autônomos. **Design e Tecnologia**, v. 8, n. 16, p. 69-86, 2018, p. 71.

²¹³ ROCHA, Pedro Alexandre Moura Cirilo. *Op. Cit.*, p. 6.

²¹⁴ EARNEST, Les. Stanford Cart. **Computer Science Department**. Stanford University. Dezembro de 2012. Disponível em: <https://web.stanford.edu/~learnest/sail/oldcart.html> Acesso em: 25 mar. 2024.

²¹⁵ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. *Op. Cit.*, p. 6.

de rádio ou sensores espalhados pelas ruas. Dessa forma, há pouca ligação nos primeiros veículos sem condutor com os modelos desenvolvidos pelas grandes empresas hoje, como Google e Tesla.

Foi apenas nas últimas décadas, em especial a partir da década de 80, que a indústria de veículos automatizados começou a evoluir de maneira significativa, impulsionada pelos avanços substanciais nas tecnologias de programação e processamento de dados. Um dos principais marcos desse desenvolvimento foi a concepção de sensores modernos que tem a capacidade de detectar objetos externos, como outros carros ou placas de trânsito, o que fez com que os veículos não dependessem mais de fatores externos como veículos guia ou sensores nas estradas.²¹⁶ Além disso, a retomada das pesquisas e investimentos na inteligência artificial, após o período conhecido como inverno da IA, foi essencial para o desenvolvimento dos primeiros veículos autônomos.

De acordo com Filipe Medon, não há como separar o funcionamento da condução autônoma da inteligência artificial, em especial das técnicas do aprendizado de máquina. Apenas por meio de dados coletados nas ruas por sensores e câmeras, é que os softwares, guiados pela IA, poderão ser capazes de conduzir um raciocínio semelhante ao raciocínio humano, a fim de conduzir o carro de maneira segura, diante das diversas situações que poderão vir a acontecer no trânsito. Quanto mais os carros circulam mais eles aperfeiçoam a direção, em razão da aquisição de “experiência”, alimentando o sistema com informações.²¹⁷

Nesse período, portanto, começaram a ser testados os primeiros veículos, especialmente nos EUA e na Alemanha. O professor Antonio Rodriguez destaca um importante marco na evolução de veículos inteligentes: o projeto Prometheu, promovido pela EUREKA, uma organização intergovernamental de financiamento na Europa. O programa teve um financiamento de quase 750 milhões de Euros, sendo um dos maiores projetos durante o período de 1987 a 1995.

O Prometheu foi considerado muito avançado para o período, visto que realizou testes práticos significativos. Diante dos expressivos recursos financeiros investidos, o projeto teve sucesso, realizando uma viagem de 1.600 km com o veículo

²¹⁶ ROCHA, Pedro Alexandre Moura Cirilo. *Op. Cit.*, p. 20.

²¹⁷ MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 176.

VaMP, dos quais 95% foram concluídos de forma autônoma.²¹⁸ Um dos experimentos possibilitou que os veículos percorressem cerca de 1000 km nas estradas de Paris, demonstrando sua capacidade de operação em condições reais de tráfego. Além disso, foi realizada uma viagem entre Munique e Copenhague, ilustrando a viabilidade e o potencial dos veículos autônomos em percorrer distâncias longas.²¹⁹

Todas essas investigações e experimentos culminaram em um dos eventos mais notáveis da história dos veículos autônomos. A *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA), uma agência governamental dos EUA, realizou o DARPA Grand Challenge, uma competição que visava promover o desenvolvimento de veículos autônomos. A primeira edição ocorreu no ano de 2004 em um deserto na Califórnia, cuja proposta era que os participantes desenvolvessem automóveis capazes de percorrer um percurso de 240 km. Em que pese nenhum dos veículos tenha conseguido completar o percurso, esse desafio atraiu a atenção de grandes empresas, que passaram a investir em pesquisas sobre veículos autônomos.²²⁰

Apesar do fracasso na primeira edição, a DARPA continuou a organizar a competição nos anos seguintes, oferecendo prêmios substanciais aos competidores. Um ano depois, em 2015, outra edição foi realizada, quando cinco das vinte e três equipes alcançaram a linha de chegada, em um percurso de 210 km no deserto. Já em 2007, foi realizado o DARPA Urban Challenge, que tinha uma proposta diferente das anteriores, visando testar os veículos autônomos em um ambiente urbano simulado. Nessa oportunidade, seis equipes conseguiram realizar o percurso, evidenciando a possibilidade de que automóveis automatizados podem circular no meio urbano de maneira segura.²²¹

As competições envolvendo veículos autônomos realizados pela agência governamental dos EUA foram um grande marco na jornada dos veículos autônomos, sendo fundamental para impulsionar o desenvolvimento da tecnologia, estimulando a cooperação entre centros de pesquisa, universidades e a indústria. O DARPA foi o

²¹⁸ PADEN, Brian; CAP, Michal; YOUNG, Sze Zheng; YERSHOW, Dmitry; FRAZZOLI, Emilio. A survey of motion planning and control techniques for self-driving urban vehicles. **IEEE Transactions on intelligent vehicles**, v. 1, n. 1, p. 33-55, 2016.

²¹⁹ RODRIGUEZ, Antonio Luiz Terrones. *Op. Cit.*, p. 157.

²²⁰ ROCHA, Pedro Alexandre Moura Cirilo. *Op. Cit.*, p. 6.

²²¹ BUEHLER, Martin; IAGNEMMA, Karl; SINGH, Sanjiv. **The DARPA urban challenge: autonomous vehicles in city traffic**. Springer Science & Business Media, 2009.

primeiro grande teste realizado em grande escala com essa tecnologia, alimentando a crença de que essa tecnologia poderia se tornar possível.

2.2. O ESTADO DA ARTE DOS VEÍCULOS AUTÔNOMOS: A “CORRIDA DA AUTOMAÇÃO”

Desde a realização das competições pela DARPA, o mercado vem sendo preenchido pelas grandes empresas de tecnologia, que vem atuando na pesquisa e desenvolvimento de veículos autônomos. Atualmente, é possível afirmar que existe uma espécie de “corrida de automação” entre as empresas do mundo digital, que buscam atingir níveis cada vez maiores de autonomia e o controle de riscos associados à direção autônoma. As empresas que vem se destacando são Google, Tesla, Uber, Apple, BMW, Toyota, Audi, Mercedes Benz Volvo e Volkswagen, entre outras.²²²

Em 2009, a Google iniciou sua trajetória no ramo da condução autônoma com um projeto ambicioso, realizando testes com o veículo Toyota Prius, sendo uma das primeiras empresas a ingressarem nesse ramo. O ano de 2015 marcou a primeira vez em que a empresa realizou a circulação de carros em vias públicas, conduzindo um passeio com um homem cego em Austin, Texas.²²³ No ano seguinte, em 2016, a Google transferiu o projeto de veículos autônomos para a empresa Waymo, uma empresa independente de tecnologia autônoma, que vem guiando o programa desde então.²²⁴

Atualmente, a Waymo é uma das principais empresas de condução veicular autônoma. Um dos seus projetos, o aplicativo Waymo One (similar aos aplicativos de transporte brasileiros), oferece um serviço de táxis autônomos em alguns locais nos Estados Unidos, realizando corridas sem a presença de um motorista. Com um slogan ambicioso, “o futuro do transporte está aqui”, o aplicativo oferece algumas facilidades, como a possibilidade de realizar pequenas paradas e a conexão com o celular para

²²² RODRIGUEZ, Antonio Luiz Terrones. *Op. Cit.*, p. 161.

²²³ AUTOESPORTE. **Waymo: entenda a evolução do carro autônomo do Google**. 17 mai. 2017. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/carros/noticia/2017/05/waymo-entenda-evolucao-do-carro-autonomo-do-google.ghtml> Acesso em: 30 mar. 2024.

²²⁴ WAYMO. **Our story**. Disponível em: <https://waymo.com/about/#story> Acesso em: 30 mar. 2024.

reproduzir músicas escolhidas pelo passageiro. Esse foi o primeiro serviço de transporte privado utilizando veículos autônomos no mundo e está disponível em Phoenix, São Francisco, Los Angeles e Austin.²²⁵

Figura 2 – Aplicativo Waymo One

WAYMO ONE

Meet Waymo One™

The world's first autonomous
ride-hailing service

→ Be one of the first



Fonte: Waymo²²⁶

Trata-se de uma das únicas empresas do mundo que possui uma frota de veículos verdadeiramente autônomos circulando em vias públicas. Um brasileiro residente nos Estados Unidos teve a oportunidade de utilizar do serviço Waymo One, compartilhando sua experiência em um vídeo na plataforma Youtube. Nesse vídeo, ele demonstra o veículo chegando para iniciar a viagem, sem a presença de um condutor humano. O sistema do veículo é muito sofisticado, permitindo ao usuário abrir a porta do carro por meio de bluetooth e iniciar a viagem por meio de uma tela acoplada no banco.²²⁷

Desde os primeiros testes em 2015, a Waymo vem apresentando resultados satisfatórios em relação ao desenvolvimento de veículos autônomos. Em 2020, foram divulgados dados sobre os testes realizados no estado do Arizona, entre janeiro de 2019 e setembro de 2020. Esse levantamento demonstrou que os veículos da

²²⁵ MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 166.

²²⁶ WAYMO. **Waymo One**. Disponível em: <https://waymo.com/> Acesso em: 04 abr. 2024.

²²⁷ Novo Momento Portal. **Brasileiro mostra uber sem motorista**. Teste de carro autônomo. YouTube. Publicado em: 16 fev. 2021 Disponível em: <https://youtube.com/watch?v=alegbcC1Y8E> Acesso em: 30 mar. 2024.

empresa percorreram cerca de 9,8 milhões de km com a presença de um motorista de segurança capacitado. Além disso, os veículos percorreram mais de 100 mil km de maneira completamente autônoma e sem a presença de condutor humano.²²⁸

Em virtude da sua posição de dominância no mercado digital, a Google tem tudo para ser uma das principais – ou até mesmo a principal – empresas no ramo da autonomia veicular. Dentre as gigantes da tecnologia, a Google, sua controladora Alphabet, dona da DeepMind e sua subsidiária de carros autônomos, a Waymo, estão acima das outras empresas. Em termos de financiamento inexistente comparação, já que hoje a Google supera até mesmo o financiamento federal dos Estados Unidos para pesquisa em computação, que equivale a menos da metade do orçamento de pesquisa e desenvolvimento da empresa.²²⁹

Além da Google, a Uber também vem buscando o seu espaço no mercado de veículos autônomos, com o objetivo de aprimorar os serviços de transporte privado já realizados. Em 2016, a empresa adquiriu a Otto, uma startup israelense que desenvolve projetos de caminhões autônomos. Durante o projeto, a Uber foi processada pela Google, sob a alegação de violação de segredo comercial e industrial, mais precisamente em relação à tecnologia LIDAR, que é utilizada nos veículos automatizados da Google. O litígio encerrou com um acordo, que previu o pagamento pela Uber de 245 milhões de dólares.²³⁰

Apesar do litígio entre as empresas, a Uber e a Google vêm realizando parcerias comerciais para a disponibilização de veículos autônomos. Na atualidade, a empresa de transportes oferece carros sem motorista nos EUA, disponíveis nas categorias UberX, Uber Green, Uber Confort e Uber Confort Electric, em parceria com a Waymo. No próprio aplicativo da Uber, o usuário é avisado se há algum veículo disponível e pode aceitar ou não realizar a viagem. Para ter acesso ao serviço, basta que os usuários informem no aplicativo se estão interessados ou não em realizar viagens com essa frota especializada de veículos.²³¹

²²⁸ PEREIRA, Gabriel Bueno. Direito e inteligência artificial: a ética dos carros autônomos. In. In. II **Seminário sobre Inteligência Artificial**, Proteção de Dados e Cidadania, Anais eletrônicos, Santo Angelo, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), p. 82-99, 2021, p. 94.

²²⁹ LEE, Kai-Fuu. *Op. Cit.*, p. 107.

²³⁰ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. *Op. Cit.*, p. 78

²³¹ FAUSTINO, Rafael. Uber já oferece carros sem motorista nos EUA. **Época Negócios**, 27 out. 2023. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/tecnologia/noticia/2023/10/uber-ja-oferece-carros-sem-motorista-nos-eua.ghtml> Acesso em: 31 mar. 2024.

Outra empresa de destaque no ramo é a Tesla, fundada pelo empresário Elon Musk, que já comercializa veículos com baixa autonomia (níveis 2 e 3). A Tesla adquiriu a DeepScale, uma startup especializada em inteligência artificial, que visa ampliar os investimentos da empresa no desenvolvimento da tecnologia. A companhia utiliza do sistema “*autopilot*”, que é responsável pelas principais funções de autonomia do veículo.²³² Recentemente, por meio de uma publicação na rede social “X”, antigamente denominado como Twitter, Elon Musk declarou que “o robô taxi da Tesla será divulgado em 8/8”.²³³ Portanto, a tendência é que no ano de 2024 a Tesla anuncie seu programa de táxis autônomos, para competir com a Waymo e outras empresas que já disponibilizam o serviço.

Apesar do reconhecimento da empresa no setor, a Tesla é uma das empresas que tem enfrentado maiores problemas na gestão dos riscos dos seus veículos, tendo em vista a ocorrência de uma série de acidentes envolvendo carros na fase de testes. Segundo levantamento do jornal Washington Post, realizado com base em dados da Administração de Segurança do Tráfego Rodoviário, foram registrados mais de 700 acidentes envolvendo veículos da Tesla conduzidos com o piloto automático, desde 2019 nos Estados Unidos. Esses dados demonstram, ainda, que houve pelo menos 17 acidentes fatais envolvendo veículos da Tesla.²³⁴ O gráfico abaixo colacionado, divulgado pelo Washington Post, ilustra o crescimento dos acidentes envolvendo veículos da Tesla que utilizam sistemas de assistência ao motorista nos últimos anos:

²³² PAIM, Bruna Werlang; JENSEN, Felipe Emanuel Pacheco; MORO, Kael Nery de Lima. Veículos autônomos: uma análise comparada das soluções jurídicas existentes. *In*. FARIA, Mariana Pereira; SILVA, Rafael Aggens Ferreira da; GOMES, Rhodrigo Deda. (coord). **Direito e inovação**. V.3, p. 455-488, Curitiba: OABPR, 2020, p. 461.

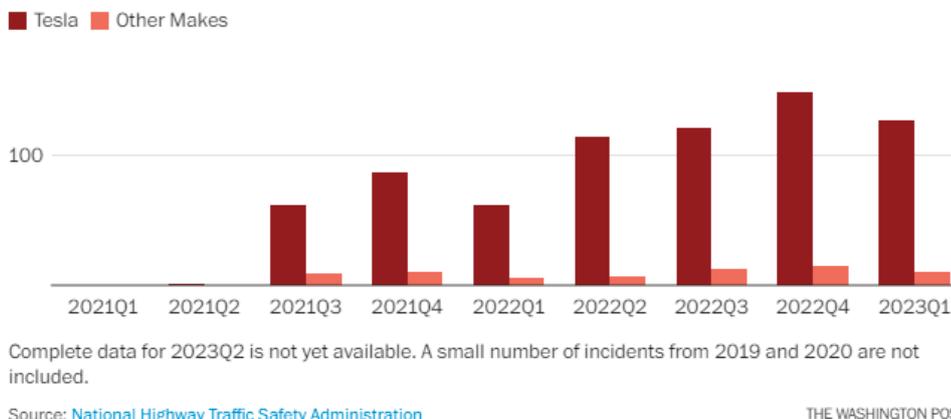
²³³ MUSK, Elon (@elonmusk). “Tesla Robotaxi unveiled on 8/8”. 05 abr. 2024, 17:59. X.

²³⁴ SIDDIQUI, Faiz; MERRIL, Jeremy B. *Op. Cit.*

Figura 3 – Acidentes envolvendo sistemas de assistência ao motorista da Tesla

Crashes involving Tesla's driver assistance system have grown

Tesla's "Full Self-Driving" and Autopilot systems have been involved in far more incidents than driver-assistance systems from all other manufacturers combined



Fonte: Washington Post ²³⁵

Mesmo diante desse cenário problemático, Elon Musk prossegue confiante de que os carros que operam no piloto automático são mais seguros que aqueles pilotados exclusivamente por motoristas humanos, argumentando que os benefícios superam os danos, já que a autonomia deve reduzir significativamente ferimentos e mortes no trânsito.²³⁶

O avanço em sistemas autônomos pode ser notado também em outras empresas, como a Delphi Automotive, que desenvolveu um Audi SQ5 que percorreu da costa oeste à leste dos Estados Unidos com apenas 1% de intervenção humana no percurso. A empresa não pretende lançar veículos próprios, mas fornecer seu sistema para outras montadoras. A Audi, por sua vez, foi responsável por testar em um circuito fechado o veículo autônomo mais rápido do mundo, utilizando uma tecnologia denominada "*piloted driving*".²³⁷

A Baidu, conhecida popularmente como "Google da China", também vem apostando na tecnologia dos veículos autônomos. A gigante chinesa formou mais de cinquenta parcerias para desenvolver veículos autônomos, incluindo montadoras de

²³⁵ *Ibidem*.

²³⁶ *Ibidem*.

²³⁷ PEREIRA, Sandor Banyai; BOTELHO, Rober. *Op. Cit.*, p. 72.

veículos, fornecedores, startups, universidade e governos locais.²³⁸ O Projeto Apollo, batizado em homenagem da missão da NASA para a lua, anunciou um fundo de 10 bilhões de iuanes (US\$ 1,52 bilhão), para acelerar o desenvolvimento da direção autônoma, a nível dos EUA.²³⁹

Atualmente, a Baidu já possui taxis autônomos circulando pelas ruas da China. A empresa obteve autorização do governo para prestar serviços de transporte por aplicativo totalmente autônoma na cidade de Shenzhen, sem a presença de um motorista. Assim, os robôs taxis Apollo Go da Baidu podem circular em uma área de 188 quilômetros quadrados, todos os dias, no período compreendido entre 07h e 22h, para atender passageiros.²⁴⁰ Outras cidades da China, como Pequim e Shanghai, também já contam com o serviço e a tendência é que nos próximos anos esse serviço seja expandido para outras cidades.

Embora várias outras empresas, como Apple, Mercedes-Benz, BMW, Ford e General Motors, estejam desenvolvendo projetos de veículos autônomos, os experimentos realizados em vias públicas são realizados principalmente por veículos da Google (Waymo), Tesla e Baidu. Essas empresas avançaram em países em que a legislação foi flexibilizada para permitir a realização de testes, sendo essa uma das etapas essenciais para que a tecnologia dos veículos autônomos se torne uma realidade no mercado.

Dos exemplos citados, percebe-se que os Estados Unidos é o país com maior concentração de pesquisas em veículos autônomos. Isso se deve ao fato de que os EUA possuem uma economia sólida e sediam as principais empresas de tecnologias e mobilidade do mundo, além de startups que desenvolvem atividades no ramo de inovações tecnológicas.²⁴¹ Nas últimas duas décadas, as empresas do Vale do Silício conquistaram os mercados de tecnologia do mundo, conferindo ao país o domínio do

²³⁸ EXAME. **Baidu forma 50 parcerias para desenvolver veículos autônomos**. 05 jul. 2017. Disponível em: <https://exame.com/negocios/baidu-forma-50-parcerias-para-desenvolver-veiculos-autonomos/> Acesso em: 04 abr. 2024.

²³⁹ FORBES. **Baidu lança fundo de US\$ 1,5 bi dedicado a direção autônoma**. 21 set. 2017. Disponível em: <https://forbes.com.br/negocios/2017/09/baidu-lanca-fundo-de-us15-bi-dedicado-a-projetos-de-direcao-autonoma/> Acesso em: 04 abr. 2024.

²⁴⁰ EXAME. **Baidu lança serviço comercial de transporte por aplicativo totalmente autônomo na China**. 25 jun. 2023. Disponível em: <https://exame.com/mundo/baidu-lanca-servico-comercial-de-transporte-por-aplicativo-totalmente-autonomo-na-china/> Acesso em: 04 abr. 2024.

²⁴¹ PIRANI, Mateus Catalani; OLIVEIRA, Matheus Pinto de. *Op. Cit.*, p. 120.

mundo digital, sobretudo em razão de empresas como Facebook e Google, que estão entre as plataformas digitais mais utilizadas no mundo.²⁴²

Ao lado dos Estados Unidos, a China se tornou uma superpotência no ramo da IA, sendo o único país a representar o contrapeso dos EUA nessa economia. A região de Zhongguancun se tornou um verdadeiro polo tecnológico, a ponto de ser conhecido como o Vale do Silício Chinês, devido à alta concentração de empresas e centros de pesquisas centrados em tecnologia.²⁴³ A Baidu é a principal empresa no ramo da condução autônoma e vem desenvolvendo projetos ambiciosos, inclusive com a circulação de veículos sem a presença de motorista.

O Brasil ainda parece distante dessa corrida da automação, visto que o avanço dos veículos autônomos ainda é bastante limitado. O progresso brasileiro em veículos autônomos ainda é tímido, restrito a protótipos desenvolvidos em universidades e centros de pesquisa, sem qualquer perspectiva de expansão para serem explorados em escala comercial. Ainda assim, é preciso ser notado o esforço dessas entidades para desenvolver a tecnologia, considerando a ausência de investimentos públicos expressivos e de uma regulação para amparar esses projetos.

O primeiro experimento no Brasil foi um Chevrolet Astra Sedan 2003, que foi desenvolvido no projeto Cadu (Carro Autônomo Desenvolvido) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), no ano de 2006. Como parte de uma iniciativa de estudantes e professores, esse veículo tinha capacidade de condução autônoma por meio de coordenadas de GPS, câmeras e sensores, se movendo por meio de controles de computador, seguindo coordenadas inseridas em seu sistema de navegação. Contudo, o projeto está agora abandonado no campus da UFMG.²⁴⁴

A Universidade de São Paulo (USP) de São Carlos também se destaca como uma das integrantes da seleta lista de universidades que atuam em projetos de carros autônomos no Brasil. O projeto denominado CaRINA (Carro Robótico Inteligente para Navegação Autônoma), objetiva “um veículo autônomo inteligente capaz de navegar em ambientes urbanos sem a necessidade de um condutor humano”. A universidade utilizou um Fiat Palio Adventure Dualogic, que possui controle computacional de

²⁴² LEE, Kai-Fuu. *Op. Cit.*, p. 12.

²⁴³ *Ibidem*.

²⁴⁴ FRASSON, Lucas. 1º carro autônomo do Brasil é Chevrolet Astra raro que está abandonado. **Mobi Auto**, 22 set. 2023. Disponível em: <https://www.mobiauto.com.br/revista/1-carro-autonomo-do-brasil-e-chevrolet-astra-raro-que-esta-abandonado/3471> Acesso em: 30 mar. 2024.

direção, aceleração e frenagem, permitindo o controle completo do veículo por computação.

Em 2012, o veículo passou pelos primeiros testes nas ruas do campus da USP de São Carlos, com controle integralmente autônomo, cujos testes foram registrados e exibidos pelo Jornal Nacional e em outros jornais de alta repercussão. No ano seguinte, o CaRINA realizou uma demonstração pública nas vias da cidade. O veículo circulou por algumas ruas, identificando pedestres e obstáculos, mantendo uma distância segura e não causou nenhum acidente. Segundo o relatório da USP, esse teria sido o primeiro teste de um veículo autônomo em vias públicas autorizado na América Latina.²⁴⁵

O sucesso do projeto na USP resultou no desenvolvimento de um caminhão autônomo em parceria com a empresa Scania, sendo o primeiro da América Latina.²⁴⁶ Além disso, o projeto acadêmico deu origem à empresa 3DSOFT, que atua na área de serviços de robótica móvel, reconhecida como a primeira startup de veículos autônomos no Brasil. O objetivo é que o projeto universitário seja expandido e possa desenvolver o mercado no Brasil, especialmente no ramo agropecuário. De acordo com Patrick Shinzato, um dos fundadores da 3DSOFT, o foco da empresa é o desenvolvimento da tecnologias para propriedade privada, visto que no Brasil a legalização da tecnologia para o uso nas ruas é uma realidade distante.²⁴⁷

Além desses projetos, o Laboratório de Computação de Alto Desempenho (LCAD) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) desenvolve, desde 2009, o veículo autônomo denominado IARA (*Intelligent Autonomous Robotic Automobile*), que se popularizou após atropelar a apresentadora Ana Maria Braga, durante o Programa Mais Você. O veículo foi capaz de realizar um percurso de 70 km entre Vitória e Guarapari, com poucas intervenções. Sem embargos as outros iniciativas, a

²⁴⁵ ICMC/USP. Laboratório De Robótica Móvel. **Projeto CaRINA 2**, São Carlos, 2015, Disponível em: <http://irm.icmc.usp.br/web/index.php?n=Port.ProjCarina2Info>. Acesso em: 28 mar. 2024.

²⁴⁶ ICMC/USP. Laboratório De Robótica Móvel. **Caminhão autônomo**, São Carlos, 2015, Disponível em: <http://irm.icmc.usp.br/web/index.php?n=Port.ProjSTruck>. Acesso em: 28 mar. 2024.

²⁴⁷ 3D Soft é a primeira a desenvolver veículos autônomos no Brasil. **Autodata**, 04 out. 2017. Disponível em: <https://www.autodata.com.br/noticias/2017/10/04/3d-soft-e-a-primeira-a-desenvolver-veiculos-autonomos-no-brasil/25370/> Acesso em: 30 mar. 2024.

IARA pode ser considerada pioneira no Brasil no que diz respeito à realização de trajetos de longas distâncias com veículos autônomos.²⁴⁸

Para além dos projetos universitários, é relevante mencionar a iniciativa de desenvolvimento de veículos autônomos por uma empresa situada na cidade de Pinhais, Região Metropolitana de Curitiba. A Hitech Electric apresentou ao mercado um veículo autônomo, que segundo a empresa pode ser controlado por um aplicativo de smartphone, alcançando a velocidade de até 50 km/h. Todavia, como a legislação brasileira ainda não permite a circulação pública de automóveis sem condutor, a tendência é que esse carro seja destinado ao mercado corporativo, para ser utilizado em ambientes privados, como no deslocamento interno de empresas.²⁴⁹

Assim, o cenário global demonstra para uma competição não só entre empresas, mas também entre países, para assumir um papel de protagonismo na tecnologia. A dominância dos EUA no desenvolvimento tecnológico e a ascensão a China como uma potência na área, aponta um panorama no qual esses dois países devem liderar as pesquisas e testes de veículos autônomos.

No Brasil, por outro lado, há um progresso lento e tímido, limitado a iniciativas acadêmicas e industriais. Ainda assim, esses projetos demonstram o potencial promissor no desenvolvimento da condução autônoma do país, o que deverá ser acelerado após a devida regulação da matéria no país.

O objetivo central das empresas que atuam no ramo da condução autônoma é alcançar o mais alto nível de autonomia possível, por meio de sistemas seguros e confiáveis. Dessa forma, na medida em que a tecnologia avança, surge a necessidade de definir os diferentes níveis de autonomia dos veículos autônomos, tarefa essa que vem sendo desempenhada por algumas instituições no mundo, como será abordado no próximo tópico.

²⁴⁸ UFES. **Carro autônomo da Ufes realiza viagem inédita até Guarapari**. Disponível em: <https://www.ufes.br/conteudo/carro-aut%C3%B4nomo-da-ufes-realiza-viagem-in%C3%A9dita-at%C3%A9-guarapari> Acesso em: 01 abr. 2024.

²⁴⁹ COELHO, Carlos. Empresa da região de Curitiba lança carro que dispensa motorista. Veja o preço!, **Tribuna PR**, 27 jan. 2020. Disponível em: <https://www.tribunapr.com.br/noticias/curitiba-regiao/empresa-da-regiao-de-curitiba-lanca-carro-que-dispensa-motorista-veja-o-preco/> Acesso em: 08 abr. 2024.

2.3. A TAXONOMIA DOS VEÍCULOS AUTÔNOMOS E SUAS IMPLICAÇÕES JURÍDICAS

De acordo com a evolução tecnológica, foram concebidos veículos com distintos níveis de autonomia, que dependem da quantidade de funções assistenciais e do grau de intervenção do condutor humano. Nesse sentido, com o objetivo de orientar a indústria e os órgãos públicos, foram concebidos alguns padrões para classificar o grau de autonomia desses automóveis.

As principais formulações foram publicadas pelo Departamento Nacional de Segurança Viária dos EUA, a *National Highway traffic Safety Administration* (NHTSA) e pela SAE (*Society of Automotive Engineers*). Essas entidades se propuseram a classificar os veículos em diferentes níveis, de acordo com o nível de automação, a fim de criar padrões internacionais que possam guiar não só a atividade empresarial, como também as legislações que virão a surgir.

O NHTSA apresenta seis níveis de automação, que avançam de maneira crescente, desde o menor nível de automação até o grau completo de autonomia do veículo, conforme destacado abaixo:

a) nível 0 - assistência momentânea ao motorista (*Momentary Driver Assistance*): inexistente automação, de modo que o controle do veículo é feito totalmente pelo condutor humano, ainda que possua sistemas de assistência momentânea à condução, como frenagem automática de emergência, aviso de colisão e freios ABS;

b) nível 1 - assistência ao motorista (*Driver Assistance*): o veículo possui assistência em atividades como na aceleração, frenagem ou direção, mas o motorista continua responsável por executar a direção do automóvel. São exemplos de tecnologias desse nível o controle de cruzeiro adaptativo e a assistência de manutenção de faixa;

c) nível 2 - assistência adicional (*Additional Assistance*): o motorista permanece responsável por dirigir o veículo, mas pode ativar algum sistema de automação para tarefas específicas (aceleração/frenagem);

d) nível 3 – automação condicional (*Conditional Automation*): o sistema executa todos os aspectos da direção, mas o condutor deve estar sempre disponível para assumir o controle.

e) nível 4 – alta automação (*High Automation*): o sistema de automação é totalmente responsável pelas tarefas de condução em áreas delimitadas.

f) nível 5 – automação total (*Full Automation*): o sistema de condução autônoma é integralmente responsável pelas tarefas de condução, não sendo necessário um condutor humano para operar o veículo.²⁵⁰

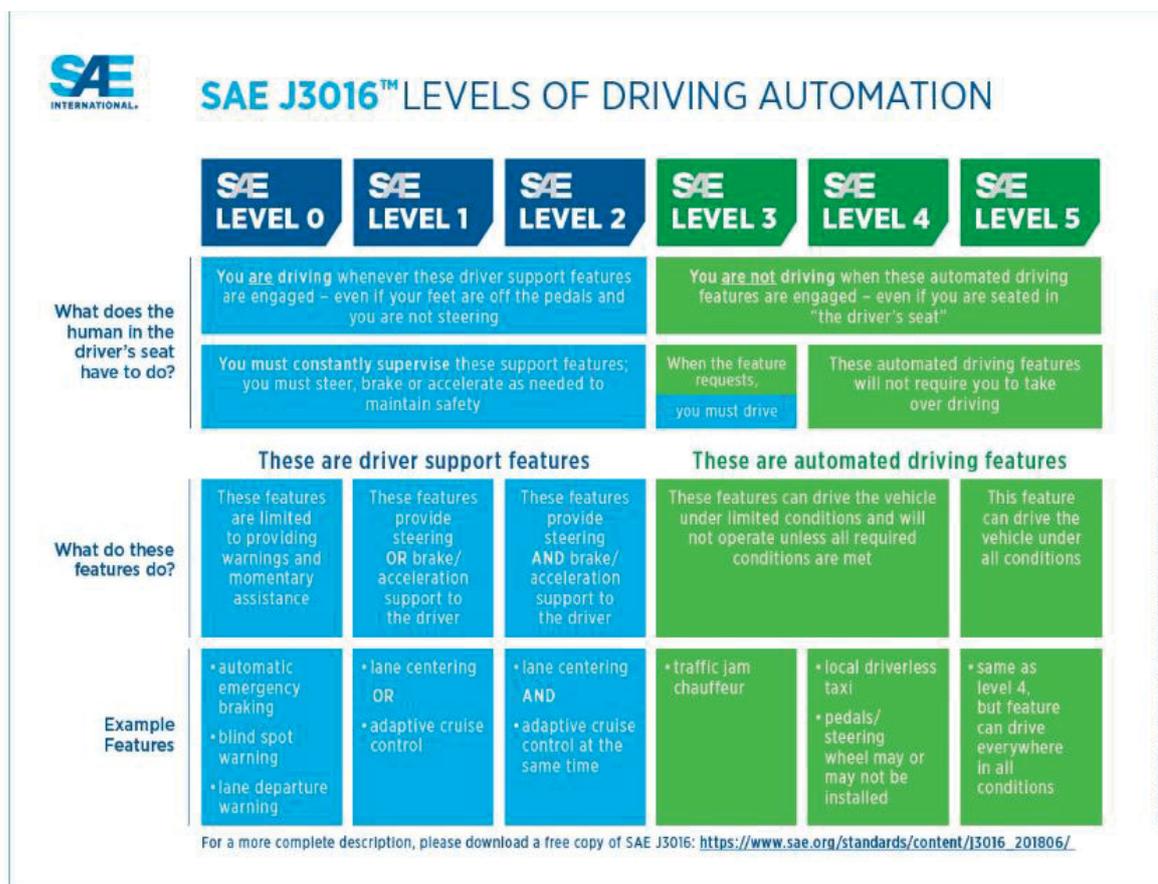
A SAE, organização que atua na implementação de estudos em engenharia automobilística e reúne os principais fabricantes de automóveis do mundo, editou a Regra SAE J3016 (*Levels of driving automation*), que prevê uma classificação da autonomia dos veículos automatizados. Assim como a NHTSA, a SAE dividiu em seis níveis de autonomia, desde o nível 0 (sem automação) até o nível 5 (autonomia total do veículo), que apresenta mínimas distinções em relação ao modelo da agência dos EUA. A definição da SAE é amplamente reconhecida e adotada pela indústria automotiva e por diversos países e organizações internacionais.²⁵¹

Com o objetivo de facilitar a compreensão e divulgação do material, a SAE editou um quadro demonstrativo dos níveis de automação, estabelecendo algumas perguntas que vão distinguir os veículos. A primeira questão é “o que o humano no banco do motorista tem que fazer”, e propõe apresentar a responsabilidade do condutor em cada nível. A segunda questão é “o que os recursos fazem”, e tem como proposta analisar os recursos disponíveis em cada nível de automação. Por fim, o quadro ainda apresenta alguns exemplos de ferramentas disponíveis nos automóveis.

²⁵⁰ NHTSA. **Automated Vehicles for Safety**. Disponível em: <https://www.nhtsa.gov/vehicle-safety/automated-vehicles-safety> Acesso em: 02 abr. 2024.

²⁵¹ SAE. **Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for on Road Motor Vehicles**. Disponível em: https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/ Acesso em: 02 abr. 2024.

Figura 4 - SAE J3016



Fonte: Society of Automotive Engineers (SAE International)²⁵²

A SAE J3016 ainda propõe a divisão dos sistemas em dois grupos de automação, sendo o primeiro compreendido pelos níveis 0, 1 e 2 e o segundo pelos níveis 3, 4 e 5. No primeiro grupo, o motorista deve supervisionar constantemente o veículo e conduzir todas as tarefas da direção. Já no segundo grupo, o motorista não precisa conduzir o veículo quando os recursos de direção automatizada estiverem ativados, mas o sistema pode solicitar ao motorista que conduza o veículo (nível 3).

Desde a publicação da normativa da SAE em 2014, o documento passou por algumas adaptações pontuais nos anos seguintes. Na última alteração, em 2021, o documento foi acrescido de alguns esclarecimentos complementares, como uma maior clareza entre as diferenças entre os níveis 3 e 4. Além disso, a organização passou a adotar a nomenclatura “sistemas de apoio ao motorista” para sistemas de automação de direção nos níveis 1 e 2.

²⁵² *Ibidem*.

Como se nota, os critérios definidores do nível de autonomia dos veículos autônomo levam em consideração a capacidade de o veículo lidar com situações do trânsito, assim como a necessidade ou não da presença de um condutor humano e a responsabilidade desse condutor nas tarefas de direção. Nos níveis inferiores, o condutor ainda mantém o controle final do veículo, contando com o auxílio de tecnologias automatizadas. Nos níveis mais altos, os sistemas possuem autonomia para conduzir o veículo em determinadas conduções, mas podem exigir do condutor que ele assuma o controle do veículo em algumas situações.²⁵³

Na medida em que a indústria da condução autônoma avança, os veículos passam a assumir cada vez mais tarefas na direção, o que implica em diferentes responsabilidades do motorista na direção. Assim, esses diferentes níveis de autonomia representam desafios regulatórios aos países, especialmente no que tange à responsabilidade pelos danos causados – seja ela civil, penal ou administrativa – que, certamente, será influenciada pelo grau de autonomia dos automóveis.

Na tentativa de propor uma política regulatória para os veículos autônomos, o Brasil deve escolher se irá adotar alguma das classificações já existentes ou até mesmo se irá desenvolver uma classificação autoral. Segundo Cíntia Lima, é competência do CONTRAM regular e reconhecer os níveis de automação dos veículos, tendo em vista o disposto no art. 12 do Código de Trânsito Brasileiro, que estabelece que o órgão deve estabelecer as normas regulamentares referentes à Política Nacional de Trânsito. Não obstante, segundo a professora, o ideal é que o país adote um padrão universal, considerando que essas tecnologias são divulgadas em diversos países.²⁵⁴

A despeito de não possuir legislação específica sobre o tema, o Brasil já estabeleceu que serão considerados veículos autônomos aqueles classificados a partir do nível 3, adotando, para tanto, a regra J3016 da SAE, conforme previsto no art. 18, §4º, do Decreto nº 9.557, de 8 de novembro de 2018, cuja redação se transcreve:

Art. 18. Na hipótese de habilitação na modalidade que trata o inciso III do caput do art. 13, o projeto de desenvolvimento e produção tecnológica deverá atender ao disposto em ato do Ministro de Estado da Indústria, Comércio

²⁵³ MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 184-185.

²⁵⁴ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. *Op. Cit.* p. 70.

Exterior e Serviços e aos critérios estabelecidos para os processos industriais e tecnológicos que deverão ser realizados quando do início da produção.

§ 4º Para fins do disposto no inciso I do § 3º, consideram-se veículos autônomos aqueles classificados a partir do nível três, segundo a regra J3016 da Society of Automotive Engineers - SAE dos Estados Unidos da América, conforme os termos estabelecidos em ato do Ministro de Estado da Indústria, Comércio Exterior e Serviços.

Essa normativa representa um avanço na regulação da tecnologia. Porém, apesar da adoção expressa da classificação desenvolvida pela SAE, o dispositivo em apreço não é suficiente para definir a adoção geral e irrestrita do modelo para a legislação brasileira, cabendo ao legislador, na proposição da legislação sobre veículos autônomos, definir se adotará algum modelo estrangeiro de taxonomia ou se o país terá uma definição própria.

A tendência entre os países que já desenvolveram regulações sobre o tema tem sido adotar os modelos internacionais. A Alemanha, por exemplo, incorporou a taxonomia editada pela SAE. Todavia, devido a questões de tradução, existem algumas divergências. Ao mencionar a direção completamente autônoma – nível 5 da classificação – na realidade o legislador se refere ao nível 4 da classificação, ou seja, a alta automação. Ainda, quando a lei alemã se refere à direção altamente autônoma – nível 4 da classificação –, na realidade a correspondência é o nível 3, da direção autônoma condicional. Com isso, percebe-se que o Direito alemão ainda não permite a adoção de veículos totalmente autônomos, ou seja, do nível 5.²⁵⁵

Em nações onde a tecnologia está avançada, a introdução de veículos autônomos tem sido executada em diversos níveis, em razão das circunstâncias enfrentadas pela indústria e pela variação das regulamentações locais. Empresas como a Waymo tem buscado implementar o mais alto nível de automação, inclusive com veículos circulando sem a presença de um motorista. De outro vértice, algumas companhias, como a Tesla, apostaram inicialmente em níveis menores de autonomia, apenas com o desenvolvimento de tecnologias assistenciais.

As diferentes abordagens comerciais da Google e da Tesla no ramo da direção autônoma ao longo dos últimos anos foi estudada por Kai-Fuu Lee. De acordo com o autor, a Google foi a primeira empresa a desenvolver a tecnologia de direção autônoma, mas apresentou uma implementação lenta em escala, objetivando

²⁵⁵ MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 187.

alcançar a perfeição de seu produto. Por outro lado, a Tesla adotou uma abordagem mais pretenciosa, equipando os automóveis com recursos autônomos limitados e mais baratos, sendo uma abordagem que acelera a velocidade da implementação, mas aceita o nível de risco.

Em linhas gerais, o que as empresas que atuam com veículos autônomos buscam são dados, visto que a tecnologia presente nesses veículos precisa ser treinada em bilhões de quilômetros para que possam aprender a lidar com os desafios da direção. Esses dados são extraídos dos próprios veículos nas ruas, que alimentando uma espécie de “cérebro” que centraliza os algoritmos que realizam a tomada de decisões em toda a frota. Assim, essas diferentes abordagens das empresas levaram a uma diferença de dados coletados entre essas duas empresas: até 2016, o Google tinha acumulado cerca de 2,5 milhões de quilômetros de dados de condução, enquanto a Tesla tinha acumulado 75 milhões.

Na conciliação entre desenvolvimento e segurança, o que Lee observou é que as duas empresas têm aproximado as suas estratégias comerciais. De um lado, a Google verificou que essa busca pela segurança máxima em detrimento do desenvolvimento ocasionou o atraso no implemento de sistemas autônomos, em razão da baixa coleta de dados. Por outro lado, a Tesla adotou uma abordagem mais utilitarista, mas percebeu que seus veículos estavam se envolvendo em acidentes, o que parece ter desacelerado o lançamento de veículos totalmente autônomos, especialmente após o acidente ocorrido em maio de 2016, que matou o proprietário de um Tesla que estava usando o recurso de piloto automático.²⁵⁶

Atualmente, não é difícil encontrar um veículo do nível 1 ou 2 no mercado, justamente porque ainda depende de um condutor humano para a sua condução e por essa razão não encontra tantos obstáculos na legislação dos países, chegando mais fácil ao mercado consumidor.²⁵⁷ Um exemplo é o modelo Volvo XC90, que é comercializado no Brasil. Segundo informações disponíveis no site da empresa, a tecnologia permite uma condução mais confortável do veículo, ajudando a manter uma

²⁵⁶ LEE, Kai-Fuu. *Op. Cit.*, p. 148-149.

²⁵⁷ PIRANI, Mateus Catalani; OLIVEIRA, Matheus Pinto de. *Op. Cit.*, p. 117.

distância segura dos automóveis ao adaptar sua velocidade e manter o automóvel centralizado na faixa por meio de ajustes suaves na direção.²⁵⁸

O nível 3, da condução autônoma condicional, apesar de já representar um grau variado de autonomia, provavelmente corresponderá aos modelos mais próximos da realidade do consumidor de massa, porque depende da presença de um condutor humano que poderá assumir a direção quando solicitado.²⁵⁹ No Brasil, é possível citar um exemplo de veículo com automação nível 3 no mercado: o Audi A8. Contudo, o recurso de autonomia ainda não está disponível no mercado. Segundo declaração da Audi, esse seria o primeiro veículo de condução semiautônoma a ser disponibilizado no mercado consumidor de massa. Mas a intenção da empresa com a divulgação foi apenas demonstrar que tem capacidade de produzir um carro com nível avançado de autonomia.²⁶⁰

Independentemente das estratégias comerciais adotadas pelas empresas do ramo, não há dúvida de que a sociedade está testemunhando um avanço gradual na introdução de tecnologias inteligentes nos veículos. Com o tempo, a tendência é que esses sistemas evoluam para lidar com tecnologias cada vez mais complexas, até alcançar o nível mais alto de autonomia, o nível 5. Porém, não será uma tarefa simples, visto que os veículos devem se deparar com cenários cada vez mais complexos apresentados pela tarefa de conduzir um veículo, como a percepção do ambiente, o reconhecimento de pedestres e objetos nas vias, a condução de veículo em condições meteorológicas adversas, como tempestades e neve, entre outros.²⁶¹

O desenvolvimento de veículos com alto grau de autonomia ainda gera intensos debates éticos e jurídicos. Uma das questões levantadas, por exemplo, é se um veículo totalmente autônomo poderia transportar apenas crianças, sem nenhum condutor presente no automóvel. Em princípio, a legislação brasileira não permitiria uma situação similar, pois exige que o controle do veículo necessita da presença de um condutor. Todavia, com o avanço da tecnologia e a eventual inserção dessa

²⁵⁸ VOLVO. **Volvo XC90**. Disponível em: <https://www.volvocars.com/br/cars/xc90-hybrid/features/>
Acesso em: 03 abr. 2024.

²⁵⁹ MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 184.

²⁶⁰ MUNIZ, Guilherme Blanco. Novo Audi A8 não é autônomo de verdade, mas talvez seja no futuro. **Auto Esporte**, 16 out. 2017. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/carros/noticia/2017/10/novo-audi-a8-nao-e-autonomo-de-verdade-mas-talvez-seja-no-futuro.ghtml> Acesso em: 03 abr. 2024

²⁶¹ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 53

tecnologia avançada no mercado consumidor, questões como essa poderão ser trazidas à tona.²⁶²

John Krafcik, CEO da Waymo, em 2019, chegou a afirmar que o nível 5 de autonomia seria uma utopia. Em que pese esses veículos já sejam uma realidade do ponto de vista tecnológico, Krafcik destacou que carros autônomos nunca serão capazes de dirigir em todas as condições e levará décadas até que esses veículos estejam nas estradas, pois “a autonomia sempre terá algumas restrições”. Apesar da declaração pessimista, o executivo destacou que o transporte rodoviário é uma área onde essa tecnologia poderá aparecer em breve nos próximos anos.²⁶³

Em suma, verifica-se que cada nível de automação estabelece requisitos distintos, que levam em consideração alguns aspectos como o nível de intervenção dos sistemas autônomos na direção e o nível de atenção do motorista na condução, levando em consideração a delegação de tarefas para o sistema de condução autônoma. Cada um desses níveis apresenta desafios e deve levar a tratamentos jurídicos específicos, especialmente no âmbito da responsabilidade, o que evidencia a importância da delimitação regulatória do tema.

2.4. CONCEITO E TERMINOLOGIA

Como destacado, existem diversos níveis de automação de veículos autônomos. De acordo com as taxonomias desenvolvidas pela NHTSA e pela SAE, a autonomia pode variar em 6 níveis, desde o automóvel sem qualquer tipo de automação até os veículos com autonomia completa. Haja vista os diferentes estágios de automação, surgiram algumas denominações e terminologias para designar esses automóveis, como “veículos autônomos”, “veículos semiautônomos”, “veículos automatizados”, “veículos conectados”, entre outras.

Para os fins desse trabalho, a distinção mais relevante é em relação a veículos autônomos e veículos automatizados. Apesar de ser uma área pouco estudada, a

²⁶² MEDON, Filipe. *Op. Cit.* p. 189.

²⁶³ No original: "Autonomy always will have some constraints". TIBKEN, Shara. Waymo CEO: Autonomous cars won't ever be able to drive in all conditions. **CNET**, 13 nov. 2024. Disponível em: <https://www.cnet.com/roadshow/news/alphabet-google-waymo-ceo-john-krafcik-autonomous-cars-wont-ever-be-able-to-drive-in-all-conditions/> Acesso em: 03. abr. 2024.

definição sobre a terminologia é importante, a fim de evitar equívocos legislativos. Como já destacado, o Brasil, apesar de não possuir uma legislação específica sobre veículos autônomos, já estabeleceu no Decreto nº 9.557/2018 que veículos autônomos são “aqueles classificados a partir do nível três, segundo a regra J3016 da Society of Automotive Engineers - SAE dos Estados Unidos da América”, excluindo, portanto, os veículos dos níveis 1 e 2.

Algumas legislações estrangeiras não se preocuparam em distinguir essas categorias, a exemplo da Califórnia, que utiliza a terminologia “*autonomous mode*” para representar ambas as classificações. Em contrapartida, outras estabeleceram essa distinção. No estado de Nevada, nos EUA, por exemplo, utiliza-se a expressão “*automated cars*” para se referir aos veículos que possuem algumas funcionalidades automatizadas (níveis 1 e 2), enquanto a terminologia “*autonomous cars*” é utilizada para se referir aos veículos que possuem sistema de direção autônoma, classificados nos níveis 3, 4 e 5.²⁶⁴

De forma similar, a União Europeia buscou realizar a distinção entre veículos automatizados e autônomos, por meio do Regulamento (EU) 2019/2144 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de novembro de 2019, no art. 13, itens 21 e 22, cuja redação se transcreve:

21) «Veículo automatizado», um veículo a motor concebido e construído para se deslocar autonomamente por determinados períodos de tempo sem supervisão contínua de um condutor, mas para o qual a intervenção do condutor é ainda esperada ou necessária;

22) «Veículo totalmente automatizado», um veículo a motor concebido e construído para se deslocar autonomamente, sem qualquer supervisão de um condutor;²⁶⁵

De acordo com essas definições, verifica-se que as categorias “autônomo” e “automatizado” se justificam em razão a diferença de autonomia dos veículos. A primeira classificação engloba veículos que tem a capacidade de se deslocar de maneira autônoma, independente de intervenção de um condutor humano, ou seja, os níveis 3, 4 e 5. A segunda denominação se refere a veículos que não tem capacidade de auto condução, mas possuem tecnologias assistenciais, ou seja, os

²⁶⁴ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. *Op. Cit.*, p. 72-5.

²⁶⁵ UNIÃO EUROPEIA. **Regulamento (UE) 2019/2144 do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de novembro de 2019**. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/bfd5eba8-2058-11ea-95ab-01aa75ed71a1> Acesso em: 04 abr. 2024.

níveis 1 e 2. É comum também chamar esses veículos de “semiautônomos”, ou seja, veículos que estão em um estágio intermediário da automação, mas dependem da intervenção de um condutor.

Além das noções anteriores, há também a terminologia “carros conectados”. Todavia, diferente das definições já destacadas, essa não diz respeito ao grau de autonomia do veículo, mas, sim, a sua relação com outros veículos ou até mesmo com a infraestrutura viária. A ideia de carros conectados está intrinsicamente atrelada à Internet das Coisas, que pressupõe a interconexão digital entre objetos para a troca de dados e informações.

Segundo Lima, a concepção de carros conectados pode ser analisada sob duas perspectivas: a primeira em relação a conexão entre veículos (*Vehicle-to-Vehicle – V2V*) e a segunda é a conexão entre o veículo e a infraestrutura (*Vehicle-to-Infrastructure – V2I*). Portanto, o conceito de carros conectados abrange a interligação dos veículos tanto entre si quanto com a infraestrutura viária. Essa comunicação possibilita que os veículos troquem informações entre si, como a ocorrência de falhas mecânicas, e também com as vias, fornecendo dados reais sobre o tráfego atual e eventuais acidentes.²⁶⁶

A definição das terminologias utilizadas para definir veículos com tecnologias automatizadas, portanto, é de suma importância para o desenvolvimento de uma legislação que não possa trazer lacunas jurídicas ou dificuldades interpretativas. No Brasil, parece que o legislador optou por considerar veículos autônomos somente aqueles classificados a partir do nível 3, seguindo a tendência internacional. Assim, é crucial que as entidades legislativas abordem com atenção essa temática, por meio da definição segura dos termos utilizados na regulação jurídica dos veículos autônomos ou automatizados.

²⁶⁶ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. *Op. Cit.*, p. 75-76.

3. A REGULAÇÃO DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS NO BRASIL

O CEO da Volvo, Rákan Samuelson, uma vez afirmou que os obstáculos regulatórios, ao invés dos tecnológicos, são as maiores barreiras para os avanços da tecnologia autônoma.²⁶⁷ Essa preocupação externa um dos maiores desafios para a aplicação de uma tecnologia como os veículos autônomos, que é a adaptação regulatória. O cenário atual aponta que a “corrida da automação” em andamento, por vezes, encontra desafios para evoluir, visto que as empresas dispõem de tecnologia para implementar veículos autônomos, mas encontram barreiras para expandir esse produto, dentre as quais, a regulação.

Nos últimos anos, tem se observado um forte movimento em prol da regulamentação das tecnologias disruptivas da Quarta Revolução Industrial, incluindo a IA e os veículos autônomos. Estados Unidos, China, Alemanha, Singapura e Reino Unido são alguns exemplos de nações que já aprovaram leis que regulamentam a circulação de veículos autônomos em vias públicas. Nesses países, há diversos projetos-pilotos que permitem a realização de testes nas ruas, utilizando veículos com diferentes níveis de automação, graças ao ambiente favorável ao desenvolvimento tecnológico.

Em nível global, contudo, o avanço de veículos autônomos ainda é limitado, restrito a um grupo de países que possuem economias consolidadas e decidiram investir recursos nessa nova tecnologia e adaptar suas leis para acomodar a introdução de veículos autônomos. O papel da regulação nesse contexto é garantir o avanço dos veículos autônomos, por meio de medidas que incentivem o progresso tecnológico, mas sempre atento a um aspecto fundamental: a segurança pública.

Para alcançar seu lugar nessa corrida da automação, há um longo caminho a ser percorrido pelo Brasil, que inclui investimentos na infraestrutura viária brasileira, a aceitação pública, investimentos no setor de tecnologia e inovação, incentivos às empresas e centros de pesquisa do setor automotivo, assim como leis claras para regular esse setor. Sem embargo à importância dos demais fatores apontados como necessários para essa revolução tecnológica, esse trabalho tem por objetivo abordar

²⁶⁷ BRODSKY, Jessica. Autonomous Vehicle Regulation: How an Uncertain Legal Landscape May Hit Three Brakes on Self-Driving Cars. **Berkeley Technology Law Journal**, v. 31, n.2, p. 851-787, 2016, p. 8573..

apenas sobre o aspecto regulação. Acredita-se que o estabelecimento um arcabouço regulatório seria um passo importante, até mesmo para incentivar políticas públicas destinadas a resolver os demais problemas, incluindo investimentos na infraestrutura viária e a maior confiança da sociedade.

Nesse ínterim, o presente capítulo tem como objetivo fornecer subsídios para que o Poder Legislativo enfrente a matéria dos veículos autônomos, por meio de uma legislação apropriada. Não se busca, aqui, esgotar as matérias legislativas que precisam ser reformuladas para responder a esse novo desafio, tampouco assumir o papel do legislador. O objetivo desse trabalho é apenas o de trazer contribuições teóricas iniciais para conduzir um processo legislativo que atenda às necessidades relacionadas à implementação dessa tecnologia.

De início, busca-se compreender o estado da arte da regulação de veículos autônomos no país, cujas proposições até o presente momento não foram suficientes para resolver a lacuna jurídica existente. A ausência de diretrizes específicas sobre veículos autônomos, aliado a outros aspectos, fez com que o país fosse considerado um país pouco receptivo para a implementação de veículos autônomos, tema que será abordado na sequência. Ato contínuo, busca-se apontar os benefícios e os desafios relacionados à essa tecnologia, indagando-se sobre os motivos que tornam necessária a regulação. Em seguida, adentrando no tema propriamente da regulação, o escopo será analisar o caminho adequado para a regulação, apontando-se para a necessidade da criação de um ambiente de *sandbox* regulatório. Para arrematar, busca-se destacar alguns aspectos legislativos que devem ser enfrentados pelo Poder Público nessa jornada rumo à automação.

3.1. ESTADO DA ARTE DA REGULAÇÃO DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS

Em que pese já esteja realizando testes, especialmente no âmbito de projetos acadêmicos e no ramo agropecuário, o Brasil segue atrasado na agenda regulatória de veículos autônomos. Até o presente momento, inexistente uma legislação específica para tratar sobre os diversos aspectos necessários dessa nova regulação, mas tão somente discussões sobre a regulação geral da IA e suas aplicações, como examinado no item 1.3.4, o que de alguma forma auxiliará no estabelecimento de diretrizes importantes, mas não supre a necessidade de uma legislação própria que

regule de maneira específica essa temática, assim como um único projeto de lei sobre o assunto.

A minuta do substitutivo elaborada pela comissão de responsável por subsidiar a elaboração de substitutivo sobre IA no Brasil, denominada CJUSBIA, trouxe algumas contribuições iniciais para a regulação de veículos autônomos. O Projeto de Lei, em si, se limitou a estabelecer que os veículos autônomos podem ser considerados “sistemas de inteligência artificial de alto risco” (art. 17, inciso VIII), quando seu uso puder gerar riscos à integridade física de pessoas. Todavia, há uma série de regulamentações gerais da IA que se aplicam também aos veículos autônomos, a exemplo do rol de princípios insculpido no art. 3º do projeto. Além das matérias legislativas, a comissão suscitou uma série de debates envolvendo veículos autônomos, além de audiências públicas, elencando uma série de contribuições no relatório final, as quais serão exploradas em outro momento.²⁶⁸

Paralelamente às iniciativas da regulação geral da IA, é possível observar algumas tentativas de avanço na elaboração de uma estratégia nacional de regulação de veículos autônomos. Aos poucos, o país vem observando a importância da delimitação regulatória sobre o tema, sobretudo considerando a existência de projetos envolvendo esses automóveis no país por empresas e universidades, o avanço de tecnologias assistivas nos veículos comercializados, bem como o avanço legislativo em outras nações.

Já em 2018, o Legislativo demonstrou alguma preocupação com o assunto. Nesse ano, a Comissão de Viação e Transportes da Câmara dos Deputados realizou uma reunião para tratar a segurança dos veículos autônomos. De acordo com o deputado Hugo Legal (PSD-RJ), é preciso dar continuidade ao grupo de trabalho, para o fim de desenvolver uma legislação que não engesse o desenvolvimento tecnológico, e, ao mesmo tempo, que não ofereça riscos para a segurança viária. Na reunião estavam presentes o coordenador do projeto IARA na UFES e um representante da empresa Volvo, os quais apresentaram a mesma preocupação: a viabilidade da

²⁶⁸ SENADO FEDERAL. **CJSUBIA - Comissão de Juristas responsável por subsidiar elaboração de substitutivo sobre inteligência artificial no Brasil.** *Op. Cit.*, p. 9-58.

tecnologia e os impactos da ausência de regras claras para a realização de testes nas ruas e estradas do país.²⁶⁹

Todavia, foi somente no ano de 2023 que esse interesse veio a ser concretizado em termos práticos. Foi proposta a primeira iniciativa no plano legal para a normatização dessa tecnologia, por meio do Projeto de Lei nº 1.317, de autoria do Deputado Alberto Fraga (PL-DF), tratando sobre a normatização de veículos autônomos no Brasil. A proposta "dispõe sobre as diretrizes para a circulação, operação e uso de veículos autônomos em todo território nacional e dá outras providências". Trata-se do primeiro e único – até presente momento – projeto de lei brasileiro que versa sobre veículos autônomos.

Depreende-se da exposição de motivos que o objetivo da proposição é modernizar a legislação brasileira de trânsito para recepcionar veículos terrestres autônomos (VTA). Para esse desiderato, o PL propôs a criação de um novo capítulo no Código de Trânsito Brasileiro, com a inclusão dos arts. 67-F, 67-G, 67-H e 67-I, os quais estabelecem normas diversas sobre a integração de veículos autônomos na sociedade brasileira, desde a definição de VTA, até normas sobre a responsabilidade em caso de acidentes e de cometimento de infrações de trânsito.

Como pretexto, o Projeto de Lei destaca a importância da regulamentação dessa novidade tecnológica, tendo em vista que já há notícias de veículos autônomos circulando pelo Brasil. Em sua exposição de motivos, destaca-se que se trata de “uma novidade tecnológica que poderá rapidamente fazer parte do nosso cotidiano e o Parlamento não pode se furtar a tratar do tema e garantir a segurança dos cidadãos”. Após a sua proposição, o PL está tramitando na Câmara dos Deputados e foi encaminhado para a Comissão de Viação e Transportes (CVT) em maio de 2023. Desde então, não houve avanços significativos.²⁷⁰

Além do Projeto de Lei, que trouxe regulamentações interessantes no que diz respeito à política regulatória de veículos autônomos que serão melhor analisadas

²⁶⁹ ARAÚJO, Newton. Não há consenso sobre regras que garantam segurança de carros autônomos, diz deputado. **Câmara dos Deputados**, 22 mai. 2018. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/538694-nao-ha-consenso-sobre-regras-que-garantam-seguranca-de-carros-autonomos-diz-deputado/> Acesso em: 17 abr. 2024.

²⁷⁰ BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 1.317, de 2023**. Altera a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro, para regulamentar os veículos autônomos terrestres, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2352438> Acesso em: 11 abr. 2024.

adiante, o Governo Federal vem implementando medidas para incentivar o desenvolvimento tecnológico no setor automotivo brasileiro. Nesse sentido, vale citar o Programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística, instituído pela Lei nº 13.755/2018, que estabeleceu uma estratégia do governo para fomentar o desenvolvimento do setor automotivo no país.²⁷¹

O Programa Rota 2030 visa aprimorar o desenvolvimento tecnológico no setor, para atender a demanda mundial de transformações, seja nos veículos, na forma de usá-los ou na forma de produzi-los. Exemplo de medida foi o incentivo do uso de motores híbridos e elétricos, cuja adoção tem crescido nos últimos tempos no país. Destaca-se que o mês de março de 2024 encerrou com um recorde de vendas de veículos elétricos no Brasil, com mais de 6 mil unidades, resultando em um acréscimo de 68% nas vendas. Esse resultado foi impulsionado pelo lançamento do BYD Dolphin mini no país, que sozinho representou a venda de mais de 2 mil unidades.²⁷² Nos últimos meses, a empresa chinesa vem fazendo sucesso no Brasil e já iniciou as obras da primeira fábrica de carros elétricos na história do país, situada na Região Metropolitana de Salvador, com investimento de R\$ 3 bilhões.²⁷³

Segundo informações constantes no site do Governo Federal, o programa tem por objetivo “ampliar a inserção global da indústria automotiva brasileira”. Ademais, dentre as dificuldades enfrentadas pela indústria automotiva nacional, cita-se “a baixa competitividade da indústria automotiva nacional, que resulta em uma integração passiva às cadeias globais de valor” e “a defasagem tecnológica, especialmente em eficiência energética e desempenho estrutural em tecnologias assistivas à direção, do produto nacional frente às novas tecnologias em fase de implementação nos grandes mercados dos países desenvolvidos”.²⁷⁴

²⁷¹ BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Rota 2030 – Mobilidade e Logística**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/setor-automotivo/rota-2030-mobilidade-e-logistica> Acesso em: 11 abr. 2024.

²⁷² SÉRVIO, Gabriel. Os carros elétricos mais vendidos do Brasil em março de 2024. **Olhar Digital**, 09 abr. 2024. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2024/04/09/carros-e-tecnologia/os-carros-eletricos-mais-vendidos-do-brasil-em-marco-de-2024/> Acesso em: 11 abr. 2024.

²⁷³ SOUZA, João. BYD oficializa início das obras de complexo fabril na Bahia; investimento na instalação da fábrica foi de R\$ 3 bilhões. **G1**, 05 mar. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2024/03/05/byd-oficializa-inicio-das-obras-de-complexo-fabril-na-bahia.html> Acesso em: 11 abr. 2024.

²⁷⁴ BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Rota 2030 – Mobilidade e Logística**. *Op. Cit.*

A legislação que implementou o Programa Rota 2030 tangencia o assunto e propõe modernizações no setor automotivo. As vendas de veículos elétricos no país tiveram um avanço significativo, o qual tem o potencial de trazer melhorias do ponto de vista econômico e ambiental, além de estimular iniciativas tecnológicas no ramo automotivo. Ademais, há que se destacar que essa Lei foi regulamentada pelo Decreto nº 9.557/2018, a qual foi responsável por estabelecer que os veículos autônomos seriam aqueles classificados a partir do nível 3 da Regra J3016 da *Society of Automotive Engineers* (SAE), como já destacado em momento anterior.

Com a mudança governamental, outro programa de incentivo foi apresentado pelo Governo Federal. No final do ano de 2023, o Presidente Lula assinou a Medida Provisória nº 1.205/2023, criando o Programa Mobilidade Verde e Inovação – Programa MOVER. Com o objetivo de expandir o antigo Rota 2030, o programa teve por objetivo incentivar a sustentabilidade do ramo automotivo e estimular a produção de novas tecnologias nas áreas de mobilidade e logística. O MOVER visa conceder incentivos fiscais em pesquisas e desenvolvimento, bem como atrair investimentos estrangeiros no Brasil, tendo como principal objetivo a redução de 50% as emissões de carbono até 2030.²⁷⁵

Não há como negar que, além da normatização, o advento de veículos autônomos depende de iniciativas econômicas que incentivem o desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, os programas elaborados pelo Governo Federal surgem como uma política pública favorável o avanço do ramo automotivo, ao estabelecer benefícios fiscais para empresas que apliquem investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias automotivas. De fato, o investimento em desenvolvimento tecnológico e inovação é o caminho para a própria sobrevivência das empresas brasileiras no mercado mundial.²⁷⁶

No plano infralegal, é relevante destacar a Resolução CONTRAM nº 717/2017, a qual estabeleceu um cronograma de estudos técnicos e proposta para a regulamentação. O item 37 de seu anexo previu um prazo de 48 meses para que fosse

²⁷⁵ BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Mover: Programa de Mobilidade Verde é lançado**. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/noticias/2023/12/mover-novo-programa-amplia-aco-es-para-mobilidade-verde-e-descarbonizacao> Acesso em: 04 mai. 2024.

²⁷⁶ BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Rota 2030 – Mobilidade e Logística**. *Op. Cit.*

iniciado o estudo de regulamentação de veículos autônomos. A iniciativa do CONTRAM, todavia, não foi levada a cabo, visto que o prazo estabelecido na resolução expirou, sem que tenha sido observado qualquer avanço substancial na tentativa de propor estudos técnicos que permitam o desenvolvimento de uma política regulatória.²⁷⁷

Diante desse cenário, é evidente que o Brasil possui alguns programas que visam fomentar o progresso tecnológico no setor automotivo, assim como medidas para incentivar estudos na área, visando a proposição de uma regulação, no entanto, ainda há uma lacuna jurídica abordando essa inovação tecnológica. Essa insegurança jurídica cria incertezas acerca da viabilidade da implantação dos veículos autônomos, especialmente para as montadoras e projetos de pesquisa brasileiros. Consequentemente, o país se torna um ambiente ainda não preparado para receber essa inovação.

De fato, a ausência de leis regulando essa tecnologia pode atrasar o desenvolvimento da tecnologia no país, afastando investimentos e impedindo o avanço de pesquisas realizadas por interessados em explorar esse novo ramo. Desse modo, é fundamental que a Administração Pública atue de maneira proativa para preencher essa lacuna, estabelecendo diretrizes claras sobre a implementação de veículos autônomos no país.

3.2. BRASIL: ATRASOS E DESAFIOS NA AGENDA REGULATÓRIA DE VEÍCULOS AUTÔNOMOS

Em um cotejo com outros países, o Brasil tem feito pouco para incentivar essa inovação no país, o que fez com que o país seja apontado como um dos menos preparados para receber veículos autônomos no mundo. Esse apontamento foi feito pelo índice de prontidão para veículos autônomos (AVRI, do inglês *Autonomous Vehicles Readiness Index*), elaborado pela KPMG, uma das maiores empresas de prestação de serviços profissionais no cenário internacional no ramo de inovação e

²⁷⁷ CONTRAM. **Resolução nº 717, de 30 de novembro de 2017**. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao7172017.pdf> Acesso em: 17 abr. 2024.

tecnologia. Em 2020, foi divulgado o último levantamento realizado pela entidade, no qual o Brasil foi apontado como o 30º e último colocado na classificação geral.²⁷⁸

Nas palavras de Maurício Endo, Líder de Governo da KPMG no Brasil e na América do Sul, “ainda não vemos nenhuma política pública em torno da criação de vias para os veículos autônomos começarem a operar nas cidades”. Em comparação com o ano anterior, o Brasil manteve a última colocação. A única diferença é que em 2019 o relatório analisou 25 países, sendo que, mesmo com a inclusão de 5 novos países (Bélgica, Chile, Dinamarca, Itália e Taiwan), foi mantida a última colocação.²⁷⁹

Os 30 países foram avaliados por meio de 28 indicadores, reunidos em quatro pilares (i) política e legislação; (ii) tecnologia e inovação; (iii) infraestrutura; (iv) aceitação do consumidor. Esses critérios são avaliados por meio de informações públicas, como reportagens, comunicados de imprensa, entre outros. Com a combinação desses índices, o relatório confere uma pontuação final para cada país, sendo atribuído o mesmo peso para as notas, a exceção do critério de velocidade da conexão móvel e medidas de banda larga, que possuem metade do peso.²⁸⁰

Dentre os critérios criados pela KPMG, o Brasil figurou a última posição nos três primeiros (política e legislação, tecnologia e inovação e infraestrutura) e no quarto critério (aceitação do consumidor) se classificou na 29ª posição, a frente apenas da Índia. Os resultados demonstram também que grande parte dos países teve melhora em seu cenário, aumentando suas pontuações em relação ao ano de 2019. Além de ter mantido a última colocação, o país aparece na lista dos cinco piores colocados em diversos setores, incluindo o de “regulamentos de veículos autônomos” e “prontidão do governo para a mudança”.²⁸¹

Abaixo é possível vislumbrar as posições comparativas do índice de prontidão para veículos autônomos de 2018 a 2020:

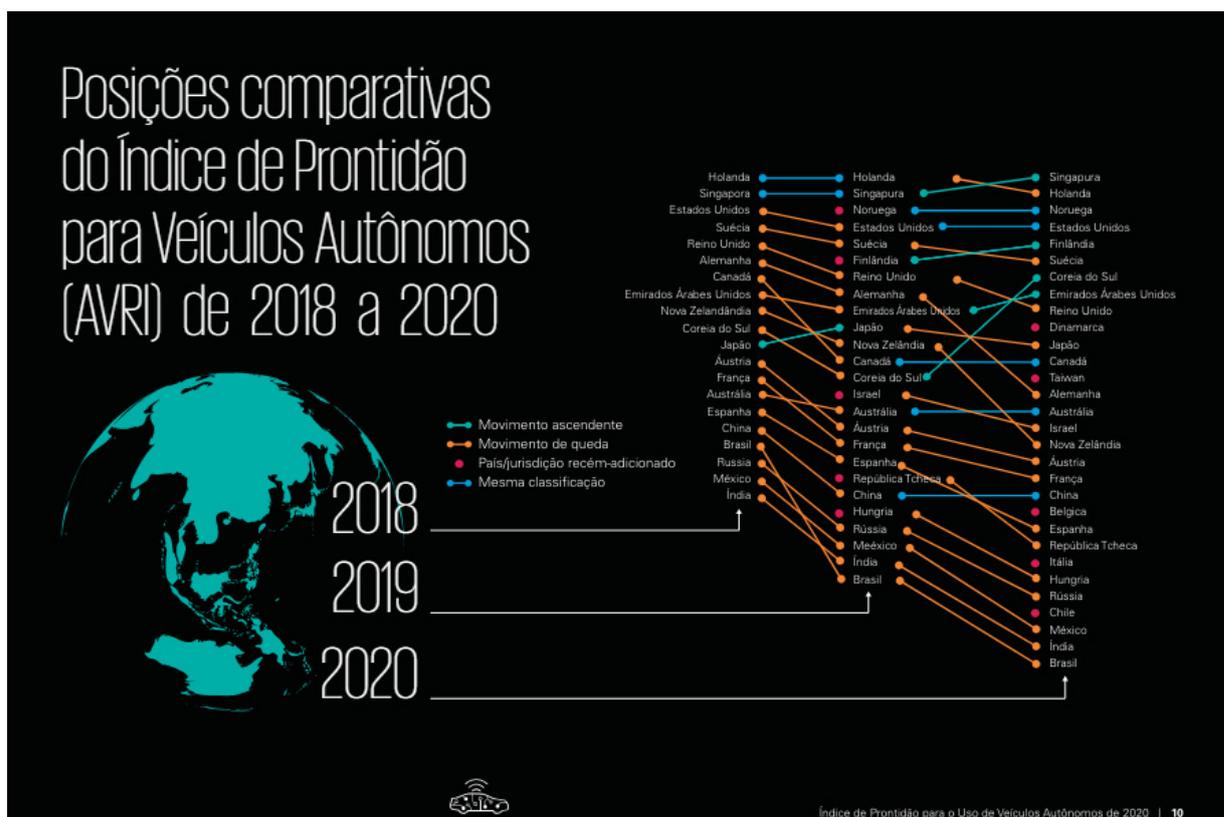
²⁷⁸ KPMG INTERNACIONAL. **Índice de Prontidão para Veículos Autônomos 2020**: avaliando a prontidão de 30 países na corrida pelos veículos autônomos. Disponível em: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/br/pdf/2020/09/autonomous-vehicles-readiness-index-2020.pdf> Acesso em: 15 abr. 2024.

²⁷⁹ *Ibidem*, p. 41.

²⁸⁰ *Ibidem*, p. 49.

²⁸¹ *Ibidem*, p. 41.

Figura 5 – Índice de prontidão de veículos autônomos da KPMG de 2020



(Fonte: KPMG²⁸²)

Com base no relatório, fica evidente que a regulação não será o único empecilho para a introdução de veículos autônomos, visto que representam apenas um dos quatro fatores necessários para a recepção dessa tecnologia. O potencial tecnológico da indústria, a infraestrutura viária e a aceitação do consumidor serão obstáculos a serem enfrentados nessa jornada. Mas acredita-se que o estabelecimento um arcabouço regulatório seria um passo importante, até mesmo para incentivar políticas públicas destinadas a resolver os demais problemas, incluindo investimentos na infraestrutura viária e a maior confiança da sociedade.

Por exemplo, a presença de normas regulando essa tecnologia pode servir para criar um ambiente de confiança pública em torno dos veículos autônomos. Segundo dados divulgados pela *American Automobile Association (AAA)*, a maioria dos motoristas demonstra medo (66%) ou insegurança em relação aos veículos

²⁸² *Ibidem*, p. 10.

autônomos.²⁸³ Certamente esses índices tendem a reduzir com regulamentações consistentes, que tenham como pilar a responsabilidade e segurança na integração dessa tecnologia no trânsito.

Sob outro vértice, em que pese veículos autônomos possam parecer uma realidade distante do Brasil, sobretudo considerando os dados apresentados pela KPMG que demonstram que o país é um dos menos preparados do mundo para sua recepção, a regulação deve ser pensada o mais breve possível. De acordo com Bruna Paim, Felipe Jensen e Kael Moro, em virtude do estágio atual, no qual veículos em estágios diferentes de automação já circulam nas ruas brasileiras, a regulação dos veículos autônomos não deve aguardar para o momento em que chegarão os veículos mais avançados, inclusive de automação completa. A regulação deve ser pensada agora, de modo que o país esteja preparado para receber essa inovação quando ela finalmente estiver disponível para o mercado consumidor.²⁸⁴

Ademais, mesmo que se reconheça que essa tecnologia ainda não está pronta para ser comercializada em seu nível mais avançado de tecnologia, há uma série de questões imediatas que tornam a tarefa da regulamentação urgente. Isso se nota especialmente no contexto de avanço em termos de pesquisa e desenvolvimento, as quais são limitadas pela ausência regulamentar. Esses desafios impõem ao país a necessidade de pensar em uma regulação de curto prazo que possa incentivar o desenvolvimento de veículos autônomos no país, como será detalhado adiante.

A insegurança jurídica é preocupante, por exemplo, para os projetos de pesquisa e desenvolvimento de veículos autônomos que já ocorrem no território nacional há pelo menos uma década. Como evidenciado, o Brasil possui uma série de projetos piloto sendo realizados por universidades brasileiras, que proporcionaram, inclusive, o primeiro teste com veículos autônomos em vias públicas da América Latina, amplamente divulgado em diversos jornais de grande repercussão. Ocorre que a ausência de regulação traz uma série de óbices para as pesquisas, seja em razão da insegurança jurídica em questões relacionadas à responsabilidade civil por

²⁸³ MOYE, Brittany. AAA: Fear of Self-Driving Cars Persists as Industry Faces an Uncertain Future. **AAA News Room**, 14 mar. 2024. Disponível em: <https://newsroom.aaa.com/2024/03/aaa-fear-of-self-driving-cars-persists-as-industry-faces-an-uncertain-future/> Acesso em: 02 mai. 2024.

²⁸⁴ PAIM, Bruna Werlang; JENSEN, Felipe Emanuel Pacheco; MORO, Kael Nery de Lima., *Op. Cit.*, p. 564.

eventuais acidentes, da validade da cobertura de seguro para os testes ou pelas dificuldades na realização de testes e experimentos com os protótipos desenvolvidos.²⁸⁵

Isso tem gerado uma série de complicações para a evolução desses projetos. Vale mencionar, por exemplo, que as pesquisas em andamento realizam testes predominantemente em ambientes controlados, como dentro de universidades ou de propriedades privadas, não circulando por vias públicas, o que pode ser visto como um limitador para o desenvolvimento de experimentos mais avançados.²⁸⁶ A preocupação com o impacto da ausência de regulação foi, inclusive, ressaltado pelo professor da UFES, Alberto Ferreira de Souza, quando se manifestou na reunião realizada pelo grupo de trabalho da Comissão de Viação e Transportes da Câmara dos Deputados, relatando os avanços nas pesquisas acadêmicas sobre a automação de veículos e pedindo regras claras para a realização de testes nas ruas.²⁸⁷

Da mesma forma, o projeto de veículos autônomos da USP São Carlos, CaRINA enfrenta uma série de obstáculos, considerando as limitações regulatórias existentes no país. Para que o teste realizado nas ruas de São Carlos pudesse se tornar realidade, foi preciso uma grande movimentação que exigiu a “boa vontade” das entidades públicas, incluindo o isolamento de vias de trânsito, o acompanhamento das autoridades públicas e a permissão para que esse teste fosse realizado.²⁸⁸ Muitos desses desafios, provavelmente, não seriam enfrentados se o país permitisse a realização de testes em vias públicas. A ausência regulatória, destarte, pode ser apontada como um grande problema enfrentado pelas instituições dedicadas ao estudo de veículos autônomos.

Segundo o professor Denis Wolf, coordenador do projeto da USP, o grande problema é que as montadoras locais não demonstraram interesse.²⁸⁹ Essa ausência de interesse pode ser explicada, em grande parte, pela ausência regulatória. Afinal, as empresas desencorajam as empresas montadoras de investir em um mercado que

²⁸⁵ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 98.

²⁸⁶ *Ibidem*, p. 68.

²⁸⁷ ARAÚJO, Newton. *Op. Cit.*

²⁸⁸ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 66.

²⁸⁹ BRITO, Eugênio Augusto. Carro autônomo brasileiro tem nome de mulher e dá suas voltinhas; assista. **UOL**, 16 mai. 2014. Disponível em: <https://www.uol.com.br/carros/noticias/redacao/2014/05/16/carro-autonomo-brasileiro-tem-nome-de-mulher-e-da-suas-voltinhas-assista.htm> Acesso em: 03 mai. 2024.

não possui regras claras, visto que o risco é muito alto. Dessa forma, além de conferir legalidade e segurança jurídica a esses projetos, a expectativa é de que regulação possa acrescentar também em aspectos de inovação tecnológica, incentivando investimentos – públicos e privados – em pesquisas nessa área.

Sob outro vértice, é possível apontar a dificuldade de obtenção de recursos para a consecução desses projetos. No caso do projeto da USP São Carlos, embora exista financiamento do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos (INCT-SEC) e das agências de fomento CNPQ e FAPESP, os quais muitas vezes não são suficientes para que o projeto avance de maneira significativa. Vale mencionar, por exemplo, que o projeto encontra dificuldades em questão de acesso à internet, visto que não alcançou uma parceria com alguma empresa de telecomunicação. Assim, a navegação por GPS é realizada com a conexão 3G ou 4G, cujos custos são suportados pelos próprios alunos.²⁹⁰

Com efeito, a importância das pesquisas no contexto brasileiro é indiscutível. A pandemia do coronavírus ilustrou bem a importância da pesquisa no território nacional. A produção científica foi essencial para pensar em soluções para o enfrentamento da crise sanitária, por meio do desenvolvimento de testes, experimentos relacionados a vacinas e tratamentos para a doença e estudos para avaliar os impactos das medidas adotadas no período. Destarte, a pandemia trouxe à tona a discussão sobre a importância da pesquisa no contexto brasileiro e seus potenciais benefícios para a sociedade.²⁹¹

No contexto de desenvolvimento tecnológico acelerado, é fundamental prestigiar as pesquisas acadêmicas nacionais no ramo dos veículos autônomos, tendo em vista o seu potencial de facilitar o diálogo em torno da regulação dessa tecnologia. Compreende-se que essas iniciativas podem auxiliar não só o desenvolvimento do mercado – especialmente voltado para alguns setores especializados como agricultura e logística²⁹² – como também facilitar a compreensão dessa tecnologia e proporcionar uma comunidade especializada no estudo e desenvolvimento desses

²⁹⁰ *Ibidem*.

²⁹¹ NEGRI, Fernanda de; ZUCOLOTO, Graziela; MIRANDA, Pedro; KOELLER, Priscila. Ciência e Tecnologia frente à pandemia. **IPEA**, 27 mar. 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/182-corona> Acesso em: 16 abr. 2024.

²⁹² Exemplo concreto disso é o modelo de caminhão autônomo desenvolvido pela USP de São Carlos em parceria com a Scania.

veículos, o que poderá ser de extrema relevância nas discussões regulatórias, que dependem de um amplo debate envolvendo a indústria, o Poder Público e o âmbito acadêmico, como preceitua o art. 218, §6º, da Constituição Federal.

A maior demonstração da importância do sucesso das pesquisas acadêmicas na área dos veículos autônomos é o projeto capitaneado pela USP. O CaRINA foi premiado recentemente em um desafio mundial, denominado Desafio de Direção Autônoma Carla, obtendo o melhor desempenho em três das quatro categorias, dentre 69 veículos competidores, arrecadando um prêmio de 17 mil dólares. Embora a competição tenha se dado em um ambiente virtual, por meio de um simulador de percursos chamado *Car Learning to Act*, o resultado do torneio evidencia o potencial de pesquisas brasileira nesse ramo inovador.²⁹³ Por sinal, o experimento paulista já chegou a ser comparado com os veículos que a Google usa em seus testes nos EUA. Comparação essa que se justifica, visto que o projeto da grande empresa americana também decorre de uma iniciativa universitária. Mesmo sem apoio, o projeto vem alcançando feitos notáveis, no “jeitinho brasileiro”.²⁹⁴

Apesar dos entraves significativos para a realização de projetos tecnológicos, o Brasil possui exemplos muito relevantes de experimentos de sucesso, sediados por universidades sediadas em diversos lugares do país. A regulação deve propiciar a regularização desses projetos, assim como incentivar o progresso de novos projetos em outras universidades brasileiras.

Por outro prisma, cumpre asseverar que a ausência da regulação pode gerar o risco de o país não ter o seu mercado consumidor desenvolvido.²⁹⁵ Atualmente, está em andamento uma “corrida da automação”, em que empresas buscam há pelo menos uma década a adequação de seus veículos que possibilite a penetração no mercado consumidor. Tais empresas precisam de regras claras para atuar nesse mercado, investir e ter perspectiva de retorno financeiro. Dessa forma, é crível que o surgimento de uma política regulatória torna o país um ambiente propício para investimentos das empresas, seja para a entrada de novos investidores no mercado

²⁹³ USP. **Carro autônomo da USP ganha prêmio em desafio mundial**. Disponível em: <https://jornal.usp.br/universidade/carro-autonomo-da-usp-ganha-premio-em-desafio-mundial/> Acesso em: 16 abr. 2024.

²⁹⁴ BRITO, Eugênio Augusto. *Op. Cit.*

²⁹⁵ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 127.

brasileiro ou até mesmo para o desenvolvimento de uma indústria local de veículos autônomos.

Para Marcelo Guedes e Henrique Machado, o desenvolvimento de veículos autônomos no país não só coloca o país como destaque em pesquisas, como também permite que esses sistemas fossem mais bem assimilados pela indústria brasileira, que poderia compreender seus riscos e restrições e adequá-los à realidade brasileira. Como resultado disso, a expectativa é de uma estrutura regulatória que garanta a segurança dos seus usuários, almejando todos os benefícios prometidos com o advento dessa inovação na sociedade.²⁹⁶

Na mesma linha, Bruna Paim, Felipe Jensen e Kael Moro compreendem que a indústria procura um ambiente regulado, que não reprima a violação e permita o desenvolvimento de testes em segurança. Nesse sentido, o que se tem observado é que as empresas que já estão em estágio avançado de desenvolvimento vêm priorizando a realização de testes em cidades que possuem condições favoráveis, seja do ponto de vista legislativo ou da infraestrutura viária.²⁹⁷ É o caso da Waymo, que tem optado por trafegar em cidade pequenas, com sistemas de trânsito bem estruturados e que já possuem um ambiente regulatório favorável à tecnologia.²⁹⁸

Esse posicionamento coaduna com o art. 218 da Constituição Federal, que prevê a necessidade de o Estado apoiar e estimular as empresas que invistam em pesquisa e criação de tecnologias no país (§4º), estimulando a articulação entre entes, tanto públicos quanto privados, nas diversas esferas do governo (§6º) que visam a promoção do desenvolvimento científico, tecnológico e a inovação. É dever do Estado amparar projetos que visam o desenvolvimento tecnológico do país, portanto.

A ausência de normatização é preocupante para toda a cadeia produtiva de automóveis, eis que o setor automotivo possui destaque na configuração no Produto Interno Produto (PIB) nacional. Considerando o potencial transformador do advento de veículos autônomos, é essencial que a indústria esteja preparada para lidar com essa tecnologia, o que exige uma postura mais proativa do governo, que incentive o desenvolvimento e pesquisas na área, eliminando o atraso que foi observado nos

²⁹⁶ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 99.

²⁹⁷ PAIM, Bruna Werlang; JENSEN, Felipe Emanuel Pacheco; MORO, Kael Nery de Lima., *Op. Cit.*, p. 465.

²⁹⁸ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 79.

últimos anos, o qual fez com que o país se tornasse um dos piores para receber essa inovação.²⁹⁹

Essa preocupação foi alvo de discussões na “1ª Conferência sobre Veículos Inteligentes: segurança jurídica e tecnológica e inserção no Brasil”, realizada no Rio de Janeiro, em 2022. O evento decorreu de uma parceria realizada entre o Inmetro, a Firjan e a Universidade Federal de Lavras (UFLA), reunindo representantes de ministérios, órgãos de segurança viária, montadoras, acadêmicos e profissionais da área jurídica, com o objetivo de impulsionar a criação de normas para viabilizar os veículos inteligentes no país. Dentre as recomendações estabelecidas no relatório final, destacou-se o atraso do Brasil em relação a outros países, o que exige uma participação ativa do Poder Público, para preparar o setor automotivo para as mudanças ocorridas nos últimos anos, especialmente considerando que esse setor representa cerca de 22% do PIB industrial brasileiro.³⁰⁰

Não há dúvida de que o Brasil está atrasado em relação a outros países no que tange à regulação dessa tecnologia. Com efeito, o debate em torno da regulação de veículos autônomos aponta para a necessidade de estabelecer normas que possam impulsionar a inovação e o desenvolvimento tecnológico, assim como promover a segurança e a confiabilidade dessa tecnologia. As iniciativas de pesquisa e desenvolvimento necessitam de um ambiente regulatório favorável para inserir o país no mercado de veículos autônomos.

Em linhas gerais, a regulação dos veículos autônomos não deve ser vista apenas como uma necessidade de acompanhar a tendência global, mas como uma medida para assegurar a competitividade e a participação do país em um futuro, que está cada vez mais próximo. É objetivo da próxima seção compreender os benefícios e desafios em torno dessa inovação e os motivos que levam o país a pensar em uma proposição regulatória.

3.3. BENEFÍCIOS VS. RISCOS DOS VEÍCULOS AUTÔNOMOS

²⁹⁹ TOLEDO, Nayron. *Op. Cit.*, p. 140.

³⁰⁰ FIRJAN; UFLA; INMETRO. **Relatório de Informações e Recomendações**: 1ª Conferência sobre veículos inteligentes. Segurança jurídica e tecnológica para inserção no Brasil. Rio de Janeiro, 2020.

Como examinado no tópico anterior, o Brasil está atrasado na regulação de veículos autônomos, o que fez com que fosse apontado como um dos países menos receptivos do mundo para essa inovação. De fato, o índice da KPMG representa um parâmetro importante, visto que analisa diversos aspectos relacionados à legislação e infraestrutura de diversos países do mundo. Não obstante, a aceitação dos veículos autônomos ainda é alvo de controvérsia, pois os diversos acidentes ocorridos nos últimos anos têm prejudicado a reputação dessa tecnologia e suscitaram dúvidas sobre a sua segurança em vias públicas. Diante desse cenário de incerteza, questiona-se: por que o país deve pensar em uma regulação de veículos autônomos?

No debate sobre a necessária regulação de veículos autônomos, surgem discussões acerca do impacto da integração dessa inovação na sociedade, em comparação com a utilização de veículos convencionais. Diversas motivações têm sido apresentadas por pesquisadores da área e pela própria indústria para justificar a adoção de tecnologias de direção autônoma em veículos, em decorrência dos benefícios sociais que essa tecnologia pode originar.

Uma das principais justificativas é a melhoria na segurança do trânsito, sob a perspectiva de que os sistemas autônomos teriam o potencial de reduzir exponencialmente os acidentes de trânsito, tão comuns no dia a dia. Os dados de acidentes de trânsito em todo o mundo são alarmantes, muitos dos quais resultam em fatalidades. Estimativas da ONU indicam que cerca de 1,25 milhão de pessoas perdem suas vidas e cerca de 50 milhões de pessoas ficam feridas em razão de acidentes viários a cada ano.³⁰¹

O Brasil, por sua vez, também apresenta uma situação preocupante no que diz respeito à segurança no trânsito. No ano de 2010, o país era apontado como o quinto país com mais mortes de trânsito no mundo, com cerca de 40 mil mortes anuais e pelo menos 300 mil feridos no trânsito, com custos anuais de cerca de R\$ 50 bilhões.³⁰²

Dessa época para cá, foram apresentadas algumas medidas governamentais visando melhorar esses índices, notadamente acerca da redução da mortalidade no

³⁰¹ ONU. **Acidentes de trânsito matam 1,25 milhão por ano, alerta a ONU**. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2015/11/1531811> Acesso em: 11 abr. 2024.

³⁰² CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de; GUEDES, Erivelton Pires. **Balanço da primeira década de ação pela segurança no trânsito no Brasil e perspectivas para a segunda década**. Brasília, DF: Ipea, nov. 2023. (Dirur: Nota Técnica, 42).

trânsito. Essas políticas buscavam atender os programas de conscientização da ONU, em especial a campanha “1ª Década de Ação pela Segurança no Trânsito”, lançada em 2010.³⁰³ Uma das principais medidas foi Lei nº 11.705/2008, conhecida popularmente como “Lei Seca”, que alterou dispositivos legais para penalizar o condutor que seja identificado dirigindo sob a influência de álcool ou qualquer substância psicoativa. Em 2012, a legislação passou por modificações visando recrudescer as punições.³⁰⁴

Apesar dos esforços do Poder Público, não foi possível observar melhoria no cenário. Ao contrário, um estudo desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) evidenciou que houve um aumento 13,5% em mortes no trânsito na última década, frustrando a meta estabelecida pela ONU de redução de 50% do percentual total de mortes. Na década compreendida entre os anos de 2000 e 2009, foram registradas cerca de 346.151 mortes, ao passo que na década seguinte foram apontadas cerca de 392.929 mortes.³⁰⁵

A tabela abaixo ilustra o crescimento da taxa de mortalidade em razão de acidentes no trânsito no Brasil:

Figura 6: Tabela de mortes e taxa de mortalidade no Brasil (2000-2019)

TABELA 1

Total de mortes e taxa de mortalidade¹ em STT nas duas primeiras décadas do século XXI – Brasil (2000-2019)

Período	Mortes	Taxa de mortalidade ²
2010-2019	392.929	19,22
2000-2009	346.151	18,79
Variação (%)	13,5	2,3

Fonte: SIM/Datasus. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/mortalidade-desde-1996-pela-cid-10>. Acesso em: jul. 2023.

Notas: ¹ Por 100 mil habitantes.

² Taxa de mortalidade anualizada considerando a população brasileira na metade de cada década (população do Brasil em 2005 e 2015).

Fonte: IPEA³⁰⁶

Os dados desses acidentes revelam que a maioria ocorre por conta de algum erro humano, como embriaguez, desatenção, inexperiência na condução, sonolência,

³⁰³ *Ibidem*

³⁰⁴ LIMA, Marcellus Polastri. **Crimes de Trânsito: Aspectos Penais e Processuais**. 2. ed. – São Paulo: Atlas, 2015, p. 132-136.

³⁰⁵ CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de; GUEDES, Erivelton Pires. *Op. Cit.*, p.

³⁰⁶ *Ibidem*.

descumprimento de normas do trânsito, excesso de velocidade, entre outras deficiências do condutor. Estima-se que pelo menos 90% de todos os acidentes são causados por uma falha humana. Assim, a expectativa é de que a implementação de veículos autônomos poderia reduzir o número desses acidentes, visto que esses veículos não seriam vítimas de falhas humanas, as principais causadora de acidentes rodoviários.³⁰⁷

De acordo com Antonio Davola, a introdução de sistemas de condução autônoma implicará em uma redução considerável dos acidentes rodoviários, visto que esses veículos são imunes em relação as causas mais comuns de acidentes ocasionados por falha humana, como desatenção, sonolência e embriaguez. O autor destaca que os veículos autônomos possuem sistemas avançados de detecção do ambiente, os quais serão capazes de prever riscos e reagir mais rápido do que um condutor humano.³⁰⁸

Outro fator que pode acarretar a melhoria da segurança do trânsito, segundo Cíntia Lima, é o fato de que os algoritmos são programados para respeitar fielmente todas as leis trânsito.³⁰⁹ Dessa forma, a introdução dessa tecnologia poderia evitar uma série de incidentes que estão diretamente atrelados com a violação de leis rodoviárias, como excesso de velocidade (art. 218 do CTB) ou avançar o sinal vermelho do semáforo e a parada obrigatória (art. 208 do CTB).

Ainda que se trate de previsões meramente teóricas, no plano prático, alguns estudos vêm sendo realizados para investigar o impacto dos veículos autônomos em questões de segurança viária. Um levantamento realizado pela Universidade de Michigan nos EUA compilou os dados de acidentes de três das dez empresas autorizadas a testar veículos autônomos na Califórnia (Google, Delphi e Audi), realizando um cotejo do registro de segurança de veículos que possuem sistemas de direção autônoma em relação aos veículos comuns.

A conclusão foi de que, apesar de os veículos autônomos terem apresentado uma taxa de acidentes mais elevada do que os veículos convencionais, a tecnologia

³⁰⁷ FAGNANT, Daniel J.; KOCKELMAN, Kara. Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 77, 2015, p. 3.

³⁰⁸ DAVOLA, Antonio. A Model for Tort Liability in a World of Driverless Cars: Establishing a Framework for the Upcoming Technology. **Idaho Law Review**, vol. 54, 2018, p. 594.595.

³⁰⁹ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. Op. Cit., p. 83.

não teve culpa em nenhum acidente ocorrido. Ou seja, a contrário do senso comum, nem todos os acidentes envolvendo veículos autônomos são causados pelo sistema de IA, visto que em muitos casos podem ocorrer fatores imprevisíveis ou até mesmo falha no condutor humano.³¹⁰

Além do mais, destacou-se que a gravidade global dos acidentes foi inferior em relação aos veículos convencionais, com uma redução significativa de pessoas fêrias e de danos materiais. Ainda que a pesquisa tenha apontado um índice de acidentes superior dos veículos autônomos em comparação com os veículos convencionais, o estudo destaca que não é possível excluir a possibilidade de que essa tecnologia venha apresentar uma taxa mais baixa de acidentes vários, já que o número de veículos em circulação é relativamente baixo em comparação aos veículos comuns, o que impacta na análise de dados.³¹¹

Além de aumentar a segurança nas estradas e reduzir acidentes, os veículos autônomos têm o potencial de melhorar significativamente a mobilidade urbana, um dos principais problemas vivenciados pela sociedade contemporânea. Ao longo século XX, a sociedade presenciou transformações significativas no cenário urbano, impulsionadas pela massificação do uso de automóveis. Em que pese os benefícios individuais em termos de liberdade de deslocamento, é possível apontar uma série de impactos negativos de automóveis no planejamento urbano, decorrente da poluição sonora e ambiental e da perda de espaços públicos para a circulação de novas vias, que reduzem a qualidade de vida da população. Com a priorização dos meios de transporte individual e o crescimento do número de veículos em circulação, o que se tem observado é uma crise crescente da mobilidade urbana, evidenciada a partir dos congestionamentos de centenas de quilômetros nas grandes cidades, em especial nas capitais e suas regiões metropolitanas.³¹²

Carlos Oliveira e Túlio Leal destacam que a presença de veículos autônomos classificados a partir do nível 4 pode impactar o trânsito de duas maneiras. Em primeiro lugar, os autores apontam que haverá menos veículos estacionados nas

³¹⁰ SCHOETTLE, Bradon; SIVAK, Michael. **A Preliminary Analysis Of Real-World Crashes Involving Self-Driving Vehicles**. The University of Michigan, 2015. Disponível em: <https://public.websites.umich.edu/~umtriswt/PDF/UMTRI-2015-34.pdf> Acesso em: 14 abr. 2024.

³¹¹ *Ibidem*.

³¹² EFING, Antônio Carlos; ARAÚJO, Jailson de Souza. O uso dos carros autônomos, seus riscos e perigos jurídicos. **Revista de Direito do Consumidor**. vol. 126. ano 28. p. 81-102. São Paulo: Ed. RT, nov.-dez./2019, p. 82.

ruas, visto que os proprietários poderão enviar seus veículos para suas residências ou até mesmo para lugares mais afastados, reduzindo a presença de automóveis nos centros urbanos. Em segundo lugar, destaca-se que a popularização desses veículos pode estimular o uso do veículo privado em relação aos transportes públicos, por meio de veículos compartilhados, semelhante ao serviço prestado pela Uber, o que poderia significar melhoras tanto do ponto de vista do conforto quando sob a perspectiva de menos carros circulando nas vias.³¹³

A melhoria da mobilidade urbana poderá ser notada, por outro lado, a partir do incremento da “economia compartilhada” na sociedade. De acordo com Filipe Medon, esse modelo de economia já vem sendo utilizado por algumas empresas como a Uber e o Airbnb, e pressupõe o acesso de bens e serviços, sem a necessária aquisição de um produto ou troca monetária, a partir da perspectiva de que é mais barato compartilhar do que ser proprietário. Assim, a expectativa é de crescimento da tendência de compartilhar veículos, visto que os proprietários de veículos poderão compartilhar seus próprios veículos nos momentos em que eles estariam estacionados e inutilizados.³¹⁴ De fato, isso dependerá de um contexto em que essa tecnologia apresente um alto grau de confiabilidade, a ponto de se permitir veículos circulando sem a presença de um motorista.

Com efeito, a adoção de veículos autônomos também pode reduzir a necessidade de espaços de estacionamentos nas áreas metropolitanas. Essa realidade é tratada por Pedro Rocha, que destaca que cerca de 31% do espaço nos distritos centrais das grandes cidades dos EUA é utilizado para estacionamentos, o que poderia ser reduzido com a implementação de veículos autônomos, proporcionando um melhor aproveitamento do espaço urbano e investimentos de infraestrutura para a utilização desses espaços para outras finalidades. Destarte, essa transformação tecnológica pode acarretar impactos substanciais no que tange à utilização do solo urbano, viabilizando a redução do espaço utilizado para estacionamentos em até 90%. Esses espaços poderiam ser aproveitados para outras

³¹³ OLIVEIRA, Carlos Eduardo; LEAL, Túlio Augusto. **Considerações sobre os Veículos Autônomos** – possíveis impactos econômicos, urbanos e das relações jurídicas. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Outubro/2016 (Texto para Discussão nº 214). Disponível em: www.senado.leg.br/estudos, p. 2-3.

³¹⁴ MEDON, Filipe. Op. Cit., p. 170-171.

finalidades, como parques, praças ou até mesmo no desenvolvimento da estrutura viária.³¹⁵

Outra possível consequência é o crescimento do serviço dos taxis sem motorista, semelhante ao modelo proposto pela Waymo, por meio do seu aplicativo Waymo One, nos EUA. Nesse modelo, é possível destacar a maior acessibilidade do serviço, visto que os custos decorrentes da remuneração dos motoristas seriam eliminados, tornando as viagens – em tese – mais baratas. O advento de taxis sem condutor pode até mesmo desestimular a posse de veículos particulares, por meio de esquemas de compartilhamento de carros e viagens, que podem se apresentar uma opção mais econômica do que possuir um veículo, eliminando os custos atinentes a impostos, licenciamento e seguro de carro, entre outros.³¹⁶

O conceito de economia compartilhada atrelado aos custos reduzidos para a utilização desse meio de transporte, poderia até mesmo mitigar ou extinguir a propriedade veicular, dando lugar ao compartilhamento de veículos, aumento de número de viagens por aluguel e o aumento da frota de veículos autônomos nas cidades.³¹⁷ Como resultado, caso essa tendência venha a se tornar realidade, o advento de veículos sem motorista culminaria na redução de veículos nas ruas, o que acarretaria na potencial diminuição do tráfego nas cidades e, por via de consequência, na melhora da mobilidade urbana, no meio ambiente e da qualidade de vida da população.

Além da Waymo, algumas empresas vêm buscando adentrar no mercado de veículos autônomos compartilhados. Tome-se como exemplo a Tesla, que já se manifestou no sentido de que irá disponibilizar o serviço a partir de duas frentes. A primeira é com os carros oferecidos pelos próprios proprietários de veículos da Tesla, que poderiam disponibilizar esses automóveis durante o tempo em que não estivessem usando, oferecendo um valor de 25% a 30% dos valores pagos pelas viagens para a empresa. Tal alternativa, além de gerar lucros para as empresas, pode ser vista como uma renda extra para os proprietários que disponibilizarem seus veículos, assim como uma alternativa viável para pessoas que não possuam veículo

³¹⁵ ROCHA, Pedro Alexandre Moura Cirilo. *Op. Cit.*, p. 14.

³¹⁶ *Ibidem*, p. 12.

³¹⁷ PAIM, Bruna Werlang; JENSEN, Felipe Emanuel Pacheco; MORO, Kael Nery de Lima., *Op. Cit.*, p. 462.

particular. A segunda proposta é destinada para locais onde não existem veículos da Tesla para oferecer um serviço de transporte, para os quais a companhia se propôs a oferecer uma frota própria para atender a região.³¹⁸

Sob outra perspectiva, pesquisadores apontam que essa tecnologia pode até mesmo auxiliar na redução do trânsito nas cidades. Essa análise é feita em relação aos carros conectados, que tem o potencial de compartilhar informações entre si (V2V) e com a infraestrutura viária (V2I). A comunicação entre veículos pode auxiliar na redução significativa do tempo ocioso nas vias, aumentando a eficiência do trânsito, proporcionando um trânsito mais fluído, evitando frenagens abruptas, mudanças de faixa indevidas, entre outros aspectos.³¹⁹ De acordo com estudos realizados nos EUA, os veículos autônomos podem aumentar a economia e combustível em 23% a 39% e a velocidade do tráfego em 8% a 13%, em razão da rede de comunicação gerada por carros conectados.³²⁰

Ainda no que diz respeito à mobilidade urbana, a adoção dessa inovação poderá proporcionar mais comodidade para os usuários e economia de tempo, considerando que o condutor poderá, a depender do nível de automação do veículo, executar outras atividades no interior do veículo durante a viagem, como ler um livro, assistir filmes e séries e até mesmo trabalhar em movimento. Há estudos que apontam que essa tecnologia poderia liberar 50 minutos por dia de seus usuários, tempo esse que poderá ser aproveitado em outras atividades cotidianas.³²¹ Mas tudo isso dependerá da maior ou menos flexibilização das legislações que regularão a matéria, visto que muitos países ainda não permitem – pelo menos nessa primeira fase – a circulação de veículos completamente autônomos (nível 5), como é o caso da Alemanha e do Reino Unido.

Não bastasse todos esses benefícios, os veículos autônomos ainda poderão auxiliar uma parcela específica da população que sofrem restrições com mobilidade urbana, como pessoas portadoras de deficiência física e idosos, que muitas vezes não possuem condições de dirigir um veículo. A integração de veículos com alto grau de

³¹⁸ AGRELA, Lucas. Musk prevê serviço de carros autônomos para 2020. **Exame**, 23 abr. 2019. Disponível em: <https://exame.com/tecnologia/musk-preve-servico-de-carros-autonomos-para-2020/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

³¹⁹ TOLEDO, Nayron. Op. Cit., p. 108-109.

³²⁰ FAGNANT, Daniel J.; KOCKELMAN, Kara. Op. Cit., p. 5.

³²¹ TOLEDO, Nayron. Op. Cit., p. 110.

autonomia poderia proporcionar a locomoção desse grupo, visto que não dependeriam mais de uma terceira pessoa para dirigir o automóvel ou até mesmo a adaptação dos carros para que possam dirigir sozinhos.³²²

Ao redor do mundo, já é possível observar alguns projetos destinados para esse grupo específico. Recentemente, a Lyft, maior concorrente da Uber nos EUA, e a Aptiv, fruto da cisão da Delphi e a Federação Nacional dos Cegos nos EUA, anunciaram uma parceria que visa destinar corridas em veículos autônomos para pessoas cegas com ou baixa visão. Uma das principais medidas adotadas pela empresa foi a inserção de mapas táteis em papel para os usuários com eficiência visual em cada viagem, proporcionando o acompanhamento de todas as funcionalidades do veículo em braile, além da segurança gerada ao acompanhar o percurso realizado.³²³

Não há dúvida de que os veículos autônomos podem apresentar muitas oportunidades e benefícios, assim como transformações significativas na interação entre o ser humano e os meios de transporte. Apesar disso, não como há como olvidar que essa tecnologia também apresenta alguns desafios, sobretudo no que tange a aspectos de segurança e privacidade.³²⁴ Como já destacado, os acidentes com essa tecnologia geram dúvidas e insegurança em torno da viabilidade de veículos circulando sem motorista e até mesmo na utilização de sistemas assistivos. Mesmo que os estudos apontem que esses veículos são, em muitos casos, mais seguros do que os veículos convencionais, é compreensível que haja uma percepção negativa de que eles são perigosos, haja vista a ausência de um motorista humano e também pelo receio de uma inovação ainda não conhecida.³²⁵

Outra questão que coloca em xeque a utilização dessa inovação é a questão da privacidade. De fato, os sensores internos e externos dos veículos acumulam uma série de dados, como localização do veículo pelo GPS, velocidade, uso de cinto de segurança, microfones que captam o áudio do interior do veículo, entre outros. Dessa maneira, existe a preocupação sobre potenciais danos decorrentes da invasão ao

³²² *Ibidem*.

³²³ SOARES, Denisson Antunes. Lyft adapta carros autônomos para oferecer viagens para cegos nos EUA. **TecMundo**, 21 jul. 2019. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/mobilidade-urbana-smart-cities/143950-lyft-adapta-carros-autonomos-oferecer-viagens-para-cegos-eua.htm> Acesso em: 14 abr. 2024.

³²⁴ FAGNANT, Daniel J.; KOCKELMAN, Kara. *Op. Cit.*, p. 10.

³²⁵ *Ibidem*, p. 11.

sistema do veículo por ataques de *hackers*.³²⁶ Esse é um tema que certamente desperta muita atenção, sobretudo no contexto atual no qual os dados pessoais se tornaram um verdadeiro produto monetizado.

Por outro lado, os veículos autônomos também podem representar impactos significativos no mundo econômico. Conquanto os estudos realizados apontem melhorias na economia por meio dessa inovação, a exemplo da redução dos custos gastos pelos países com acidentes de trânsito, há indícios de que os veículos autônomos podem afetar negativamente a economia. Nesse sentido, um mercado que, certamente, poderá ser afetado é o de motoristas de aplicativo, os quais poderão ser substituídos pelos sistemas de direção autônoma. Durante a pandemia, essa atividade foi vista como uma alternativa ao desemprego não só no Brasil como em outros países do mundo, considerando as medidas sanitárias adotadas naquele período. Desse modo, a adoção de veículos autônomos poderia impactar negativamente o país, aumentando os índices de desemprego.³²⁷

O cenário complexo apresentado demonstra que os veículos autônomos podem representar tanto benefícios quanto perigos para a sociedade. Mas tudo isso não passa de especulação, considerando que, apesar das estimativas de que essa tecnologia possa ser apresentada brevemente e os exemplos de veículo-teste circulando nas ruas, ainda não houve a penetração completa desses veículos na sociedade. Para que os impactos decorrentes da implementação tecnologia dos veículos autônomos sejam percebidos, será necessário um alcance geral dessa tecnologia, com a comercialização concreta desses veículos no mercado consumidor.³²⁸

De todo modo, acredita-se que os benefícios dos veículos autônomos, relacionados à segurança viária, redução de acidentes e da taxa de mortalidade no trânsito, melhorias na mobilidade urbana e no meio ambiente, superam os potenciais riscos e desafios. A fim de maximizar os benefícios dessa tecnologia, é essencial o desenvolvimento de políticas públicas adequadas, que assegurem o desenvolvimento tecnológico em defesa do humano.³²⁹

³²⁶ MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 178-179.

³²⁷ TOLEDO, Nayron. *Op. Cit.*, p. 122.

³²⁸ FAGNANT, Daniel J.; KOCKELMAN, Kara. *Op. Cit.*, p. 14.

³²⁹ FREITAS, Juarez; FREITAS, Thomas Bellini. *Op. Cit.*

Em outras palavras, a autonomia dos automóveis é uma via de mão dupla, já que apresenta tanto potenciais benefícios quanto potenciais malefícios para as pessoas. Mas é isso o que torna a regulação tão importante no contexto da implementação dessa tecnologia na sociedade, a qual deve buscar compreender as complexidades que esses veículos podem trazer quando forem comercializados e antecipar os caminhos para combater os riscos diretamente atrelados à sua utilização.

Retomando a questão inicial proposta no início dessa seção: por que o Brasil deve regular veículos autônomos? A resposta a essa pergunta decorre dos diversos benefícios que essa tecnologia poderá trazer a longo prazo, tais como a redução do número e da gravidade de acidentes viários, melhorias na segurança viária e na mobilidade urbana, democratização do acesso a veículos para pessoas idosas ou com deficiências físicas, maior comodidade aos usuários, assim como aspectos positivos ao meio ambiente. Embora sua implementação também possa representar desafios, acredita-se que os benefícios superam esses riscos, notadamente considerando que esses obstáculos possam ser mitigados por políticas públicas consistentes.

É objetivo da próxima seção compreender o melhor caminho para que o país possa pensar em um plano regulatório adequado e eficaz, que atenda às necessidades brasileiras, por meio da criação de um ambiente propício à inovação tecnológica.

3.4. O CAMINHO PARA A REGULAÇÃO: A CRIAÇÃO DE UM SANDBOX REGULATÓRIO

O Brasil desponta como um dos países menos preparados no mundo para receber os veículos autônomos. Algumas tentativas iniciais de estabelecer diretrizes foram feitas pelo Poder Legislativo, pelos órgãos de trânsito e até mesmo por iniciativas do Governo Federal, este último para incentivar a modernização do ramo automotivo brasileiro, como já se viu. Porém, esses avanços não foram capazes de trazer luz para a matéria. O país continua no escuro no que diz respeito à essa inovação tecnológica. Diante disso, a questão que se coloca é: como o país deve agir concretamente para regular os veículos autônomos?

Difícilmente, pode se esperar que uma normatização seja elaborada “da noite para o dia”. Trata-se de um desafio complexo que vai exigir um debate multidisciplinar,

contando com a colaboração entre Poder Público, especialistas no mundo jurídico, profissionais especializados no meio tecnológico e indústria, para garantir que essa regulamentação seja eficaz e capaz de acompanhar a evolução tecnológica. Uma das grandes dificuldades na regulação das novas tecnologias é o desenvolvimento de diretrizes sólidas que não se tornem obsoletas com o decorrer do tempo.

A título de comparação, vale lembrar que os planos regulatórios e da Lei Geral de Proteção de Dados e do Marco Civil da Internet, cuja matéria tangencia o assunto das aplicações da IA e dos veículos autônomos, partiu de longos debates, contando com a realização de audiências públicas e a participação da sociedade civil. A LGPD, como já se viu, levou 7 anos após a sua idealização para ser consolidada, o que aconteceu no ano de 2018, período precedido de muitas discussões em torno da política de proteção de dados a ser estabelecida no país. Esse debate é essencial na regulação de novas tecnologias.

No caso dos veículos autônomos, todavia, a ausência de regulamentação pode significar um retrocesso. Os desafios atuais demandam uma resposta do Poder Público, especialmente no que diz respeito às pesquisas conduzidas no país por Universidades. Além disso, as montadoras precisam de regras claras para investir no mercado brasileiro, o que também incentivaria investimentos da indústria nacional a desenvolver seus próprios veículos autônomos. Como, então, conciliar esse dilema entre necessidade de uma regulação consistente com os desafios urgentes impostos por essa lacuna jurídica?

Pesquisadores da área tem buscado soluções para abordar essa questão e uma alternativa que ganhou força é de que a regulação dos veículos autônomos não seja idealizada em um momento único, mas pensada em diversas etapas regulatórias, de modo a estabelecer um regime jurídico imediato que possa introduzir essa tecnologia de forma progressiva. Dessa forma, o país poderia pensar em medidas legais para preparar o país para receber essa tecnologia, sem prejuízo de uma regulação consistente de longo prazo.

Nesse aspecto, Guedes e Machado destacam que, embora o país necessite de transformações jurídicas profundas que deverão ser suscitadas a médio e a longo prazo, é essencial compreender que algumas questões demandam uma atenção

urgente, o que justificaria que a regulação de veículos autônomos seja construída em etapas ou momentos regulatórios.³³⁰

Essa também foi a conclusão apontada pelo relatório final da 1ª Conferência sobre Veículos Inteligentes, realizada pelo Inmetro, UFLA e Firjan, já destacado, que trouxe uma série de recomendações de ações que devem ser tomadas para a implementação dessa tecnologia. No que tange ao tema “regulamentação e legislação”, o relatório estabeleceu uma série de medidas consideradas “imediatas”, assim como outras medidas necessárias, mas que devem ser tratadas a longo prazo.³³¹ Dentre as medidas consideradas imediatas, o relatório aponta o estabelecimento de “um quadro regulatório para permitir testes em vias públicas e requisitos mínimos de segurança”.

A proposta de que a estratégia brasileira de regulação de veículos autônomos seja pensada em etapas regulatórias parte do pressuposto de que é necessária a criação de uma regulação mais simplificada para viabilizar, incentivar a conferir legalidade à atividade de pesquisa e desenvolvimento já realizadas e até mesmo para estimular novas iniciativas no país, visando o desenvolvimento do mercado brasileiro e a adequação da sociedade com essa tecnologia disruptiva. A segunda etapa regulatória seria pensada em um cenário avançado, quando da disponibilização de veículos autônomos para o mercado consumidor, aumentando e complementando as exigências regulatórias.³³²

Com a difícil missão de acompanhar as mudanças sociais de cada setor regulado, o Estado assume cada vez funções mais complexas que exigem sua atuação eficiente para lidar com as especificidades de cada setor e atender o interesse público.³³³ A transformação tecnológica imposta pela Quarta Revolução Industrial veio acompanhada de desafios regulatórios. O modelo tradicional de regulação já não se revela suficiente, diante da ineficiência do Poder Público de acompanhar as rápidas e intensas mudanças tecnológicas.

³³⁰ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 65.

³³¹ FIRJAN; UFLA; INMETRO, *Op. Cit.*, p. 20.

³³² GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 101-102

³³³ BLANCHET, Luiz Alberto; BACELLAR, Roberto Ramos. Desafios do direito administrativo no estado regulador. **Revista Eletrônica Direito e Política, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica da UNIVALI**, Itajaí, v.12, n.3, 3º quadrimestre de 2017. Disponível em: www.univali.br/direitoepolitica - ISSN 1980-7791, p. 1.133.

Vivian López Valle e Willian Ivan Gallo abordam a insuficiência das capacidades regulatórias tradicionais existentes para a regulação das novas tecnologias, em especial a inteligência artificial. Para os autores, a Administração Pública necessita de uma nova racionalidade jurídica para a regulação da IA, capaz de manter hígidas as garantias ao interesse público e a satisfação dos direitos sociais realizados pela prestação de serviços públicos.³³⁴

Em virtude desse cenário, ganhou notoriedade – especialmente no direito estrangeiro – um novo instrumento de regulação, que pressupõe a promoção e não a limitação das tecnologias. Trata-se do *sandbox regulatório*.³³⁵ De acordo com Dirk Zetszsche, Rossa Buckley, Janos Barberis e Douglas Arner, o *sandbox* regulatório é um “espaço seguro” regulamentar que cria um ambiente para as empresas testarem produtos com menos riscos de serem sancionadas.³³⁶ Ou seja, um ambiente regulado que incentiva e não coíbe o desenvolvimento tecnológico.

Esse mecanismo regulatório foi desenvolvido para suprir lacunas normativas de situações disruptivas e consiste em uma autorização temporária, conferida pelo agente regulador, para que empresas inovadoras possam conduzir seus negócios em um ambiente regulatório mais flexível, desde que respeitem os limites estabelecidos para a sua atuação. De acordo com Luiz Blanchet, Gustavo Martinelli e Ariê Ferneda, é como se o Poder Público criasse um “laboratório de regulação”, visando a normalização jurídica de determinada atividade econômica.³³⁷

Entretanto, essa abordagem não pode ser vista como um esquema geral de regulação a ser atribuído para qualquer atividade, mas para ser empregado em casos situacionais, visando produtos verdadeiramente revolucionários que justifiquem a tolerância dos riscos em face dos benefícios que esse modelo pode trazer para a sociedade. Essa prática traz benefícios tanto para a empresa, que poderá desenvolver

³³⁴ VALLE, Vivian Cristina Lima López; GALLO, William Ivan. *Op. Cit.*, p. 69-70.

³³⁵ BLANCHET, Luiz Alberto; GAZOTTO, Gustavo Martinelli Tanganelli; FERNEDA, Ariê Scherreier. *Sandbox regulatória e tecnologias disruptivas: incentivos à inovação e inclusão financeira por meio das Fintechs*. **Revista Eurolatinoamericana de Derecho Administrativo**, vol. 7, n. 2, p. 71-87, jul./dic. 2020. DOI 10.14409/redoeda.v7i2.9387, p. 78.

³³⁶ ZETZSCHE, Dirk A.; BUCKLEY, Ross P.; ARNER, Douglas W.; BARBERIS, Janos N. *Regulating a Revolution: From Regulatory Sandboxes to Smart Regulation*. **Fordham Journal of Corporate and Financial Law**, v. 23, n. 31, p. 31-103, 2017, p. 64.

³³⁷ BLANCHET, Luiz Alberto; GAZOTTO, Gustavo Martinelli Tanganelli; FERNEDA, Ariê Scherreier. *Sandbox regulatória e tecnologias disruptivas: incentivos à inovação e inclusão financeira por meio das Fintechs*. **Revista Eurolatinoamericana de Derecho Administrativo**, vol. 7, n. 2, p. 71-87, jul./dic. 2020. DOI 10.14409/redoeda.v7i2.9387, p. 78-82.

suas atividades com menos riscos, quanto para o agente regulador, que poderá verificar a introdução de uma nova prática no mercado, em um ambiente controlado.³³⁸

De acordo com Thiago Ferrarezi, o *sandbox* regulatório apresenta vários benefícios. Ele permite, por exemplo, que as empresas com soluções inovadoras testem seus produtos sem o risco das regulamentações existentes, promovendo, assim a inovação e o desenvolvimento de inovações tecnológicas. Outrossim, esse ambiente é favorável ao próprio agente regulador, que pode compreender melhor as tecnologias emergentes e suas implicações, a fim de desenvolver regulamentações mais eficazes. Por sua vez, o *sandbox regulatório* é uma medida proveitosa até mesmo para a economia, visto que facilita a entrada de novas empresas no mercado, aumentando a competição e promovendo a diversidade no mercado tecnológico.³³⁹

Essa abordagem atua, portanto, como um verdadeiro acelerador das tecnologias, visto que permite às empresas testarem seus produtos e serviços a um custo regulatório mais baixo. Esse mecanismo deve ser interpretado como um instrumento de fomento à inovação, visto que muitas vezes os mecanismos tradicionais de regulação acabam não dando conta de atender as mudanças sociais de maneira efetiva, sobretudo no contexto das tecnologias disruptivas. Esse ambiente experimental permite que as empresas validem e testem seus modelos de negócio em um ambiente real de interação, todavia, de maneira controlada e administrada pela autoridade reguladora. Nesse sentido, a maior vantagem desse modelo de regulação decorre da celeridade das respostas regulatórias ao mercado, considerando que os mecanismos tradicionais de regulação acabam não conseguindo atender essas necessidades em um tempo efetivo.³⁴⁰

Esse modelo regulatório foi amplamente debatido pela Comissão de Juristas formada no Senado para debater a política regulatória de IA no Brasil. Somente no substitutivo legal, o termo “*sandbox*” é mencionado diversas vezes. O art. 34, §2º, prevê que a autoridade competente e os órgãos e entidades públicas responsáveis pela regulação de setores específicos podem coordenar suas atividades em

³³⁸ *Ibidem*.

³³⁹ FERRAREZI, Thiago. *Sandbox regulatório: um instrumento estratégico para o desenvolvimento de tecnologias emergentes no Brasil*. **Migalhas**, 15 mai. 2023. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/depeso/386501/sandbox-regulatorio-um-instrumento-estrategico>. Acesso em: 20 abr. 2024.

³⁴⁰ BLANCHET, Luiz Alberto; GAZOTTO, Gustavo Martinelli Tanganeli; FERNEDA, Ariê. *Op. Cit.*, p. 83.

ambientes regulatórios experimentais que envolvam sistema de IA. Além disso, como medida para fomentar a inovação, o art. 38 prevê que a autoridade competente poderá autorizar o funcionamento de ambiente regulatório experimental para inovação em IA para as entidades que preencherem os requisitos.³⁴¹ Portanto, o *sandbox* é uma medida amplamente recomendada pelos doutrinadores brasileiros em matéria de regulação da IA.

Assim, acredita-se que o modelo regulatório do *sandbox* se encaixa perfeitamente à situação dos veículos autônomos, na medida em que pode resolver esse impasse regulatório, impulsionando o desenvolvimento dessa tecnologia, mediante a criação de um ambiente regulatório que garanta condições para que testagem e validação dos veículos autônomos. Isso deve ocorrer para estimular atividades experimentais no Brasil, antes desse produto ser considerado apto para o mercado consumidor.

Atualmente, o Brasil se encontra como um dos países menos preparados para receber essa inovação e muito disso decorre da falta de políticas públicas que incentivem a inovação em termos de pesquisa e desenvolvimento. Dessa forma, ao desenvolver um ambiente experimental de regulação, o país poderia incentivar o desenvolvimento tecnológico na área, por meio de regras mais flexíveis.

Um modelo de *sandbox* se demonstra especialmente importante nos veículos autônomos por um motivo específico: a necessidade de validação e testagem dessa tecnologia. A primeira etapa regulatória no âmbito de uma estratégia nacional de normatização de veículos autônomos deve ser pensada, assim, em um modelo de regulação mais flexível, que permita a realização de testes e experimentos, tanto em ambientes controlados como em vias públicas. Isso é crucial para que esses veículos possam atingir um nível suficiente de segurança.

Antes de serem comercializados, os veículos precisam ser submetidos a rigorosos testes em ambientes reais, para que seja possível avaliar a sua segurança em diferentes situações do trânsito – muitas das quais imprevisíveis. De fato, ambientes controlados como pistas desenvolvidas para testes são importantes para testar a viabilidade desses veículos. No entanto, apenas após a circulação desses veículos em situações reais de trânsito é que será possível concluir sobre a viabilidade

³⁴¹ SENADO FEDERAL. CJSUBIA - Comissão de Juristas responsável por subsidiar elaboração de substitutivo sobre inteligência artificial no Brasil. *Op. Cit.*

dessa tecnologia, vislumbrando a interação desses veículos com outros veículos, pedestres, sinais de trânsito, placas, entre outras situações apresentadas pelo trânsito.

O sistema de direção autônoma é como uma pessoa que está aprendendo a dirigir. Dessa forma, assim como uma pessoa realiza aulas de direção prática, os veículos precisam circular nas ruas para que os algoritmos sejam treinados e aprendam a lidar com as distintas situações apresentadas durante a direção. De acordo com Lee, para serem viabilizados, os veículos autônomos precisam ser treinados em milhões ou até mesmo bilhões de quilômetros de dados, a fim de que consigam aprender a identificar objetos e prever movimentos de carros e pedestres.³⁴²

A implementação dos sistemas de direção autônoma lida com algoritmos que possuem capacidade de aprendizagem para processar sinais de sensores. Assim, o desafio tecnológico consiste em lidar com cenários complexos no trânsito que são comumente enfrentados por humanos, como a percepção ambiental, reconhecimento de pedestres e obstáculos na pista e a observância das leis de trânsito. Tudo isso exige um grande volume de dados de treinamento para que as máquinas aprendam a operar em diferentes locais com mudanças culturais, ambientais e com as leis de trânsito locais. São esses dados que treinarão as redes neurais utilizadas nos veículos para reconhecer as particularidades do trânsito brasileiro.³⁴³

Diante dessas particularidades, Nayron Toledo reconhece o primeiro passo para a regulação dos veículos autônomos seria a elaboração de uma regulamentação de trânsito básica que permita a realização de testes com veículos tanto em ambientes fechados, quanto em determinadas estradas públicas monitoradas, pois somente assim os fabricantes poderão entender e adaptar a tecnologias para as particularidades de trânsito e infraestrutura do país, sem correr o risco de sofrer penalidades administrativas previstas na legislação de trânsito. Para Toledo, a regulação brasileira deve pensar em uma abordagem adaptativa, na qual as primeiras proposições regulatórias proporcionem segurança jurídica aos fornecedores, permitindo a realização de testes em ambiente nacional.³⁴⁴

³⁴² LEE, Kai-Fuu. *Op. Cit.*, p. 49.

³⁴³ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 81-82.

³⁴⁴ TOLEDO, Nayron. *Op. Cit.*, p. 142-144.

Esse modelo regulatório tem sido uma tendência geral entre países que já regularam veículos autônomos, cujas idealizações optaram por permitir testes em vias públicas antes de permitir a comercialização. A rigor, os países que flexibilizaram as suas legislações para permitir testes em vias públicas foram os que obtiveram a maior pontuação do critério “política e legislação” no índice da KPMG. Um dos quesitos desse índice é “regulamento de veículos autônomos”, o qual, segundo o relatório, são atribuídas notas mais altas para países que “impõem poucas restrições sobre quando, onde e como os testes de veículos autônomos podem ocorrer”. A pontuação máxima foi atribuída à Austrália, à Finlândia, à Holanda e à Singapura e a pontuação mais baixa destinada para a Índia, seguida pelo México e pelo Brasil.³⁴⁵

A posição de destaque da Singapura no critério política e legislação no índice da KPMG faz do país um bom exemplo a ser mencionado neste trabalho. Ao modificar sua Lei de Trânsito Rodoviário em 2017, o país estabeleceu alguns requisitos para a realização de testes com veículos autônomos. Em discurso proferido sobre a legislação, o Segundo Ministro dos Transportes do país, Ng Chee Meng, declarou que a legislação foi pensada em criar um período de *sandbox* regulatório de 5 anos, estágio após o qual o parlamento vai avaliar a necessidade de elaborar uma legislação mais permanente ou estender esse período de avaliação.³⁴⁶

Mesmo antes da regulação, a Singapura já vinha apostando na realização de testes e experimentos. A autoridade pública de transportes do país tem facilitado testes de veículos autônomos desde 2015, a fim de compreender como essa tecnologia poderia ser usada para melhorar o sistema de transporte local. Inicialmente, os testes começaram a ser realizados em um contexto restrito. Recentemente, após manifestações da indústria de que um ambiente de testes ampliado poderia acelerar o desenvolvimento tecnológico, o país expandiu sua permissão para todo o oeste da Singapura, abrangendo mais de 1.000 km de estradas públicas que serão disponibilizadas para a circulação de veículos autônomos na fase de testes.³⁴⁷

³⁴⁵ KPMG, *Op. Cit.* p. 50.

³⁴⁶ TRUEMAN, Charlotte; LAGO, Cristina. How Singapore is driving the development of autonomous vehicles. *Cio*, 24 jan. 2019. Disponível em: <https://www.cio.com/article/222040/how-singapore-is-driving-the-development-of-autonomous-vehicles.html> Acesso em: 18 abr. 2024.

³⁴⁷ SINGAPORE LAND TRANSPORT AUTHORITY. **Autonomous Vehicle Testbed to be Expanded to Western Singapore** – Continued Emphasis on Public Safety. 24 out. 2019. Disponível em:

Na Singapura, entretanto, o objetivo da adoção e desenvolvimento de veículos autônomos no país não tem enfoque o transporte pessoal, mas a movimentação de frete e o transporte público. Em 2021 os primeiros serviços comerciais de ônibus autônomos foram implementados no país, operando em duas rotas específicas, a fim de coletar dados e avaliar a viabilidade do serviço, a segurança dos passageiros e a confiabilidade do serviço. O projeto partiu de uma parceria entre diversas organizações e agências governamentais, com o objetivo de acelerar o desenvolvimento tecnológico no país.³⁴⁸ Atualmente, o país continua incentivando a realização de testes e experimentos no país, objetivando se tornar um dos países pioneiros em adotar essas tecnologias em grande escala, especialmente nos transportes públicos.

Outro caso notável é o da Holanda, que liderou o índice da KPMG nas duas primeiras edições, mas caiu para a segunda posição no relatório de 2020, sendo superada pela Singapura. No critério “política e legislação”, a Holanda prossegue sendo um dos países com o melhor desempenho, despontando na terceira posição na classificação geral e entre os quatro países que atingiram a pontuação máxima no critério “regulamento de veículos autônomos”, que diz respeito à flexibilização para a realização de testes no país. Além da legislação, a Holanda é referência no que tange à infraestrutura. Exemplo disso são os semáforos inteligentes desenvolvidos no país que tem a capacidade de enviar o seu status via comunicação sem fio para os veículos, avisando quando parar e seguir.³⁴⁹

Ao lado da Singapura e da Holanda, a Austrália é uma das nações que atingiu a pontuação máxima pelos seus regulamentos de veículos autônomos. O país elaborou uma estratégia nacional de implementação de veículos autônomos, denominada “*automated vehicle program*” (programa de veículo automatizado), por meio da qual vem incentivando várias reformas do ponto de vista regulatória e de

https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/newsroom/2019/10/1/Autonomous_vehicle_testbed_to_be_expanded.html Acesso em: 18 abr. 2024.

³⁴⁸ YU, Eileen. First commercial autonomous bus services hit Singapore roads. **Zd Net**, 25 jan. 2021. Disponível em: <https://www.zdnet.com/article/first-commercial-autonomous-bus-services-hit-singapore-roads/> Acesso em: 18 abr. 2024.

³⁴⁹ KPMG, *Op. Cit.* p. 13.

infraestrutura. Desde que o programa foi lançado, em 2017, a Austrália já realizou uma série de testes com ônibus e carros autônomos em vias públicas.³⁵⁰

No ano de 2020, a Comissão Nacional de Transportes da Austrália publicou um documento intitulado “*lessons learned from automates vehicle trials in Australia*”, cuja tradução para o português é “lições aprendidas com testes de veículos automatizados na Austrália”. Como o próprio nome revela, o objetivo do documento é relatar as lições aprendidas nos anos de testes realizados no país. A Austrália reconhece que os testes são uma fase importante para garantir que os veículos sejam seguros antes de serem comercializados, visto que fornecem lições úteis sobre o estado da tecnologia, a interação dos veículos com o trânsito, a aceitação pública, infraestrutura e acessibilidade, as quais poderão ser utilizadas para o governo tomar decisões estratégicas para se preparar para cenários futuros.³⁵¹

O documento em questão destaca também que os testes no país, que ocorrem há quase cinco anos, são um verdadeiro sucesso. Houve progresso no desenvolvimento de acordos regulatórios para apoiar os experimentos, incentivando empresas internacionais a investirem no país, por meio da criação de um ambiente favorável que permite o desenvolvimento tecnológico. Como proposta futura, a Austrália pretende que sejam realizados testes mais complexos, ampliados para outras áreas, bem como a busca pelo nível 5 de autonomia, com a eliminação do condutor humano, visto que todos os testes realizados tiveram operadores humanos a bordo. No que tange a comercialização, o relatório aponta que serão necessários alguns anos até que esse produto esteja pronto para o mercado. Apesar disso, o documento ressalta a importância de manter o país como destaque internacional no que diz respeito aos veículos autônomos, para atrair investimentos de empresas e organizações.³⁵²

No cenário global, os Estados Unidos possivelmente são o principal país desenvolvedor de veículos autônomos, além de possuírem o maior número de testes sendo realizados. Somente no país, há 420 empresas dedicadas à tecnologia de

³⁵⁰ AUSTRALIAN NATIONAL TRANSPORT COMMISSION. **Automated vehicle program**. Disponível em: <https://www.ntc.gov.au/transport-reform/automated-vehicle-program> Acesso em: 18 abr. 2024.

³⁵¹ AUSTRALIAN NATIONAL TRANSPORT COMMISSION. **Lessons learned from automated vehicle trials in Australia**: December 2020. Disponível em: https://www.ntc.gov.au/sites/default/files/assets/files/AV-lessons-learned-2020_0.pdf Acesso em: 18 abr. 2024.

³⁵² *Ibidem*.

veículos autônomos.³⁵³ Como destacado anteriormente país já realiza testes em diversos estados, inclusive com veículos dotados de alto grau de autonomia. Atualmente, a maior parte dos estados possui uma legislação própria regulando essa tecnologia, o que vem permitindo que o país seja uma referência em relação a testes de veículos autônomos no mundo. Como exemplo, vale citar o estado de Nevada, que foi o primeiro a permitir a circulação de veículos autônomos, em 2011.³⁵⁴

Do contexto das regulações internacionais, extrai-se uma conclusão inexorável: a implementação dos veículos autônomos na sociedade é um processo lento e gradual, que depende de um ambiente regulatório favorável que permita que as empresas e centros de pesquisa possam conduzir seus negócios de maneira segura. Os países que se colocam como os mais preparados para essa inovação no que tange à política e legislação são aqueles que já permitem a realização de testes de veículos autônomos, etapa essa que é tida como imprescindível para potencializar o desenvolvimento tecnológico.

Singapura, Holanda, Austrália e Estados Unidos são alguns dos exemplos de modelos regulatórios a serem seguidos não só no Brasil como no mundo todo. A Singapura, por exemplo, estabeleceu um período de *sandbox regulatório* de 5 anos, permitindo que as empresas possam investir no desenvolvimento e experimento de veículos autônomos. Inicialmente, os testes ocorreram em áreas restritas, mas conforme o país percebeu os benefícios potenciais da tecnologia, expandiu o ambiente de testes para incluir rodovias públicas, acelerando assim o progresso dessa inovação. Com o término desse prazo estabelecido, o país deve estudar os reflexos dessa tecnologia no país, avaliando a necessidade de elaborar uma legislação permanente ou estender o período de avaliação. Essa abordagem contribuiu para que a Singapura seja considerada líder global no que diz respeito à preparação para a integração de veículos autônomos.

Em virtude das complexidades associadas à regulamentação de veículos autônomos, o Brasil deve adotar uma abordagem regulatória em etapas para que possa acompanhar a evolução dessa tecnologia. A adoção de um modelo de *sandbox*

³⁵³ KPMG, *Op. Cit.*, p. 15.

³⁵⁴ BARÃO, Aline Monike; GARBIN, Murilo Henrique. Enfrentando os desafios da regulação da circulação de veículos autônomos: uma análise comparada da legislação estrangeira. In. **II Seminário sobre Inteligência Artificial, Proteção de Dados e Cidadania**, Anais eletrônicos, Santo Angelo, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), 2021, p. 32.

regulatório pode impulsionar o desenvolvimento de veículos autônomos, criando um ambiente favorável à inovação tecnológica e permitindo o desenvolvimento de atividades experimentais sem o risco de que as empresas possam incorrer em infrações legais ou regulatórias. Com efeito, a criação de um “laboratório de regulação” favorece tanto o crescimento das empresas em um ambiente mais flexível, como também do Poder Público, que poderá obter uma compreensão mais profunda dessa tecnologia em um ambiente controlado. Esse é o caminho para que o país poderá se tornar um mais competitivo no cenário global, incentivando o desenvolvimento de veículos autônomos no país.

Em um segundo momento, o Brasil deve pensar em uma legislação mais sólida, visando a ampliação e disponibilização de veículos autônomos ao mercado consumidor. Será necessário estabelecer um controle sobre a certificação e autorizações do tráfego e comércio desses veículos, assim como a adaptação do ordenamento jurídico brasileiro a essa nova realidade jurídica. Nesse sentido, é importante que as autoridades competentes estejam em contato direto com a validação e testagem dos veículos autônomos, para que possam avaliar o impacto real dessa tecnologia e elaborar diretrizes mais eficazes e apropriadas.

O PL nº 1.317 apresenta falhas nesse aspecto. Isso porque, embora tenha estabelecido a obrigatoriedade de testes, a proposição menciona a possibilidade de comercialização de veículos (art. 67-F, parágrafo único). Entende-se que a primeira etapa regulatória deve autorizar apenas empresas ou entidades dedicadas à pesquisa a circularem com veículos autônomos. A disponibilização do produto ao mercado consumidor requer mudanças mais profundas na legislação, sobretudo no que se refere à proteção do consumidor, o que deve acontecer apenas após um período inicial de maturação dessa tecnologia.

É necessário, portanto, que o projeto de lei deixe claro que a implementação de veículos autônomos no país é um processo que depende de uma ampla fase de testes. Somente após essa fase é que o produto, após a devida avaliação do Poder Público, poderia ser disponibilizado ao mercado. Assim como na Singapura, uma medida interessante seria a adoção de um prazo específico para essa fase de testes, após o qual o Poder Legislativo seria instado a se manifestar sobre a necessidade de novas medidas legislativas.

3.5. CONSTRUINDO O “LABORATÓRIO DE REGULAÇÃO” PARA OS VEÍCULOS AUTÔNOMOS

No contexto da crescente evolução dos veículos autônomos, a regulamentação dessa tecnologia emergente se demonstra uma necessidade para garantir a sua implementação segura na sociedade. Anteriormente, discutiu-se os motivos que levam o Brasil a trabalhar em uma política regulatória, notadamente os benefícios relacionados à segurança viária, mobilidade urbana e meio ambiente. Outrossim, destacou-se o caminho regulatório a ser seguido, em especial no que tange à criação de um *sandbox* regulatório para permitir testes em vias públicas, bem como a proposta de que a normatização ocorra não é um momento só, mas em etapas ou momentos regulatórios.

Prevendo a futura comercialização desses veículos, a criação de um “laboratório de regulação” representa um avanço significativo para o desenvolvimento de veículos autônomos no país, sobretudo no que se refere à coleta de dados para aprimoramento dos algoritmos responsáveis por conduzir essa inovação. Esse processo deve estimular uma colaboração entre o setor público e as entidades do setor privado, propiciando um ambiente colaborativo de inovação tecnológica. O desenvolvimento de veículos autônomos no país não apenas insere o Brasil no cenário de pesquisas mundial, mas permite a criação de uma estrutura regulatória que garanta a segurança dos usuários e a apropriação dos diversos benefícios que essa tecnologia pode oferecer.³⁵⁵

Para tanto, as balizas jurídicas devem ser adequadas para permitir a realização de testes em território nacional, especialmente em condições reais de trânsito, para que seja possível avaliar a viabilidade dessa tecnologia, bem como para aprimorar os algoritmos que controlam esses veículos. É fundamental que seja cultivado um ambiente propício ao desenvolvimento tecnológico, impulsionando o desenvolvimento de atividades experimentais no país, sem o risco de que empresas e centros de pesquisa possam incorrer em infrações legais ou regulatórias. É justamente isso o que vem ocorrendo em outras nações que já regulamentaram os

³⁵⁵ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 99.

veículos autônomos, que são apontados como países mais preparados para receber essa inovação.

Assim, o objetivo desse tópico é tratar sobre as matérias legislativas que merecem atenção para viabilizar uma regulamentação eficaz dos veículos autônomos, no que tange à primeira fase regulatória. As implicações legais são diversas, incluindo a adaptação das normas de trânsito, a definição de regras claras para a realização de testes, e, sobretudo, diretrizes acerca da segurança dos experimentos. Dessa forma, sem a pretensão de esgotar a matéria, o escopo dessa seção é traçar um panorama das diretrizes legislativas que serão necessárias para promover a adequação do ordenamento jurídico e permitir o avanço dessa indústria no território nacional.

Visando o desenvolvimento de um ambiente experimental, o país requer medidas legislativas que incentivem a realização de testes, mas sem olvidar das necessárias medidas de segurança para que esses testes ocorram no território nacional. Dessa forma, ainda que se trate de um modelo regulatório mais flexível, essa primeira etapa regulatória deve estabelecer um rol de diretrizes básicas, prevendo as condições para que experimentos sejam realizados em território nacional, com destaque especial para o tema da segurança das operações.

3.5.1. Da recepção dos veículos autônomos no Brasil

Nessa jornada rumo à automação, o primeiro ponto que merece atenção do legislador é a recepção de veículos autônomos no Direito brasileiro. Isso porque a atual conformação da legislação de trânsito brasileira foi criada em um contexto em que a única maneira de um veículo circular seria sob o controle de uma pessoa humana. Desse modo, com o avanço das tecnologias e sistemas que permitem a condução inteligente de automóveis, é fundamental que o sistema jurídico seja revisado para recepcionar essa nova tecnologia.

No Brasil, as previsões relativas ao trânsito estão concentradas em um único diploma, a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, denominada como Código de Trânsito Brasileiro (CTB). Subsidiariamente, algumas situações são reguladas por normativas infra legais emitidas pelos órgãos de gestão do trânsito, como CONTRAM, DETRAN e DENATRAN, assim como por outros diplomas legais, como o Código Civil

e o Código Penal, para regular situações específicas, a exemplo da responsabilidade (civil e penal) por acidentes viários.

O CTB entrou em vigor no ano de 1997, estabelecendo todas as diretrizes pertinentes relativas à utilização das vias por pessoas, veículos e animais, assim como as normas relativas à competência dos órgãos que compõe o Sistema de Trânsito Nacional. Nessa época, o país não cogitava tecnologias avançadas de autonomia, embora já existissem alguns protótipos em testes em outros países, como já destacado. A legislação foi pensada, assim, em um contexto no qual a única maneira de um veículo circular seria sob o controle de um condutor humano.

As leis de trânsito, a rigor, são voltadas para regular as ações do motorista, incluindo seus direitos e deveres na seara do trânsito. Essas normas, em alguns casos, entram em contradição com a possibilidade de um veículo utilizar sistemas de direção autônoma, na medida em que essa tecnologia propicia que o condutor se desincumba de algumas atividades da condução.

Por exemplo, o CTB prevê que o veículo não apenas precisa ter um condutor “a todo momento”, mas que esse condutor deve “ter domínio de seu veículo, dirigindo-o com atenção e cuidados indispensáveis à segurança do trânsito”.³⁵⁶ Todavia, a depender do nível de autonomia do veículo, pode haver uma dificuldade em situar a figura do “condutor”, visto que o sistema autônomo pode assumir algumas funções de direção do veículo ou até mesmo o seu controle total. Nesse caso, surge o questionamento: poderia o sistema de IA que conduz o veículo ser considerado o “condutor” para fins legais?

Além das normas que estabelecem a necessária presença de um condutor humano, o CTB possui disposições que reforçam a direção segura na figura subjetiva do motorista, exigindo atenção e responsabilidade no trânsito. O art. 31 exige que o condutor que tenha o propósito de ultrapassar um veículo deve reduzir a velocidade, “dirigindo com atenção redobrada”.³⁵⁷ Por sua vez, o art. 169 caracteriza como infração administrativa leve a direção sem atenção ou sem os cuidados indispensáveis à segurança, sujeita à aplicação de multa. Outras infrações que reforçam esse dever

³⁵⁶ Art. 28. O condutor deverá, a todo momento, ter domínio de seu veículo, dirigindo-o com atenção e cuidados indispensáveis à segurança do trânsito.

³⁵⁷ Art. 31. O condutor que tenha o propósito de ultrapassar um veículo de transporte coletivo que esteja parado, efetuando embarque ou desembarque de passageiros, deverá reduzir a velocidade, dirigindo com atenção redobrada ou parar o veículo com vistas à segurança dos pedestres.

de cuidado são a vedação da utilização de fones de ouvido ou de telefone celular, bem como a direção sob a influência de álcool ou outra substância psicoativa, previstas, respectivamente, nos arts. 252, inciso VI e 165 da legislação.³⁵⁸

Portanto, o CTB não apenas prevê como exigência a presença de um condutor humano, que deve ter o domínio completo do seu veículo, como também exige uma série de comportamentos e responsabilidades do condutor na direção do veículo, as quais, muitas vezes, não se adequam ao comportamento das máquinas. Esse cenário revela a necessidade da adequação do código para incluir regulamentações específicas para veículos autônomos, seja pela modificação substancial do Código ou até mesmo pela criação de um regime distinto que estabeleça regras próprias para veículos autônomos.

É importante destacar que a legislação brasileira teve como inspiração a Convenção de Viena sobre Tráfego Rodoviário de 1968, promulgada no Brasil pelo Decreto nº 86.714, de 10 de dezembro de 1981. O art. 8 da Convenção de Viena possui um dispositivo destinado à figura do condutor, estabelecendo condições e recomendações de segurança. Com uma redação similar à do art. 28 do CTB, esse dispositivo dispõe que os veículos devem ter um condutor, que deverá, a todo momento, ter o domínio de seu veículo. A Convenção prescreve, ainda, que o condutor deve possuir as qualidades físicas e psíquicas necessárias e estar em estado físico e mental para dirigir, bem como possuir conhecimento e habilidade necessários para a condução do veículo.³⁵⁹

Complementando as razões do dispositivo supra, o art. 13 da Convenção estabelece a obrigação de o condutor possuir o domínio do veículo sob qualquer circunstância, a fim de que possa agir com prudência e estar a todo momento em condições de efetuar todas as manobras necessárias. O dispositivo preceitua, ainda, que o motorista deve sempre adequar a velocidade dos veículos às condições das vias, em especial quanto as condições atmosféricas, estado da via, intensidade do

³⁵⁸ Art. 169. Dirigir sem atenção ou sem os cuidados indispensáveis à segurança: Infração - leve;
Art. 252. Dirigir o veículo: VI - utilizando-se de fones nos ouvidos conectados a aparelhagem sonora ou de telefone celular; Infração - média;
Art. 165. Dirigir sob a influência de álcool ou de qualquer outra substância psicoativa que determine dependência; Infração – gravíssima.

³⁵⁹ BRASIL. **Decreto nº 86.714, de 10 de dezembro de 1981**. Promulga a Convenção sobre Trânsito Viário. Brasília, DF: Presidência da República, 1981. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-86714-10-dezembro-1981-436277-publicacaooriginal-1-pe.html> Acesso em: 26 abr. 2024.

trânsito, devendo reduzir a velocidade quando as circunstâncias exigirem, sobretudo em condições de visibilidade reduzida.³⁶⁰

Percebe-se, portanto, que além da legislação interna, o Brasil ainda enfrenta o óbice imposto pela Convenção de Viena de 1968, a qual exige a presença de um condutor humano, bem como responsabilidades e deveres do motorista na direção do veículo, as quais não se adequam aos veículos autônomos. De acordo com Barão e Garbin, esse é um dos motivos que levaram os EUA e o Reino Unido a avançarem de maneira mais célere na legalização dessa tecnologia, visto que não são signatários da Convenção de Viena.³⁶¹

Em março de 2016, uma emenda afastou parcialmente essas restrições. Segundo Andrea Martinesco, o novo parágrafo 5bis, acrescentado ao art. 8º, criou uma ficção jurídica, ao estabelecer que veículos com sistemas que influenciem a condução, ainda que não regulamentados pelas normas internacionais, não são contrários à convenção, desde que possam ser desligados pelo condutor. Todavia, mesmo com essa alteração, ainda persiste controvérsia sobre o nível de restrição da Convenção, notadamente considerando a vagueza da disposição “sistemas de veículos que influenciem a forma como os veículos são conduzidos”.³⁶² A França optou por adotar uma interpretação mais restritiva, entendendo que a Convenção de Viena, mesmo após a emenda, não autoriza a circulação de veículos de níveis 4 e 5, exigindo a figura do condutor a todo momento. Em contrapartida, o Reino Unido possui entendimento de que o documento internacional não restringe a circulação de veículos autônomos ou automatizados.³⁶³

No Brasil, apesar da alteração, paira dúvida sobre os efeitos da emenda, visto que até o presente momento não houve a promulgação de Decreto editado pelo Poder Legislativo. De acordo com Guedes e Machado, diante da ausência de tradução do

³⁶⁰ *Ibidem*.

³⁶¹ BARÃO, Aline Monike; GARBIN, Murilo Henrique. *Op. Cit.*, p. 44-45.

³⁶² No original: “*5bis. Vehicle systems which influence the way vehicles are driven shall be deemed to be in conformity with paragraph 5 of this Article and with paragraph 1 of Article 13, when they are in conformity with the conditions of construction, fitting and utilization according to international legal instruments concerning wheeled vehicles, equipment and parts which can be fitted and/or be used on wheeled vehicles*” (ONU. **Report of the sixty-eighth session of the Working Party on Road Traffic Safety. Amendments to Article 8 and Article 39 of 1968 Convention on Road Traffic.** Disponível em: <https://unece.org/DAM/trans/doc/2014/wp1/ECE-TRANS-WP1-145e.pdf> Acesso em: 30 abr. 2024).

³⁶³ MARTINESCO, Andrea. Veículos Autônomos: uma visão complementar associando tecnologia, direito e políticas públicas. **SSRN Electronic Journal.** Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3571836 Acesso em: 25 abr. 2024.

texto para a língua portuguesa, a emenda precisa passar por um processo de ratificação interno para que tivesse validade, de modo que a Convenção de Viena ainda deve ser vista como um óbice para a circulação de veículos autônomos. O Congresso Nacional precisa, portanto, se manifestar sobre a ratificação da emenda feita ao tratado internacional para que essa tecnologia seja regularizada no território nacional.³⁶⁴

Assim, a primeira e mais importante medida legal é a reforma da legislação de trânsito, reconhecendo a legalidade da circulação dessa tecnologia no país, por meio da revisão do CTB e da recepção das alterações realizadas na Convenção de Viena.

3.5.2. Autoridade competente para regulamentar e fiscalizar os testes com veículos autônomos

Com efeito, a viabilização de veículos autônomos vai além de conferir legalidade à circulação desses veículos. É crucial que o país estabeleça uma política coordenada, capaz de estabelecer procedimentos mínimos e os requisitos para a consecução de experimentos por empresas e centros de pesquisa.

Para isso, é necessário que a legislação defina a competência para uma ou várias entidades para regulamentar e fiscalizar os testes a serem conduzidos. Em alguns países, essa atividade tem sido realizada por órgãos vinculados ao Poder Executivo e até mesmo pelas entidades responsáveis pela administração da segurança no trânsito, a exemplo da Austrália, que designou a Comissão Nacional de Transportes para executar o programa de veículos autônomos local.

Cíntia Lima defende que o CONTRAM deve assumir essa competência, o qual deve regulamentar a possibilidade da circulação de veículos autônomos, as condições e requisitos para testes em vias públicas.³⁶⁵ Essa solução, por sinal, foi adotada no PL nº 1.317/2023, que incumbiu ao CONTRAM a tarefa de regulamentar os requisitos

³⁶⁴ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 66.

³⁶⁵ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. *Op. Cit.*, p. 89.

técnicos dos veículos autônomos fabricados ou comercializados no Brasil, bem como a competência de regulamentar as condições para a circulação desses veículos.³⁶⁶

De acordo com a proposição legislativa, o CONTRAM deve regulamentar “requisitos técnicos para veículos terrestres autônomos fabricados ou comercializados no Brasil, bem como estabelecerá a regulação das condições para circulação desses veículos”.³⁶⁷ O regulamento ainda atribui a competência de licenciamento ao órgão máximo de trânsito, que deverá conceder licença prévia a eventuais interessados em desenvolverem testes no país, mediante a apresentação das informações determinadas em regulamento.

Ao revés da proposta de centralização das competências no CONTRAM, Guedes e Machado defendem a existência de uma descentralização das atividades relativas à veículos inteligentes no país, por meio da criação de mecanismos que permitam aos municípios ou aos órgãos de trânsito locais a coordenação e a emissão de autorizações específicas para a realização de testes.³⁶⁸

Em suma, ambas as abordagens possuem suas vantagens e desvantagens. Por um lado, a centralização garante maior controle das atividades realizadas, bem como uma uniformidade nas políticas adotadas na condução dos experimentos. Por outro lado, a descentralização poderá permitir um avanço mais rápido dos testes no país, assim como uma maior compreensão das particularidades de trânsito locais, permitindo soluções mais adequadas às diferentes regiões no país.

Diante desse cenário, uma alternativa que deve ser sopesada pelo Poder Legislativo é divisão das tarefas entre as entidades, sendo coordenada e administrada pela autoridade federal máxima do trânsito, contando com o auxílio dos órgãos estaduais e municipais, para suprir problemas relativos às particularidades de cada região. Tal medida pode se apresentar positiva considerando que o Brasil é um país de dimensão continental, de modo que pode enfrentar dificuldades ao centralizar todas as competências em uma única entidade.

Independente da adoção do modelo centralizado ou descentralizado, se faz essencial que o país delimite as competências nessa primeira etapa regulatória, definindo quais entidades deverão regular a fiscalizar os experimentos. Isso porque,

³⁶⁶ BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 1.317, de 2023**. *Op. Cit.*

³⁶⁷ *Ibidem*.

³⁶⁸ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 101.

uma vez legalizados, os veículos autônomos não poderão de maneira irrestrita pelo trânsito brasileiro, mas deverão seguir uma série de regras e procedimentos, a serem administrados pela autoridade legal.

3.5.3. Licenciamento e autorização

Um contexto adequado para que os testes sejam realizados de maneira controlada pressupõe um regime de licenciamento e autorização, para garantir que apenas empresas e centros de pesquisas qualificados possam conduzir testes com veículos autônomos. Assim, os interessados em realizar testes devem solicitar ao órgão ou entidade responsável uma licença específica para realizar testes em vias públicas, mediante a adoção de um regime específico, que autorize a circulação desses veículos em locais e horários pré-definidos. Nesse momento, os veículos autônomos circularão em um contexto limitado e restrito em que a autoridade de trânsito possa avaliar as condições e os riscos, emitindo um juízo técnico sobre a realização dos testes.³⁶⁹

O Projeto de Lei brasileiro sobre veículos autônomos foi assertivo nesse ponto, ao prever que nenhum veículo com sistema de direção autônoma poderá circular em vias públicas sem a homologação do órgão de trânsito responsável, nos quais os interessados devem solicitar licença prévia, com as informações determinadas em regulamento. O dispositivo ainda destaca a importância de a autoridade de trânsito ser informada regularmente e ao final dos testes destacar eventuais acidentes ocorridos, os locais de circulação e a quantidade de quilômetros percorridos.³⁷⁰

O monitoramento contínuo dos testes por meio da apresentação de relatórios regulares deve contribuir para a segurança e confiabilidade dos testes. Com efeito, o compartilhamento dos dados acerca dos experimentos realizados em vias públicas é uma medida essencial, não apenas para assegurar o controle rigoroso desses testes, mas também para que o Poder Público disponha de informações para elaborar políticas públicas consistentes. A título de exemplo, os dados sobre acidentes

³⁶⁹ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 100.

³⁷⁰ BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 1.317, de 2023**. *Op. Cit.*

envolvendo veículos autônomos possibilitam ao legislador identificar as principais causas desses acidentes, promovendo, assim, uma regulação preventiva que possa combater esses riscos. Assim, os experimentos servem como uma plataforma para que o Poder Público conheça melhor os riscos e desafios dos veículos autônomos, visando a criação de uma estrutura regulatória que garanta segurança e confiabilidade aos usuários.³⁷¹

Atento a essas particularidades, o Projeto de Lei brasileiro previu a criação de um cadastro nacional de registros de incidentes com veículos terrestres autônomos, que visa registrar acidentes e incidentes com esses veículos, apontando algumas informações, como a marca, local e número de vítimas, se houve morte, furtos e roubos, bem como atualizações de programas computacionais veiculares.³⁷² Futuramente, quando da elaboração de uma legislação mais consistente visando o mercado consumidor, esses dados podem ser essenciais para a proposição de medidas destinadas a prevenir as principais causas dos acidentes.

3.5.4. Ambiente de testes

A introdução de veículos autônomos no país impõe uma abordagem cautelosa para garantir a segurança dessa tecnologia. Dessa forma, outra medida importante é a definição de ambientes de testes apropriados para os experimentos, levando em consideração o progresso tecnológico. Embora seja apontado que os experimentos realizados em vias públicas são mais efetivos em termos de desenvolvimento tecnológico, as montadoras precisam apresentar produtos seguros antes que o Poder Público autorize a realização de experimentos em ruas e estradas. Somente após o reconhecimento de que o veículo recebeu treinamento suficiente em simulações e testes é que deve ser concedida a permissão para a expansão dos experimentos.

A partir da prática internacional, percebe-se que, em diversos lugares, os experimentos não iniciam de imediato em vias públicas, mas em ambientes controlados, ou seja, uma área específica destinada exclusivamente para testar essa tecnologia. Nesses locais, os veículos podem ser testados em diferentes cenários,

³⁷¹ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 99.

³⁷² BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 1.317, de 2023**. *Op. Cit.*

incluindo simulações reais de vias públicas, identificando e corrigindo eventuais problemas, por meio de um ambiente que não oferece riscos à segurança pública. O estabelecimento de zonas de testes pode minimizar os riscos e garantir o sucesso dos testes.

Nesse contexto, diversos países vêm desenvolvendo zonas específicas de testes, em ambiente controlado, para dar início a experimentos com veículos autônomos. Um bom exemplo é o estado de Michigan, nos EUA, que desenvolveu o *Mcity Test Facility*, uma pista de testes de veículos autônomos, financiada pela Universidade de Michigan e empresas parceiras. A pista foi criada no ano de 2015, sendo um verdadeiro laboratório a céu aberto, a qual possibilita aos pesquisadores interessados a execução de testes em diferentes cenários, simulando uma série de situações enfrentadas no trânsito. Segundo informações constantes no site do projeto, testar essa tecnologia em um ambiente seguro e controlado é essencial antes de implantar veículos autônomos em vias públicas.³⁷³

O ambiente de testes desenvolvido em Michigan possui uma estrutura muito avançada para permitir testes seguros de veículos autônomos, incluindo semáforos, faixas de pedestres e outros recursos para simular condições reais de trânsito. A estrutura conta com mecanismo para tornar a simulação muito próxima da realidade, com manequins nas calçadas para simular a reação dos veículos com pedestres e placas imperfeitas (amassadas ou apagadas).³⁷⁴

Semelhante ao modelo desenvolvido em Michigan, no Brasil já há um exemplo do desenvolvimento de uma plataforma de testes para veículos inteligentes. O Laboratório de Mobilidade Terrestre (LMT) da Universidade de Lavras (UFLA), no estado de Minas Gerais, trabalha em uma série de soluções para os veículos inteligentes, dentre as quais um ambiente controlado para a realização de experimentos. O projeto visa a criação de uma pista de testes para veículos e tratores inteligentes que permite testar diversos cenários, como terrenos urbanos e rurais e atualmente está sendo desenvolvido com a participação de professores e pesquisadores. A área destinada para essa pista é de 21 mil m², já foi demarcada no

³⁷³ UNIVERSITY OF MICHIGAN. **Mcity Test Facility**. Disponível em: <https://mcity.umich.edu/what-we-do/mcity-test-facility/> Acesso em: 22 abr. 2024.

³⁷⁴ *Ibidem*.

campus da universidade e poderá em breve ser disponibilizada para estudos científicos.³⁷⁵

Todavia, para que seja comprovada a segurança dos veículos autônomos, é crucial que eles sejam testados também em vias públicas, além de ambientes controlados, a fim de que possam enfrentar as condições do mundo real e sobretudo situações imprevistas. Apesar de, em alguns casos, as pistas de testes terem a capacidade de simularem cenários realistas – como o caso da pista de testes de Michigan –, não há como reproduzir todas as particularidades existentes em vias públicas, como comportamentos imprevisíveis de motoristas, pedestres e até mesmo animais em ruas e estradas. A expansão dos testes para vias públicas é primordial, portanto, para permitir que os sistemas identifiquem e possam lidar com situações complexas, além de contribuir com a coleta de dados para aprimorar os algoritmos que controlam os veículos autônomos.

Na Austrália, por exemplo, os testes com veículos inteligentes ocorrem de maneira progressiva em três fases. A primeira fase são os testes de segurança, realizados em ambientes controlados e não são abertos ao público. Na sequência, permite-se a realização de testes em vias públicas específicas, especialmente em locais em que não há um tráfego tão intenso de pessoas e veículos, como áreas costeiras, evitando, assim, vias em que há tráfego intenso. A última fase prevê a realização de testes em vias públicas em um domínio maior, com o tráfego do veículo em áreas mais complexas.³⁷⁶ Trata-se de um modelo que incentiva o desenvolvimento tecnológico, sem deixar de lado a segurança nos experimentos realizados.

Alinhado à política australiana, o Brasil pode pensar em uma abordagem progressiva e estruturada, seguindo um procedimento cauteloso que prioriza a segurança nos experimentos. Dessa forma, antes de ser autorizada testes em vias públicas, haveria um “estágio probatório”, a ser realizado em ambientes controlados e sem tráfego de veículos ou pedestres, cujo objetivo será verificar se esse veículo recebeu treinamento suficiente em condições de tráfego reais. Na sequência, a

³⁷⁵ MASCARENHAS, Karina. Com propostas inovadoras, Laboratório de Mobilidade Terrestre da UFLA tem se tornado referência nacional. **UFLA**, 11 jan. 2019. Disponível em: <https://ufla.br/noticias/pesquisa/12614-com-propostas-inovadoras-laboratorio-de-mobilidade-terrestre-da-ufla-tem-se-tornado-referencia-nacional> Acesso em: 22 abr. 2024.

³⁷⁶ AUSTRALIAN NATIONAL TRANSPORT COMMISSION. **Lessons learned from automated vehicle trials in Australia**: December 2020, *Op. Cit.*

autoridade poderá incrementar experimentos em vias públicas, mas de maneira progressiva, limitando a cenários em que há menor tráfego, longe dos centros urbanos, para depois aumentar os desafios na medida em que os algoritmos vão se aprimorando.

Embora muitos países não abordem esse tema, a China inovou ao se preocupar com a infraestrutura viária e condições climáticas para a realização de experimentos. Nesse aspecto, o país previu condições rígidas em relação às áreas onde os veículos podem ou não circular, determinando que as estradas devem obrigatoriamente serem asfaltadas ou de concreto plano, inadmitindo, portanto, a circulação de veículos em estradas de terra. Para prevenir acidentes e situações adversas, o país determinou também que o ambiente de teste deve apresentar boas condições, sem condições climáticas extremas, como chuva, neve ou granizo e com visibilidade mínima de 500m.³⁷⁷

Adicionalmente, em 2019, a Comissão de Transportes de Pequim publicou um regulamento com requisitos técnicos para testes de veículos autônomos. Esse documento previu que todos os testes devem ser previamente aprovados pela autoridade responsável e seguir uma série de procedimentos e condições. Dentre as exigências, se verifica a indicação das estradas em que serão realizados os testes, considerando se há hospitais, escolas ou estações de metrô nas vias, assim como a densidade residencial da região. Os interessados também devem informar a velocidade de operação dos veículos, classificadas como baixa (20 km/h), média (até 40 km/h) ou rápida (acima de 40 km/h), e as características das estradas (como via de mão dupla, curvas acentuadas, rampas, cruzamentos, semáforos etc.).³⁷⁸

Nesse ponto, é válido destacar que as máquinas têm mais dificuldades que os seres humanos para reconhecer padrões. Destarte, alguns aspectos podem influenciar negativamente na direção autônoma, como placas deformadas, semáforo com a cor desbotada, pista afetada por conta da chuva, obras em andamento nas vias, entre outros. Não há dúvida de que a integração dessa tecnologia em muitos lugares do país dependerá de investimento expressivos na infraestrutura viária. De todo modo, nesse primeiro momento, a delimitação de ambientes de testes mais

³⁷⁷ BARÃO, Aline Monike; GARBIN, Murilo Henrique. *Op. Cit.*, p. 38.

³⁷⁸ PAIM, Bruna Werlang; JENSEN, Felipe Emanuel Pacheco; MORO, Kael Nery de Lima., *Op. Cit.*, p. 469-470.

adequados para a realização de testes em vias públicas pode ser uma medida positiva para prevenir a ocorrência de acidentes e minimizar os riscos à segurança pública.³⁷⁹

Como se nota, a China é um país que demonstrou grande preocupação com as condições técnicas e estruturas das vias para a circulação desses veículos, apresentando critérios específicos em relação às condições climáticas e de infraestrutura das pistas. Em outros países, apesar de não terem dedicado atenção para esse ponto específico, foram estabelecidos outros critérios para garantir a segurança dos experimentos, relacionados a aspectos do próprio veículo ou até mesmo em relação à qualificação dos motoristas.

3.5.5. A segurança dos testes

O grande receio de veículos autônomos circulando nas cidades é em relação aos riscos dessa tecnologia e o potencial de causar acidentes, especialmente no que tange às falhas sistemáticas. Receio este que se justifica diante dos inúmeros acidentes que ocorreram nos últimos anos em testes realizados pelas grandes empresas de tecnologias. Conquanto pesquisas apontem que esses veículos representem avanços em termos de segurança viária, a máquina não é infalível e está sujeita a diversos problemas, como desatualização do sistema, erros de programação, falha nos sensores ou até mesmo a invasão de um *hacker*.³⁸⁰

Nesse sentido, há um forte movimento global de estabelecer requisitos padrões de segurança, para assegurar ao máximo a integridade e segurança dos experimentos realizados com veículos autônomos em vias públicas. Isso inclui imitações no que diz respeito à característica das vias, zonas específicas de testes, condições climáticas, habilitação específica dos motoristas, dispositivos de segurança e aprimoramentos nos veículos, entre outros.

Dentre os aspectos abordados por legislações estrangeiras em matéria de segurança, é possível notar algumas que alguns países ainda não permitem que testes sejam realizados por veículos não tripulados, pois entendem que a supervisão humana é uma medida indispensável para assegurar a segurança veicular,

³⁷⁹ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 78.

³⁸⁰ MEDON, Filipe. *Op. Cit.*, p. 201.

notadamente em casos de falhas do sistema de direção autônoma. Assim, em que pese os veículos tenham capacidade de direção completamente autônoma, essa exigência reforça a segurança dos experimentos, minimizando os riscos.

Esse é o caso da Alemanha e do Reino Unido, que exigem a presença de um motorista no veículo, excluindo a possibilidade de realização de testes em vias públicas com veículos completamente autônomos (nível 5). Em contrapartida, alguns países optaram, mesmo nessa fase inicial, no desenvolvimento de tecnologias avançadas. Por exemplo, alguns estados dos EUA, como o Arizona, já permitem a circulação de veículos sem condutor humano, como no caso do aplicativo Waymo One, o qual disponibiliza viagens aos usuários em veículos não tripulados.

No Brasil, há uma tendência de não permitir testes com veículos autônomos do nível 5, exigindo a supervisão humana. O relatório elaborado pela CJUSBIA no Senado Federal sugere que a implementação de veículos autônomos deve contar com uma regra de ouro: todo veículo deve sempre ter um condutor dentro do veículo pronto para assumir o volante, ao menos nessa fase de transição, até que se alcance uma geração mais confiável de veículos.³⁸¹ Tal exigência também consta no projeto de lei que tramita no Congresso Nacional, o qual estabelece no art. 67-G, §2º, que para circular em vias públicas “o veículo terrestre autônomo deverá, obrigatoriamente, ser ocupado por condutor de segurança devidamente habilitado”.³⁸²

Além das discussões sobre a necessidade de o veículo possuir a todo momento um motorista disponível para assumir a condução, alguns países exigem que o veículo possua um sistema de segurança para coibir eventuais problemas decorrentes de falhas sistemáticas ou indisponibilidades do sistema de direção autônomo. Tais exigências decorrem do fato de que os sistemas, apesar de serem, em tese, mais seguros, não são infalíveis.

No estado do Arizona, por exemplo, é obrigatório que, em caso de falha, o sistema autônomo ative o modo de “mínimo risco”, conduzindo o veículo a um local seguro.³⁸³ O mesmo ocorre na Singapura, que exige que o sistema de IA deve acionar

³⁸¹ A recomendação foi feita pelo professor Fernando Santos Osório durante uma audiência pública. (SENADO FEDERAL. **CJUSBIA - Comissão de Juristas responsável por subsidiar elaboração de substitutivo sobre inteligência artificial no Brasil**. *Op. Cit.*, p. 817).

³⁸² BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 1.317, de 2023**. *Op. Cit.*

³⁸³ PAIM, Bruna Werlang; JENSEN, Felipe Emanuel Pacheco; MORO, Kael Nery de Lima., *Op. Cit.*, p. 473

o condutor para que assuma o controle manual do carro, quando for identificada uma falha no sistema autônomo ou qualquer emergência.³⁸⁴ Essa medida de segurança visa, portanto, mitigar o risco de acidente em caso de risco por meio da intervenção humana na condução do veículo em caso de falha do sistema de direção autônoma e tem sido amplamente adotada em diversos países.

Outro aspecto de relevo nas legislações estrangeiras é a exigência de que os veículos possuam um sistema de armazenamento que possa registrar os dados de navegação que antecederam os segundos dos acidentes, capturando os dados dos sensores, vídeos e imagens do veículo, equivalente à “caixa preta” utilizada em aviões. A gravação de dados em tempo real por meio desse sistema pode apurar eventuais falhas no veículo autônomo, recriando a linha do tempo de um cenário de acidente, permitindo identificar o responsável por esse incidente.³⁸⁵ Tal exigência é praticamente uma unanimidade nas legislações estrangeiras que já regularam a matéria, presente na regulação de grande parte dos estados dos EUA, na Alemanha, na Singapura, na China, no Reino Unido e na União Europeia.³⁸⁶

A importância desse mecanismo de segurança pode ser bem ilustrada a partir de um caso concreto de um acidente envolvendo um veículo da Tesla. Em 2019, um acidente envolvendo o veículo Tesla Model S 2019 no Texas resultou na morte de duas pessoas, após a colisão com uma árvore, que ocasionou uma explosão seguida de incêndio. Considerando que não havia ninguém no banco do motorista, as autoridades suspeitaram que o sistema de piloto automático (*Autopilot*) estava ativado e teria falhado, causando o acidente. Em resposta, Elon Musk, CEO da empresa, declarou no Twitter que os dados recuperados até aquele momento indicavam que o sistema não estava ativado e que o proprietário não havia adquirido o *Full Self Driving* (FSD), pacote que confere mais recursos de autonomia ao veículo.³⁸⁷ Nesse caso, portanto, o mecanismo de armazenamento foi essencial para demonstrar que a causa do acidente não foi motivada pelo sistema autônomo.

³⁸⁴ BARÃO, Aline Monike; GARBIN, Murilo Henrique. *Op. Cit.*, p. 36-37.

³⁸⁵ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 104-105.

³⁸⁶ BARÃO, Aline Monike; GARBIN, Murilo Henrique. *Op. Cit.*, p. 42-43.

³⁸⁷ ALECRIM, Emerson. Tesla contradiz polícia e diz que havia motorista em acidente de carro. **Tecnoblog**. Disponível em: <https://tecnoblog.net/noticias/tesla-rebate-autoridades-autopilot-acidente-fatal/> Acesso em: 27 abr. 2024.

Não há como negar que os veículos autônomos acarretam uma série de complexidades para a apuração de acidentes. Isso porque as falhas podem decorrer de múltiplas fontes: *hardwares* e sensores, algoritmos da IA, identificação do ambiente, do motorista humano, entre outras. Dessa forma, os registros dos dados de navegação são importantes para a simulação das condições que antecederam algum acidente, permitindo a reconstituição de uma linha do tempo sobre o que aconteceu nos momentos anteriores, incluindo o equipamento, o motorista e o ambiente.³⁸⁸

Assim, é preciso refletir sobre uma proposição legislativa que leve em consideração essas dificuldades de apuração das causas de acidentes envolvendo veículos autônomos, prevendo como uma solução a obrigatoriedade de os veículos possuírem uma “caixa preta”, que seja capaz de gravar dados de navegação do veículo, permitindo a reconstituição de uma linha do tempo dos fatores que geraram um determinado acidente.

Seguindo a tendência internacional, o relatório da CJUSBIA apontou que os veículos dotados de sistema de apoio ao motorista e de atuação junto a condução, deve possuir uma “caixa preta”, similar ao que é adotado em aviões, que possuem piloto automático e instrumentos de navegação.³⁸⁹ Em contrapartida, o Projeto de Lei nada previu a respeito de um sistema de segurança de armazenamento. Acredita-se que essa exigência regulatória representa uma medida essencial, especialmente no contexto de testes e experimentos, pois servirão para aprimoramento regulatório e da própria tecnologia dos veículos.

Para além de aspectos técnicos relativos à segurança do veículo, é pertinente o debate sobre a qualificação do motorista para a direção de veículos autônomos, ou seja, sobre a eventual necessidade de uma habilitação específica para o tipo de veículo, envolvendo treinamentos adicionais. Tal preocupação se origina no fato de que os veículos autônomos podem ter recursos até então desconhecidos pelos motoristas, sendo necessário tratamento adicional para adaptação na direção autônoma. A China e alguns estados dos EUA são exemplos de regulamentações que previram essa medida.³⁹⁰

³⁸⁸ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 83-84.

³⁸⁹ A recomendação foi feita pelo professor Fernando Santos Osório durante uma audiência pública (SENADO FEDERAL. **CJSUBIA - Comissão de Juristas responsável por subsidiar elaboração de substitutivo sobre inteligência artificial no Brasil**. *Op. Cit.*, p. 750).

³⁹⁰ BARÃO, Aline Monike; GARBIN, Murilo Henrique. *Op. Cit.*, p. 44.

Em alguns casos, além da habilitação específica, algumas legislações estrangeiras vêm adotando critérios adicionais para autorizar a condução de veículos autônomos. Entre essas exigências, estão a exigência de tempo de experiência mínima de condução, histórico de direção limpo e a ausência de envolvimento em acidentes graves que resultaram em morte ou ferimentos. Essas restrições têm por objetivo assegurar, diante do risco dessa nova tecnologia, que os veículos autônomos sejam conduzidos por motoristas experientes e que tenham histórico de bons condutores.

A China definiu diretrizes específicas, estabelecendo que o motorista deve possuir uma carteira de habilitação específica para veículos autônomos e ter no mínimo 3 anos de experiência. Além disso, o país exige que o condutor não tenha histórico de infrações graves de trânsito ou registros de condução sob o efeito de álcool ou drogas. Da mesma forma, o estado da Califórnia, nos EUA, impõe uma habilitação específica para a operação de veículos autônomos, assim como o tempo mínimo de 3 anos de habilitação, sem histórico de violações às regras de trânsito ou envolvimento em acidentes com ferimentos ou mortes.³⁹¹

Seguindo essa linha, o Projeto de Lei brasileiro mencionada a necessidade de uma “autorização especial para operação de veículos autônomos anotada em carteira nacional de habilitação”.³⁹² Supõe-se que a intenção do legislador com essa disposição foi exigir uma habilitação específica para a operação de veículos autônomos. Todavia a redação como está posta não permite extrair sobre a necessidade de treinamentos adicionais para obter a habilitação ou até mesmo requisitos técnicos relacionados à histórico de direção. Assim como a caixa-preta, essa exigência poderá vir a ser regulamentada na via administrativa.

Como medida prática, Guedes e Machado sugerem a criação de uma categoria especial de habilitação para veículos autônomos destinados à realização de testes, estabelecendo-se critérios e habilidades específicas a serem exigidos dos motoristas. Para os autores, uma alternativa seria a edição da resolução do CONTRAM que dispõe sobre a matéria, criando uma subcategoria à categoria B, como fez a Resolução CONTRAM nº 168/2004, a qual estabeleceu normas e procedimentos para a formação de condutores de veículos automotores e elétricos. A

³⁹¹ BARÃO, Aline Monike; GARBIN, Murilo Henrique. *Op. Cit.*, p. 33-37.

³⁹² BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 1.317, de 2023**. *Op. Cit.*

criação de uma categoria adicional pelo CONTRAM seria uma solução mais rápida e técnica, uma vez que não exigiria a submissão do tema ao processo legislativo.³⁹³

Em suma, a experimentação dessa tecnologia prescinde de um ambiente regulado e controlado que estabeleça medidas básicas de segurança, para que os testes possam ser conduzidos de maneira segura e confiável, evitando riscos à segurança pública.

Sem desconsiderar o fato de que o Projeto de Lei se encontra em estágio embrionário, na medida em que as discussões não avançaram no âmbito legislativo, é possível destacar que ele possui uma série de aspectos positivos, cujas previsões se encontram em acordo com as práticas internacionais de testagem de veículos autônomos. Não obstante, ainda há uma série de aspectos que poderiam ser aprimorados, a exemplo da exigência da caixa preta e a definição sobre a necessidade ou não de carteira de habilitação específica. Embora parte desse conteúdo possa ser suprimido por regulamentações administrativas, entende-se que a legislação deve se apresentar o mais completa possível, estabelecendo as diretrizes necessárias para que essa fase se desenvolva de maneira eficaz.

3.5.6. Do regime de responsabilidade

Nota-se que os países que se encontram em um cenário avançado na implementação de veículos autônomos têm buscado cultivar um ambiente que busca a máxima segurança nos testes e operações com veículos autônomos, visando reduzir os riscos associados e aumentando a confiança na tecnologia. Todavia, mesmo com todas essas medidas, não há como negar que esses veículos poderão se envolver em acidentes ou até mesmo incorrer em violações de trânsito. Como já mencionado, os sistemas não são infalíveis e estão sujeitos a uma série de fatores, muitos dos quais imprevisíveis.

Dessa forma, ainda que se trate de uma legislação pensada a curto prazo, é necessário propor não apenas em diretrizes preventivas, mas também regular as consequências jurídicas da operação de veículos autônomos. Dito de outra maneira,

³⁹³ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 101.

não basta pensar nas medidas de prevenção de acidentes (*ex ante*), sendo necessário que o ordenamento jurídico seja apto a responder após a ocorrência dos danos (*ex post*).³⁹⁴

Não apenas em relação a veículos autônomos, mas em relação a sistemas de IA de um modo geral, tem-se que dos pontos de maior polêmica em relação ao tema a responsabilidade pelos danos decorrentes de acidentes de trânsito. Na doutrina jurídica, especialmente no estrangeiro, se verifica intensos debates sobre as implicações de sistemas algorítmicos para a responsabilidade, particularmente para máquinas dotadas de alto grau de autonomia.

De fato, a complexidade da discussão aumenta quando os processos decisórios da IA se tornam independentes em relação a atividades e condutas humanas com base no aprendizado de máquina.³⁹⁵ Como exemplo, uma das dificuldades na atribuição da responsabilidade civil por danos causados por sistemas de IA reside nos mencionados comportamentos emergentes das máquinas. Esses comportamentos são dirigidos pelos algoritmos emergentes (*emergentes algorithms*), os quais são capazes de tomar condutas diversas diante de um ambiente complexo. No caso dos veículos autônomos, os testes têm como objetivo principal o aprendizado da máquina, pelo qual o sistema será treinado para reconhecer uma variedade de objetos e situações. Contudo, é impossível que esses testes sejam realizados para prever todas as combinações variáveis que um veículo pode enfrentar no trânsito. Daí surge o chamado comportamento emergente, o qual está fora do controle do fornecedor, já que as máquinas podem adotar comportamentos não configurados pelos programadores.³⁹⁶

Segundo Guedes e Machado, já existem pelo menos três correntes sobre o impacto dessa tecnologia para a responsabilidade civil, que variam desde uma intervenção significativa na legislação até uma postura mais minimalista.³⁹⁷ Todavia, considerando o escopo desse trabalho e a complexidade da matéria, esse trabalho não adentrará com detalhes na discussão acerca das propostas de mudanças legislativas em matéria de responsabilidade.

³⁹⁴ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. Op. Cit., p. 133.

³⁹⁵ TEPEDINO, Gustavo; DA GUIA SILVA, Rodrigo. Desafios da inteligência artificial em matéria de responsabilidade civil. **Revista Brasileira de Direito Civil**, v. 21, n. 03, p. 61-61, 2019, p. 63.

³⁹⁶ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. Op. Cit., p. 157-160.

³⁹⁷ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. Op. Cit., p. 62.

Mesmo sem entrar em detalhes sobre as mudanças legislativas específicas no regime de responsabilidade civil, é essencial destacar que o país deve, mesmo nessa primeira etapa regulatória de testes e experimentos, oferecer diretrizes claras para a reparação de danos civil ou até mesmo reconhecer que as normas vigentes são capazes de atender à essa nova demanda. Assim, objetiva-se oferecer uma contribuição teórica inicial acerca das diretrizes a serem adotadas para uma solução apropriada. Para tanto, é fundamental analisar como outros países vem regulando o assunto.

Em um estudo de Direito Comparado sobre legislações que regulam veículos autônomos, Aline Barão e Murilo Henrique Garbin chegam à conclusão de que muitos países acabaram não abordando de maneira específica o assunto da responsabilidade civil, ao menos nessa fase de transição. Os países que abordaram, com algumas exceções, o fizeram de maneira genérica, deixando para as leis e regulamentos de trânsito vigentes solucionarem eventuais questões de responsabilidade. Assim, o que esse estudo verificou foi uma posição minimalista em relação às alterações legislativas sobre normas de responsabilidade.³⁹⁸

Nos Estados Unidos, pelo menos trinta e três estados já possuem regulamentações vigentes ou anunciaram iniciativas legislativas. O estudo comparado analisou as legislações dos estados de Nevada, Flórida, Califórnia, Distrito da Columbia, Michigan e Arizona, os quais possuem legislações muito similares, mas com algumas nuances. No que diz respeito ao tema da responsabilidade civil, as legislações estadunidenses pouco trataram a respeito, abordando apenas a obrigatoriedade de os veículos possuírem seguro obrigatório.³⁹⁹

Nos EUA, em meio ao intenso e acelerado desenvolvimento tecnológico de sistemas dotados de IA, o tema da responsabilidade jurídica por danos causados por sistema de IA ainda é tema de muita controvérsia. Há autores que defendem a ausência de mudanças legislativas para a responsabilidade civil por danos causados com veículos autônomos, sob o argumento de que o sistema legal deve se adequar com as tecnologias. Por outro lado, há quem defenda um maior detalhamento na legislação, sobretudo para definir a proporção de responsabilidade entre os diversos

³⁹⁸ BARÃO, Aline Monike; GARBIN, Murilo Henrique. *Op. Cit.*, p. 44.

³⁹⁹ *Ibidem*.

atores da cadeia produtiva, fomo fabricantes e produtores de *softwares* e *hardwares*.⁴⁰⁰

Independente das posições doutrinárias sobre o tema, a posição predominante no país em termos legislativos foi, pelo menos nesse momento, de não realizar modificações no regime de responsabilidade civil, deixando ao encargo das legislações vigentes solucionarem eventuais problemas. Lado outro, para assegurar a reparação dos danos eventualmente imputados em razão de acidentes viários, a solução encontrada foi a adoção de seguros na modalidade obrigatória para fazer frente a danos realizados a terceiros.

Ao contrário dos EUA, a China optou por abordar o tema da responsabilidade civil e penal, mas o fez de maneira minimalista. O país decidiu não realizar alterações significativas em sua legislação, prevendo que eventuais acidentes de trânsito ocorridos durante a fase de testes devem ser solucionados pelas leis e regulamentos de segurança no trânsito vigentes e determinada a responsabilidade de indenização de acordo com a legislação e interpretação judicial, seja ela civil ou criminal. Portanto, diante da particularidade do contexto, a China entendeu que esse não seria o momento adequado para realizar intervenções legislativas substanciais, atribuindo ao Poder Judiciário realizar interpretações para resolver eventuais casos de acidentes, levando em consideração a regulamentação já existente.⁴⁰¹

Caso diferente é o da Alemanha e do Reino Unido, que apresentaram legislações mais completas sobre o assunto, trazendo regulamentações mais elaboradas sobre a responsabilidade civil. Na Alemanha, a imputação dos danos a terceiros, causados por veículos autônomos, deve considerar se houve falha exclusiva do sistema, caso em que os fabricantes serão obrigados a indenizar. Se for comprovada a culpa do motorista, é prevista a responsabilidade solidária. Por sua vez, no Reino Unido, estabeleceu-se que nos casos em que o veículo autônomo possuir seguro, ele deverá cobrir todos os danos. Todavia, caso o veículo não seja assegurado, a responsabilidade será exclusivamente do proprietário, havendo isenção da seguradora apenas nos casos em que o proprietário deixar de fazer manutenções periódicas para assegurar o bom funcionamento do sistema.⁴⁰²

⁴⁰⁰ PINHEIRO, Guilherme Pereira; BORGES, Maria Ruth; DE MELLO, Flávio Luis. *Op. Cit.*, p. 259

⁴⁰¹ BARÃO, Aline Monike; GARBIN, Murilo Henrique. *Op. Cit.*, p. 37.

⁴⁰² BARÃO, Aline Monike; GARBIN, Murilo Henrique. *Op. Cit.*, p. 32-38.

Em razão das diversas particularidades em torno da responsabilidade civil por danos causados por IA, uma solução que ganhou força no exterior foi a adoção de um modelo de seguro obrigatório, que tem por objetivo absorver os riscos da direção autônoma, indenizando todos os danos causados por essa tecnologia a terceiros, independentemente da responsabilidade. Atualmente, a maior parte dos países que já regulou veículos autônomos possui a previsão de seguros obrigatórios. Em alguns casos, é previsto até mesmo um valor para esse seguro obrigatório, a exemplo do estado de Nevada, nos EUA, que fixou o valor de R\$ 5 milhões de reais.⁴⁰³

Para Caitlin Mulholand, apesar das diversas teses que apresentam soluções para a atribuição da responsabilidade civil, considerando a difícil missão da construção de uma teoria que apta para permitir a reparação civil em decorrência de decisões autônomas, duas alternativas podem ser mencionadas. A primeira é a constituição de seguros obrigatórios, o qual deve englobar todos os agentes da cadeia de desenvolvimento da IA, que se obrigariam a contribuir com o referido seguro de acordo com o nível de envolvimento técnico no desenvolvimento do sistema. A segunda solução seria a constituição de fundos, de forma semelhante aos fundos de defesa de direitos difusos, que seria custeado pelas pessoas que desenvolvem os sistemas e que supririam a indenização por danos causados.⁴⁰⁴

Da mesma forma, Guedes e Machado defendem que a proposta de criação de seguros obrigatórios ou fundos de compensação pode ser um caminho interessante, visto que a securitização de testes e experimentos pode fomentar as atividades de pesquisa e desenvolvimento. Todavia, os pesquisadores ressaltam que a regulação deve tratar sobre a existência de apólices de seguro específicas, visto que as modificações feitas no veículo podem ser motivo de recusa por parte da seguradora em prestar o seguro ou até mesmo de pagar a indenização em caso de algum sinistro.⁴⁰⁵

Os seguros, como são concebidos hoje, não se prestam como um mecanismo de assunção de responsabilidade por eventual incidente, mas apenas encobrir os

⁴⁰³ BARÃO, Aline Monike; GARBIN, Murilo Henrique. *Op. Cit.*, p. 32

⁴⁰⁴ MULHOLAND, Caitlin. Responsabilidade civil e processos decisórios autônomos em sistemas de inteligência artificial (IA): autonomia, imputabilidade e responsabilidade. *In*. FRAZÃO, Ana; MULHOLAND, Caitlin. (coord.). **Inteligência artificial e Direito: ética, regulação e responsabilidade**. Coord. 2. ed. ver., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, p.327-350, 2020, p. 344-345.

⁴⁰⁵ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 88-100

custos que o segurado ou beneficiário teria caso lhe seja imputada a responsabilidade. A seguradora que paga a indenização contratada sub-roga-se no direito do credor adimplido, podendo exercer seu direito de regresso contra o causador do dano.⁴⁰⁶ Por essa razão, os seguros privados, na conformação atual, podem ser uma solução limitada para servirem como uma proposta genérica para a resolução dos problemas de responsabilidade civil.⁴⁰⁷

No que tange ao tema de seguros obrigatórios, o Brasil já possui uma relativa experiência, visto que possui o Seguro DPVAT, uma modalidade de seguro obrigatório aos proprietários de veículos automotores de vias terrestres, criado pelo Decreto nº 73 de 1966 e regulamentado pela Lei nº 6.197/1974. Diferente dos seguros privados, o Seguro DPVAT possui função social, proporcionando a cobertura indenizatória para vítimas de acidentes automotivos, com indenizações por despesas médicas e pessoais, especialmente destinada à população de renda mais baixa.⁴⁰⁸ Após o esgotamento dos recursos em 2023, o Congresso discute a reformatação do seguro obrigatório, que passará a se chamar, caso aprovado, como SPVAT (Seguro Obrigatório para Proteção de Vítimas de Acidentes de Trânsito).

De outro vértice, a solução da criação de fundos ganha força no contexto em que se verifica sobre o dano não indenizável, ou seja, situações em que não se pode concluir o responsável que deu causa ao acidente, como na hipótese de um veículo autônomo adotar um comportamento emergente, por meio do aprendizado de máquina. Para Lima, nessas situações, parece apropriada a socialização dos danos decorrentes de acidentes com veículos autônomos, sendo uma solução coerente a criação de fundos, como o já existente Fundo de Defesa dos Direitos Difusos, criado pela Lei nº 7.347/1985, que tem por finalidade a reparação de danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico, paisagístico, por infração à ordem econômica e outros direitos difusos e coletivos.⁴⁰⁹

⁴⁰⁶ MIRAGEM, Bruno; PETERSEN, Luiza. **Direito dos Seguros**. 1. ed. – Rio de Janeiro: Forense, 2022, p. 52.

⁴⁰⁷ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 87.

⁴⁰⁸ SEGURADORA LÍDER. **O que é Seguro DPVAT**. Disponível em: <https://www.seguradoralider.com.br/Seguro-DPVAT/Sobre-o-Seguro-DPVAT> Acesso em: 29 abr. 2024.

⁴⁰⁹ LIMA, Cíntia Rosa Pereira. *Op. Cit.*, p. 177.

Não obstante, é necessário reconhecer que a circulação de veículos em vias públicas vai além das repercussões na seara civil ou penal. Ainda que essa primeira fase seja destinada à realização de testes, esses veículos não estão isentos de agirem em conformidade com as diretrizes de trânsito. Dessa forma, a legislação deve estabelecer, de maneira expressa, que o veículo autônomo, para circular em vias públicas, deve cumprir toda a legislação aplicável de trânsito, sob pena de incorrer em infração, sujeita a multa ou outra penalidade aplicável.

Como já destacado, o princípio básico da responsabilidade automotiva é o comportamento do condutor humano. Dessa forma, o legislador deve pensar na hipótese de adequar as infrações administrativas previstas no CTB, definindo questões relacionadas à responsabilidade do condutor e regras de direção autônoma. Tudo isso deve levar em consideração o nível de autonomia do veículo, considerando que cada grau de automação exige comportamentos diversos dos motoristas, ensejando consequências distintas.

Em linhas gerais, a experiência internacional demonstra diferentes soluções para tratar sobre questões relacionadas à responsabilidade civil, penal ou infrações de trânsito causadas por veículos autônomos. Algumas nações optaram por estabelecer intervenções legislativas substanciais, prevendo um regime de responsabilidade específico. Outros países buscaram uma regulamentação minimalista, com a ausência de regulamentação específica, ou até mesmo proposições genéricas que destacam que eventuais questões poderão ser resolvidas com as regulamentações de trânsito vigentes e pela interpretação judicial.

Em princípio, a solução brasileira, encartada no Projeto de Lei nº 1.317/2023, se assemelha às regulamentações do Reino Unido e da Alemanha, visto que trouxe medidas propositivas sobre o assunto. De acordo com o art. 67-H, a responsabilidade em caso de acidentes e de cometimento de infrações de trânsito será solidária ou exclusiva do fabricante ou seu representante no Brasil, e do proprietário ou condutor, conforme o caso. Na hipótese em que o proprietário ou fabricante tenha agido com negligência, imprudência ou imperícia na programação ou manutenção do veículo, haverá responsabilidade exclusiva. Caso o acidente ou infração seja causado por falha na programação ou fabricação do veículo, o projeto prevê que o proprietário terá direito a receber o dobro do valor pago em indenizações ou multas. Por fim, a

proposição ainda estabelece a obrigatoriedade de os veículos autônomos possuírem seguro contra acidentes para cobertura de danos realizados a terceiros.

Nesse primeiro momento, para o qual se propõe a elaboração de um ambiente regulatório mais flexível, é crucial estabelecer diretrizes que atenda não só os interesses da pessoa que sofreu o dano, mas também da sociedade como um todo. De acordo com Mulholland, é essencial pensar em medidas que busquem o equilíbrio entre a atribuição de responsabilidade por meio de medidas regulatórias e o risco de estagnação a inovação tecnológica.⁴¹⁰ Dessa forma, evidente que um cenário de responsabilidade gravoso que estabeleça sanções severas às empresas pode se apresentar como uma medida negativa, na medida em que poderia desencorajar interessados de investirem no Brasil.

Diante do contexto apresentado, é essencial que o legislador considere a importância de regular matérias relacionadas à responsabilidade, seja qual for a esfera de atuação, levando em conta os distintos cenários de aplicação a curto e médio prazo, considerando a evolução e implementação. Isso envolve a evolução das capacidades dessa tecnologia, seu nível de automação e a suficiência para realizar tarefas de maneira independente. Dessa forma, sem descartar a hipótese de que serão necessárias alterações legislativas significativas para atender essa nova demanda, serão necessários debates para encontrar a melhor configuração dos regimes de responsabilidade e não apenas para veículos autônomos, como também para sistemas de IA de um modo geral.⁴¹¹

Em linhas gerais, prevendo a futura comercialização de veículos autônomos, o país deve adotar um regime regulatório flexível, para permitir a realização de testes em território nacional, especialmente em condições reais de trânsito, para que seja possível avaliar a viabilidade dessa tecnologia, bem como para aprimorar os algoritmos que controlam esses veículos. Nessa etapa, o país deve permitir apenas experimentos realizados por entidades que demonstrem que atende os requisitos básicos de segurança, como prova de seguro obrigatório, garantia de supervisão humana por um condutor devidamente capacitado, entre outros aspectos já destacados.

⁴¹⁰ MULHOLLAND, Caitlin. *Op. Cit.*, p. 344.

⁴¹¹ GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. *Op. Cit.*, p. 70.

CONCLUSÃO

O presente estudo representa uma abordagem das novas tecnologias emergentes da Quarta Revolução Industrial, com um enfoque na inteligência artificial e nos veículos autônomos. O objetivo geral do trabalho foi o de oferecer subsídios legislativos para que a temática dos veículos autônomos seja devidamente regulada no Brasil. Para alcançar esse objetivo, esse trabalho foi realizado por meio de uma extensa revisão da literatura nacional e internacional sobre o tema, buscando compreender a experiência internacional na regulação e implementação dessa tecnologia, visando contribuir para que o Brasil possa adotar uma política regulatória adequada e eficaz.

A Quarta Revolução Industrial representa um momento histórico sem precedentes, marcada por intensas inovações tecnológicas que prometem modificar profundamente diversos aspectos sociais, incluindo a forma de viver, trabalhar e se relacionar. Um dos expoentes dessa conjuntura é a inteligência artificial, cujas aplicações vem se expandido em diversos campos, sendo incorporada em diversos produtos e serviços, como assistentes virtuais, chatbots, sistemas de recomendação de conteúdo e até mesmo na prestação de serviços públicos, com destaque para as aplicações algorítmicas no Poder Judiciário. Recentemente, o avanço da IA atingiu a indústria automotiva, por meio do desenvolvimento de tecnologia autônomas que podem conduzir total ou parcialmente os veículos.

A promessa é de que os veículos autônomos potencializem uma série de benefícios à sociedade, não apenas em termos de comodidade para os usuários, mas também para resolver os principais problemas urbanos, relativos à mobilidade urbana e causas ambientais. Diversas nações no mundo vêm apostando no desenvolvimento dessa tecnologia, por meio de testes e experimentos que tem por escopo viabilizar a inserção dessa inovação. Todavia, há ainda uma série de questões a serem enfrentadas para que essa inovação possa ser incorporada no trânsito das cidades, incluindo a adaptação regulatória, que foi o tema desse trabalho.

O surgimento dos veículos autônomos coincide com uma série de problemas urbanos causados pelo uso massivo de automóveis. Congestionamentos, poluição, acidentes de trânsito, portanto, são alguns dos exemplos dos impactos nocivos que os automóveis representam na sociedade moderna. As mudanças climáticas e os

diversos desastres naturais que vem ocorrendo no mundo todo, tendo como exemplo emblemático a tragédia vivenciada pelo estado do Rio Grande do Sul, impõe a necessidade de a sociedade reavaliar a utilização dos automóveis, cuja tendência aponta para uma transição energética, por meio da utilização de alternativas de transporte sustentáveis.

No contexto das *smart cities*, os veículos autônomos são apontados como uma solução para diversos problemas causados pelos automóveis convencionais, proporcionando diversos benefícios sociais. O que até pouco tempo parecia ser um devaneio futurista, hoje se tornou realidade, graças ao avanço tecnológico, em especial da IA. As empresas de tecnologias vêm trabalhando e investindo recursos significativos para possibilitar a criação de veículos com tecnologias avançadas que podem guiar o veículo sem a presença de um condutor no volante.

No capítulo inicial, esse estudo buscou compreender a IA, seu potencial, desafios e a tendência regulatória mundial. Compreende-se que essa tecnologia emergente é fruto da Quarta Revolução Industrial, sendo um momento histórico que deve alterar profundamente diversos aspectos da sociedade. A IA surge como uma das protagonistas desse momento vivenciado pela humanidade, a qual apresenta diversos aspectos benéficos, mas também desafios a serem enfrentados.

Ao examinar o histórico da IA, verificou-se que os escritos de ficção científica no início do Século XX, em especial os contos de Isaac Asimov, foram essenciais para impulsionar as pesquisas científicas sobre o tema. A partir da década de 1950, as pesquisas começaram a avançar de maneira substancial, tendo como representativo os avanços feitos por Alan Turing, considerado o pai da IA. A nomenclatura veio a ser utilizada pela primeira vez em 1956, em um seminário realizado nos EUA, organizado por John McCarthy. Desde então, com exceção do período conhecido como “inverno da IA”, essa tecnologia sofre um crescimento acelerado, impulsionado por alguns fatores, com a criação de diversas aplicações práticas, a exemplo do Chat GPT, que se popularizou recentemente.

O avanço de novas tecnologias como a IA, exige a criação de um ambiente que permita o desenvolvimento das tecnologias disruptivas de maneira a evitar os seus riscos e malefícios, resguardando os direitos fundamentais e os valores essenciais ao Estado Democrático de Direito. O grande dilema na regulação da IA diz respeito ao conflito entre desenvolvimento e regulação, diante do receio de que a

regulação estatal possa limitar a evolução tecnologia. Esse debate é pertinente tanto na regulação da IA quanto dos veículos autônomos, para buscar um equilíbrio sistêmico, no qual a regulação estatal possa conciliar a proteção aos direitos fundamentais e o desenvolvimento tecnológico.

Nesse sentido, países do mundo todo e organizações internacionais tem buscado se adequar à nova realidade digital, iniciando um movimento que busca a proposição de diretrizes jurídicas para regular as inovações tecnológicas advindas no contexto da Quarta Revolução Industrial, especialmente a IA. Trata-se de um movimento que ganhou impulso nos últimos anos, em decorrência da popularização do uso dessas tecnologias. Dentre os países que avançaram em termos legislativo, citou-se iniciativas regulatórias nos Estados Unidos, na Europa e no plano internacional (ONU e ODCE).

Verifica-se no Brasil uma tentativa de se adequar à nova realidade digital imposta pelas novas tecnologias emergentes. O primeiro passo foi a adesão do país aos princípios da OCDE para a administração responsável da IA. Paralelamente, observou-se algumas tentativas de iniciar o processo legislativo para a regulação da IA no país, por meio de consultas públicas, da EBIA, assim como proliferação de algumas propostas legislativas de regulamentação da IA. Não obstante as diversas tentativas de regulação da matéria, os avanços substanciais foram notados a partir de 2022, após a formação de uma comissão especializada no Senado Federal, denominada CJUSBIA.

Partindo para o tema dos veículos autônomos, verificou-se que a concepção de veículos autônomos não é uma ideia nova, sendo há décadas explorada por filmes de ficção científica e literatura. No entanto, graças aos progressos tecnológicos recentes essa tecnologia transcendeu a ficção científica e se tornou realidade. Embora as tentativas de construir veículos autônomos remontem a primeira metade do século XX, seu avanço significativo ocorreu especialmente a partir da década de 80, culminando em uma espécie de “corrida da automação” entre as empresas do mundo digital, que buscam atingir níveis cada vez maiores de autonomia e o controle dos riscos associados à direção autônoma.

Ainda no que tange à temática dos veículos autônomos, esse trabalho explorou a distinção entre os níveis de automação, de acordo com a NHTSA e a SAE. Essas entidades se propuseram a classificar os veículos em diferentes estratos, de

acordo com o nível de automação, a fim de criar padrões internacionais que possam guiar não só a atividade empresarial, como também as legislações que virão a surgir. Na medida em que os veículos apresentam níveis diferentes de automação, surgiram alguns conceitos e terminologias, sendo importante a distinção entre “veículos autônomos” e veículos automatizados”. Como exposto, a legislação brasileira optou por considerar autônomos aqueles veículos com grau de autonomia 3 ou superior.

A última – e mais importante – tarefa desse trabalho foi analisar o tema da regulação dessa tecnologia emergente. Destacou-se que a “corrida da automação” em andamento, por vezes, encontra desafios para evoluir, visto que as empresas dispõem de tecnologia para implementar veículos autônomos, mas encontram barreiras para expandir esse produto, dentre as quais, a regulação. Dessa forma, tem se observado um movimento global em prol da regulamentação os veículos autônomos, sobretudo a partir do ano de 2010.

Analisando o estado da arte da regulação de veículos autônomos, verificou-se que, embora já esteja realizando testes em território nacional, especialmente no âmbito de projetos universitários, o Brasil segue atrasado na agenda regulatória, já que inexistente uma legislação específica para tratar sobre os diversos aspectos dessa necessária regulamentação. O país possui alguns programas que visam fomentar o progresso tecnológico no setor automotivo, assim como medidas para incentivar estudos na área, visando a proposição de uma regulação, no entanto, ainda há uma lacuna jurídica abordando essa inovação tecnológica. Essa insegurança jurídica cria incertezas acerca da viabilidade da implantação dos veículos autônomos, especialmente para as montadoras e projetos de pesquisa brasileiros. Conseqüentemente, o país se torna um ambiente ainda não preparado para receber essa inovação.

Nesse sentido, o Brasil desponta como um país atrasado na agenda regulatória de veículos autônomos, sendo apontado pelo índice elaborado pela KPMG como o último colocado dentre os 30 países analisados. Não obstante se reconheça que essa tecnologia ainda não está pronta para ser comercializada em seu nível mais avançado, há uma série de desafios que tornam a tarefa de regulamentação urgente. Esse atraso é preocupante tanto para as pesquisas a serem desenvolvidas em território nacional, especialmente por universidades, como também para a indústria, que corre o risco de não ter o seu mercado consumidor desenvolvido. A justificativa

primordial para a regulação dessa inovação são os diversos benefícios que ela pode trazer, relacionados à redução de acidentes viários, melhoria na mobilidade urbana e redução dos impactos ambientais.

Considerando a urgência do debate regulatório dessa tecnologia, conclui-se que essa legislação não deve ser pensada em um momento único, mas em etapas regulatórias. Essa abordagem é fundamental para a criação de uma regulação mais simplificada para viabilizar, incentivar a conferir legalidade à atividade de pesquisa e desenvolvimento já realizadas e até mesmo para estimular novas iniciativas no país, visando o desenvolvimento do mercado brasileiro e a adequação da sociedade com essa tecnologia disruptivas. Dessa forma, a criação de um ambiente regulatório adequado, por meio de um *sandbox* regulatório, pode servir como um catalisador para o desenvolvimento dos veículos autônomos no país.

Prevendo a futura comercialização desses veículos, a criação de um “laboratório de regulação” representa um avanço significativo para o desenvolvimento de veículos autônomos no país, sobretudo no que se refere à coleta de dados para aprimoramento dos algoritmos responsáveis por conduzir essa inovação. Esse processo deve estimular uma colaboração entre o setor público e as entidades do setor privado, propiciando um ambiente colaborativo de inovação tecnológica.

Por fim, esse trabalho buscou analisar as matérias legislativas que devem ser objeto do Poder Legislativo para promover a integração dessa inovação no país. Não obstante se trate de um modelo regulatório mais flexível, essa primeira etapa regulatória deve estabelecer um rol de diretrizes básicas, prevendo as condições para que experimentos sejam realizados em território nacional, com destaque especial para o tema da segurança das operações. A experiência internacional traz contribuições interessantes que podem ser recepcionadas pelo Direito brasileiro, garantindo que os testes ocorram de maneira segura, prezando por um aspecto que deve ser considerado basilar: a segurança pública.

A medida em que a IA avança e suas aplicações ganham força em diversos aspectos da vida humana, é necessário reconhecer o potencial transformador dessa tecnologia na sociedade. Os veículos autônomos prometem uma revolução no seio das cidades, redirecionando a segurança viária e dando início a uma nova era de mobilidade mais inclusiva, sustentável e conectada. Diante desse cenário, o Brasil deve redirecionar sua atenção para essa inovação, promovendo uma regulação

adequada e eficaz, por meio de um equilíbrio sistêmico entre a inovação tecnológica e os desafios sociais que ela impõe. Só assim o país poderá fazer parte desse futuro, no qual os veículos autônomos deixaram de ser uma fantasia retratada nos filmes e se tornaram a realidade e, provavelmente, uma das soluções para mitigar principais os problemas urbanos vivenciados na contemporaneidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRELA, Lucas. Domino's testa entrega de pizzas com carro autônomo. **Exame**, 18 jun. 2019. Disponível em: <https://exame.com/tecnologia/dominos-testa-entrega-de-pizzas-com-carro-autonomo/> Acesso em: 08 mai. 2024

AGRELA, Lucas. Musk prevê serviço de carros autônomos para 2020. **Exame**, 23 abr. 2019. Disponível em: <https://exame.com/tecnologia/musk-preve-servico-de-carros-autonomos-para-2020/> Acesso em: 14 abr. 2024.

ALECRIM, Emerson. Tesla contradiz polícia e diz que havia motorista em acidente de carro. **Tecnoblog**. Disponível em: <https://tecnoblog.net/noticias/tesla-rebate-autoridades-autopilot-acidente-fatal/> Acesso em: 27 abr. 2024.

ARAÚJO, Newton. Não há consenso sobre regras que garantam segurança de carros autônomos, diz deputado. **Câmara dos Deputados**, 22 mai. 2018. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/538694-nao-ha-consenso-sobre-regras-que-garantam-seguranca-de-carros-autonomos-diz-deputado/> Acesso em: 17 abr. 2024.

ARAÚJO, Valter Shuenquener de; ZULLO, Bruno Almeida; TORRES, Maurílio. Big Data, algoritmos e inteligência artificial na Administração Pública: reflexões para a sua utilização em um ambiente democrático. **A&C – Revista de Direito Administrativo & Constitucional**, Belo Horizonte, ano 20, n. 80, p. 241-261, abr./jun. 2020. DOI: 10.21056/aec.v20i80.1219, p. 247.

AUSTRALIAN NATIONAL TRANSPORT COMISSION. **Automated vehicle program**. Disponível em: <https://www.ntc.gov.au/transport-reform/automated-vehicle-program> Acesso em: 18 abr. 2024.

AUSTRALIAN NATIONAL TRANSPORT COMISSION. **Lessons learned from automated vehicle trials in Australia**: December 2020. Disponível em: https://www.ntc.gov.au/sites/default/files/assets/files/AV-lessons-learned-2020_0.pdf Acesso em: 18 abr. 2024.

AUTOESPORTE. **Waymo: entenda a evolução do carro autônomo do Google**. 17 mai. 2017. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/carros/noticia/2017/05/waymo-entenda-evolucao-do-carro-autonomo-do-google.ghtml> Acesso em: 30 mar. 2024.

BANCO BRADESCO. **Novas respostas da BIA contra o assédio**. Disponível em: <https://banco.bradesco/aliadosbia/> Acesso em: 01 jan. 2023.

BARÃO, Aline Monike; GARBIN, Murilo Henrique. Enfrentando os desafios da regulação da circulação de veículos autônomos: uma análise comparada da legislação estrangeira. In. **II Seminário sobre Inteligência Artificial, Proteção de Dados e Cidadania**, Anais eletrônicos, Santo Angelo, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), 2021.

BARBOSA, Leonardo Figueiredo; PINHEIRO, Caroline da Rosa. Inteligência artificial no Brasil: avanços regulatórios. **Revista de Informação Legislativa**, v. 60, n. 240, p. 11-41, 2023.

BELCHIOR, Wilson Sales. Inteligência Artificial, princípios e recomendações da OCDE. **Migalhas**, 22 jul. 2020. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/depeso/330983/inteligencia-artificial--principios-e-recomendacoes-da-ocde> Acesso em: 14 jan. 2024.

BITENCOURT, Caroline Müller; GABARDO, Emerson. Governo eletrônico, serviços públicos digitais e participação popular: um caminho democrático a ser percorrido pela administração pública brasileira. **Interesse Público – IP**, Belo Horizonte, ano 23, n. 129, p. 41-73, set/out. 2021.

BITENCOURT, Caroline Müller; MARTINS, Luisa Helena Nicknig. A inteligência artificial nos órgãos constitucionais de controle de contas da administração pública brasileira. **Revista de Investigações Constitucionais**, Curitiba, vol. 10, n. 3, e253, set./dez. 2023. DOI: 10.5380/rinc.v10i3.93650.

BLANCHET, Luiz Alberto; BACELLAR, Roberto Ramos. Desafios do direito administrativo no estado regulador. **Revista Eletrônica Direito e Política, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica da UNIVALI**, Itajaí, v.12, n.3, 3º quadrimestre de 2017.

BLANCHET, Luiz Alberto; GAZOTTO, Gustavo Martinelli Tanganelli; FERNEDA, Ariê Scherreier. *Sandbox* regulatória e tecnologias disruptivas: incentivos à inovação e inclusão financeira por meio das *Fintechs*. **Revista Eurolatinoamericana de Derecho Administrativo**, vol. 7, n. 2, p. 71-87, jul./dic. 2020. DOI 10.14409/reoeda.v7i2.9387.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503compilado.htm Acesso em: 26 abr. 2024.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 1.317, de 2023**. Altera a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro, para regulamentar os veículos autônomos terrestres, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2352438> Acesso em: 11 abr. 2024.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 872, de 2021**. Dispõe sobre os marcos éticos e as diretrizes que fundamentam o desenvolvimento e o uso da Inteligência Artificial no Brasil. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/147434> Acesso em: 23 jan. 2024.

BRASIL. **Consulta pública: estratégia brasileira de inteligência artificial**. Disponível em: <http://participa.br/estrategia-brasileira-de-inteligencia-artificial/estrategia-brasileira-de-inteligencia-artificial-aplicacao-nos-setores-produtivos> Acesso em: 27 jan. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 86.714, de 10 de dezembro de 1981**. Promulga a Convenção sobre Trânsito Viário. Brasília, DF: Presidência da República, 1981. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-86714-10-dezembro-1981-436277-publicacaooriginal-1-pe.html> Acesso em: 26 abr. 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Rota 2030 – Mobilidade e Logística**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/setor-automotivo/rota-2030-mobilidade-e-logistica> Acesso em: 11 abr. 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Mover: Programa de Mobilidade Verde é lançado**. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/noticias/2023/12/mover-novo-programa-amplia-aco-es-para-mobilidade-verde-e-descarbonizacao> Acesso em: 04 mai. 2024.

BRASIL. **Nota Informativa**: A extinção do Seguro DPVAT. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2019/12/arquivos/dpvat-nota-informativa-vf.pdf> Acesso em: 29 abr. 2024.

BRASIL. **Portaria nº 4.617, de 06 de abril de 2021**. 2021. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/Portaria_MCTI_n_4617_de_06042021.html. Acesso em: 10 de agosto de 2023.

BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei nº 21, de 2020**. Estabelece fundamentos, princípios e diretrizes para o desenvolvimento e a aplicação da inteligência artificial no Brasil; e dá outras providências. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/151547> Acesso em: 23 jan. 2024.

BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei nº 5.691, de 2019**. Institui a Política Nacional de Inteligência Artificial, com o objetivo de estimular a formação de um ambiente favorável ao desenvolvimento de tecnologias em Inteligência Artificial. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/139586>

BRITO, Eugênio Augusto. Carro autônomo brasileiro tem nome de mulher e dá suas voltinhas; assista. **UOL**, 16 mai. 2014. Disponível em: <https://www.uol.com.br/carros/noticias/redacao/2014/05/16/carro-autonomo-brasileiro-tem-nome-de-mulher-e-da-suas-voltinhas-assista.htm> Acesso em: 03 mai. 2024.

BRODSKY, Jessica. Autonomous Vehicle Regulation: How an Uncertain Legal Landscape May Hit Thre Brakes on Sel-Driving Cars. **Berkeley Technology Law Journal**, v. 31, n.2, p. 851-787, 2016.

BUEHLER, Martin; IAGNEMMA, Karl; SINGH, Sanjiv (Ed.). **The DARPA urban challenge: autonomous vehicles in city traffic**. Springer Science & Business Media, 2009.

CALO, Ryan. Artificial intelligence policy: a primer and roadmap. **UC Davis Law Review**, v. 51, p. 399-435, 2017.

CANO, Rosa Jiménez. O robô racista, sexista e xenófobo da Microsoft acaba silenciado. **El País**, 25 mar. 2016. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2016/03/24/tecnologia/1458855274_096966.html Acesso em: 23 dez. 2023.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de; GUEDES, Erivelton Pires. **Balço da primeira década de ação pela segurança no trânsito no Brasil e perspectivas para a segunda década**. Brasília, DF: Ipea, nov. 2023. (Dirur: Nota Técnica, 42).

CARVALHO, Fábio Lins de Lessa. A nova lei do governo digital e a possibilidade de incremento da participação social na administração pública brasileira. **International Journal of Digital Law**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 9-23, jan./abr. 2022. DOI: 10.47975/IJDL.carvalho.v.3.n.1.

CASTELLS, Manuel. A sociedade em rede. Tradução de Roneide Venâncio Majer. 6. Ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CASTRO, Bruno Fediuk; BONFIM, Gilberto. A inteligência artificial, o direito e os vieses. **Revista Ilustração**, v. 1, n. 3, p. 31-45, Cruz Alta, set./dez. 2020, p. 37.

CASTRO, Carol. Carro semiautônomo da Uber atropela e mata mulher no Arizona. **Super interessante**, 19 mar. 2018. Disponível em: <https://super.abril.com.br/tecnologia/carro-semiautonomo-da-uber-atropela-e-mata-mulher-no-arizona>. Acesso em: 23 nov. 2023.

CELLAN-JONES, Rory. Stephen Hawking: Inteligência artificial pode destruir a humanidade. **BBC**, 02 dez. 2014. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/12/141202_hawking_inteligencia_pai Acesso em: 08 jan. 2024.

COELHO, Carlos. Empresa da região de Curitiba lança carro que dispensa motorista. Veja o preço!, **Tribuna PR**, 27 jan. 2020. Disponível em: <https://www.tribunapr.com.br/noticias/curitiba-regiao/empresa-da-regiao-de-curitiba-lanca-carro-que-dispensa-motorista-veja-o-preco/> Acesso em: 08 abr. 2024.

COMISSÃO EUROPEIA. **Uma Europa Preparada para a Era Digital**: Comissão propõe novas regras e ações para promover a excelência e a confiança na inteligência artificial. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/PT/ip_21_1682 Acesso em: 14 jan. 2024.

CONGRESS. **House Resolution 2231**. Disponível em: <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/2231> Acesso em: 13 jan. 2024.

CONGRESS. **Maintaining American Leadership in Artificial Intelligence**. Disponível em: <https://www.federalregister.gov/documents/2019/02/14/2019-02544/maintaining-american-leadership-in-artificial-intelligence> Acesso em: 13 jan. 2024.

CONSALTER, Zilda Mara. O *Conditional Hierarchical Attention Transformer* (ChatGPT) e sua implementação pela comunidade jurídica: viável ou ameaça. In. EHRHARDT JÚNIOR, Marcos; CATALAN, Marcos; nunes, Cláudia Ribeiro Pereira. **Inteligência artificial e relações privadas**: possibilidades e desafios. Belo Horizonte: Fórum, 2023, v. 1, p. 425-444.

CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA. **Resolução nº 332, de 21 de agosto de 2020**. Disponível em: <https://atos.cnj.jus.br/atos/detalhar/3429>. Acesso em: 23 jan. 2024.

CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA. **Resolução nº 332/2020**. Disponível em: <https://atos.cnj.jus.br/atos/detalhar/3429>. Acesso em: 13 jan. 2024.

CONTRAM. **Resolução nº 717, de 30 de novembro de 2017**. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao7172017.pdf> Acesso em: 17 abr. 2024.

CORRÊA, Eduardo. **Análise dos impactos dos veículos autônomos em ambientes urbanos**: o caso de Florianópolis. 2019. 89 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Projeto Urbano) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2019.

CORVALÁN, Juan Gustavo. Administración Pública digital e inteligente: transformaciones en la era de la inteligencia artificial. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 26-66, maio/ago. 2017. doi: 10.7213/rev.dir.econ.soc.v8i2.19321, p. 28.

COSTA, Marcos Bemquerer; BASTOS, Patrícia Reis Leitão. Alice, Monica, Adele, Sofia, Carina e Ágata: o uso da inteligência artificial pelo Tribunal de Contas da União. **Controle Externo: Revista do Tribunal de Contas do Estado de Goiás**, Belo Horizonte, ano 2, n. 3, p. 11-34, jan./jun. 2020.

CRISTÓVAM, José Sérgio da Silva; SAIKALI, Lucas Bossoni; SOUSA, Thanderson Pereira de. Governo Digital na Implementação de Serviços Públicos para a Concretização de Direitos Sociais no Brasil. **Sequência: Estudos Jurídicos e Políticos**, n. 84, abr. 2020, Florianópolis, p. 209-242, 2020.

CUEVA, Ricardo Villas Bôas. Inteligência artificial no Judiciário. In. NUNES, Dierle; LUCON, Paulo Henrique dos Santos; WOLKARTE, Erik Navarro (Coord.). **Inteligência artificial e Direito Processual**: os impactos da virada tecnológica no direito processual. Salvador: Juspodivm, p. 79-91, 2021.

DAVOLA, Antonio. A Model for Tort Liability in a World of Driverless Cars: Establishing a Framework for the Upcoming Technology. **Idaho Law Review**, vol. 54, 2018.

DONEDA, Danilo Cesar Maganhoto; MENDES, Laura Schertel; SOUZA, Carlos Affonso Pereira de; ANDRADE, Norberto Nuno Gomes de. Considerações iniciais sobre inteligência artificial, ética e autonomia pessoal. **Pensar**, Fortaleza, v. 23, n. 4, p. 1-17, out./dez. 2018.

DUFFY, Clare. Toyota suspende uso de veículo autônomo depois de atropelar atleta paraolímpico. **CNN Brasil**, 28 mar. 2021. Disponível em:

<https://www.cnnbrasil.com.br/economia/toyota-suspende-uso-de-veiculo-autonomo-depois-de-atropelar-atleta-paralimpico/> Acesso em: 29 mar. 2024.

EFING, Antônio Carlos; ARAÚJO, Jailson de Souza. O uso dos carros autônomos, seus riscos e perigos jurídicos. **Revista de Direito do Consumidor**. vol. 126. ano 28. p. 81-102. São Paulo: Ed. RT, nov.-dez./2019, p. 98.

ENGELKING, Carl. The 'Driverless' Car Era Began More Than 90 Years Ago. **Discover Magazine**, 13 dez. 2017. Disponível em: <https://www.discovermagazine.com/technology/the-driverless-car-era-began-more-than-90-years-ago> Acesso em: 29 mar. 2024.

EUROPEAN COMMISSION. **EU Member States sign up to cooperate on Artificial Intelligence**. Disponível em: <https://europa.eu/!9XkRkx>. Acesso em: 13 jan. 2023.

EXAME. **Baidu forma 50 parcerias para desenvolver veículos autônomos**. 05 jul. 2017. Disponível em: <https://exame.com/negocios/baidu-forma-50-parcerias-para-desenvolver-veiculos-autonomos/> Acesso em: 04 abr. 2024.

EXAME. **Baidu lança serviço comercial de transporte por aplicativo totalmente autônomo na China**. 25 jun. 2023. Disponível em: <https://exame.com/mundo/baidu-lanca-servico-comercial-de-transporte-por-aplicativo-totalmente-autonomo-na-china/> Acesso em: 04 abr. 2024.

EXAME. **Bia, Lu e Alexa: assistentes virtuais de diferentes marcas são assediadas**. Disponível em: <https://exame.com/casual/bia-lu-e-alex-a-assistentes-virtuais-de-diferentes-marcas-sao-assediadas/> Acesso em: 23 jan. 2024.

FAGNANT, Daniel J.; KOCKELMAN, Kara. Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 77, 2015.

FAUSTINO, Rafael. Uber já oferece carros sem motorista nos EUA. **Época Negócios**, 27 out. 2023. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/tecnologia/noticia/2023/10/uber-ja-oferece-carros-sem-motorista-nos-eua.ghtml> Acesso em: 31 mar. 2024.

FERRAREZI, Thiago. Sandbox regulatório: um instrumento estratégico para o desenvolvimento de tecnologias emergentes no Brasil. **Migalhas**, 15 mai. 2023. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/depeso/386501/sandbox-regulatorio-um-instrumento-estrategico> Acesso em: 20 abr. 2024.

FIGUEIREDO, Carla Regina Bortolaz de; CABRAL, Flávio Garcia. Inteligência artificial: *machine learning* na Administração Pública. **International Journal of Digital Law**, Belo Horizonte, ano 1, n. 1, p. 79-95, jan./abr. 2020.

FIRJAN; UFLA; INMETRO. **Relatório de Informações e Recomendações: 1ª Conferência sobre veículos inteligentes**. Segurança jurídica e tecnológica para inserção no Brasil. Rio de Janeiro, 2020.

FORBES. **Baidu lança fundo de US\$ 1,5 bi dedicado a direção autônoma.** 21 set. 2017. Disponível em: <https://forbes.com.br/negocios/2017/09/baidu-lanca-fundo-de-us15-bi-dedicado-a-projetos-de-direcao-autonoma/> Acesso em: 04 abr. 2024.

FRASSON, Lucas. 1º carro autônomo do Brasil é Chevrolet Astra raro que está abandonado. **Mobi Auto**, 22 set. 2023. Disponível em: <https://www.mobiauto.com.br/revista/1-carro-autonomo-do-brasil-e-chevrolet-astra-raro-que-esta-abandonado/3471> Acesso em: 30 mar. 2024.

FREITAS, Juarez; FREITAS, Thomas Bellini. **Direito e inteligência artificial:** em defesa do humano. Belo Horizonte: Fórum, 2020.

FÜRST, Maria Eduarda; BÜRGER, Marcelo L.F. de Macedo. Inteligência artificial: conceitos introdutórios e algumas de suas aplicações. In. EHRHARDT JÚNIOR, Marcos; CATALAN, Marcos; nunes, Cláudia Ribeiro Pereira. **Inteligência artificial e relações privadas:** possibilidades e desafios. Belo Horizonte: Fórum, 2023, v. 1, p. 19-39.

G1. **Ana Maria Braga lembra de carro autônomo do ES que a atropelou ao vivo: ‘meio assustador,** 15 jun. 2023 Disponível em: <https://g1.globo.com/es/espírito-santo/noticia/2023/06/15/ana-maria-braga-lembra-de-carro-autonomo-do-es-que-a-atropelou-ao-vivo-meio-assustador.ghtml> Acesso em: 29 mar. 2024.

G1. **Motorista em acidente fatal de carro autônomo do Uber é acusada de homicídio nos EUA.** 16 set. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/tecnologia/noticia/2020/09/16/motorista-em-acidente-fatal-de-carro-autonomo-do-uber-e-acusado-de-homicidio-nos-eua.ghtml> Acesso: 06 jan. 2024.

G1. **Prejuízos na agropecuária causados pelas chuvas no RS ultrapassam R\$ 2,5 bilhões.** Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2024/05/17/prejuizos-na-agropecuaria-causados-pelas-chuvas-no-rs-ja-passam-de-r-2-bilhoes.ghtml> Acesso em: 20 mai. 2024.

GABARDO, Emerson; FREITAS, Olga Lúcia Castreghini de; VIANA, Ana Cristina Aguilar. The digital divide in Brazil and the accessibility as a fundamental right. **Revista chilena de derecho y tecnología**, v. 11, n. 2, p. 1-26, 2022.

GE, Mouzhi; BANGUI, Hind; BUHNOVA, Barbora. Big data for internet of things: a survey. **Future generation computer systems**, v. 87, p. 601-614, 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDHILL, Olivia. We’ve had driverless cars for almost a hundred years. **Quartz**, 22 out. 2016. Disponível em: <https://qz.com/814019/driverless-cars-are-100-years-old> Acesso em: 29 mar. 2024.

GONÇALVES, Juliana Alice Fernandes. Os impactos para a cidadania da relação entre democracia e inteligência artificial e a contribuição de Donna Haraway.

International Journal of Digital Law, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 89-107, jan./abr. 2022. DOI: 10.47975/ IJDL.cristovam.v.3.n.1.

GREEN, Herndon. Radio-Controlled Automobile. **Radio News**, São Francisco, novembro de 1925, p. 592. Disponível em: <https://www.worldradiohistory.com/Archive-Radio-News/20s/Radio-News-1925-11-R.pdf> Acesso em: 03 abr. 2024.

GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. **Veículos autônomos inteligentes e a responsabilidade civil nos acidentes de trânsito no Brasil**. Desafios regulatórios e propostas de solução e regulação. Brasília: ESPMU, Série Pesquisas ESPMU, v.2, 2020.

HACHEM, Daniel Wunder. A noção constitucional de desenvolvimento para além do viés econômico—Reflexos sobre algumas tendências do Direito Público brasileiro. **A&C-Revista de Direito Administrativo & Constitucional**, v. 13, n. 53, p. 133-168, 2013.

HACHEM, Daniel Wunder. Direito fundamental ao serviço público adequado e capacidade econômica do cidadão: repensando a universalidade do acesso à luz da igualdade material. **A&C – Revista de Direito Administrativo & Constitucional**, Belo Horizonte, ano 14, n. 55, p. 123-158, jan./mar. 2014.

HARRY POTTER WIKI. **Ford Anglia Voador**. Disponível em: https://harrypotter.fandom.com/pt-br/wiki/Ford_Anglia_voador Acesso em: 06 mai. 2024.

HELDER, Darlan. Biden assina 1º decreto para regulamentar inteligência artificial nos EUA; veja os principais pontos. **G1**, 01 nov. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2023/11/01/biden-assina-1o-decreto-para-regulamentar-inteligencia-artificial-nos-eua-veja-os-principais-pontos.ghtml> Acesso em: 13 jan. 2024.

HOFFMANN-RIEM, Wolfgang. Big data e inteligência artificial: Desafios para o Direito. **REI – Revista de Estudos Institucionais**, v. 6, n. 2, p. 431-506, 2020, p. 434.

HORA DO POVO. **Programa de IA do governo é um desastre**. 12 abr. 2021. Disponível em: <https://horadopovo.com.br/programa-de-inteligencia-artificial-do-governo-e-um-desastre-diz-ronaldo-lemos/> Acesso em: 16 jan. 2024.

ICMC/USP. Laboratório De Robótica Móvel. **Caminhão autônomo**, São Carlos, 2015, Disponível em: <http://lrm.icmc.usp.br/web/index.php?n=Port.ProjSTruck>. Acesso em: 28 mar. 2024.

ICMC/USP. Laboratório De Robótica Móvel. **Projeto CaRINA 2**, São Carlos, 2015, Disponível em: <http://lrm.icmc.usp.br/web/index.php?n=Port.ProjCarina2Info>. Acesso em: 28 mar. 2024.

ITU. **AI for Good Global Summit**. Disponível em <https://aiforgood.itu.int/summit24/> Acesso em: 15 jan. 2024.

KPMG INTERNACIONAL. **Índice de Prontidão para Veículos Autônomos 2020**: avaliando a prontidão de 30 países na corrida pelos veículos autônomos. Disponível em: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/br/pdf/2020/09/autonomous-vehicles-readiness-index-2020.pdf> Acesso em: 15 abr. 2024.

KREUZ, Letícia Regina Camargo; VIANA, Ana Cristina Aguiar. 4ª Revolução Industrial e Governo Digital: Exame de Experiências Implementadas no Brasil. **Revista Eurolatinoamericana de Derecho Administrativo**, Santa Fe, vol. 5, n. 2, p. 267-286, jul./dic., 2018. DOI: 10.14409/redoeda.v5i2.9092.

LAZZAROTTO, Gabriel Strapasson. Do processo eletrônico à inteligência artificial: um estudo sobre a evolução tecnológica do poder judiciário desde a Constituição de 1988. **Ciências Sociais Aplicadas em Revista**, v. 26, n. 46, p.129-156, semestral, julho-dezembro, 2023.

LEE, Kai-Fu. **Inteligência artificial**: como os robôs estão mudando o mundo, a forma como amamos, nos relacionamos, trabalhamos e vivemos. Trad. Marcelo Barbão. Rio de Janeiro: Globo Livros, 2019.

LEGRAND, Pierre. The impossibility of 'legal transplants'. **Maastricht journal of European and comparative law**, v. 4, n. 2, p. 111-124, 1997.

LIGHTHILL, James. **Artificial intelligence**: a general survey. Disponível em: https://www.chilton-computing.org.uk/inf/literature/reports/lighthill_report/p001.htm. Acesso em: 23 dez. 2023.

LIMA, Cíntia Rosa Pereira. **Sistema de responsabilidade civil para carros autônomos**. Indaiatuba, SP: Editora Foco, 2023.

LIMA, Leandro José Barbosa; HAMZAGIC, Miroslava. Estratégias para a transição energética: revisão de literatura. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, São Paulo, p. 96-120, 2022.

LIMA, Marcellus Polastri. **Crimes de Trânsito**: Aspectos Penais e Processuais. 2. ed. – São Paulo: Atlas, 2015.

MARTINESCO, Andrea. Veículos Autônomos: uma visão complementar associando tecnologia, direito e políticas públicas. **SSRN Eletronic Journal**. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3571836 Acesso em: 25 abr. 2024.

MASCARENHAS, Karina. Com propostas inovadoras, Laboratório de Mobilidade Terrestre da UFLA tem se tornado referência nacional. **UFLA**, 11 jan. 2019. Disponível em: <https://ufla.br/noticias/pesquisa/12614-com-propostas-inovadoras-laboratorio-de-mobilidade-terrestre-da-ufla-tem-se-tornado-referencia-nacional> Acesso em: 22 abr. 2024.

MCNAB, Chris. **Elon Musk**: inovador, empreendedor e visionário. Tradução de Fabiano Flaminio. 1. ed. Cotia, SP: Pé da Letra, 2022.

MEDON, Felipe. **Inteligência Artificial e Responsabilidade Civil**: autonomia, riscos e solidariedade. São Paulo: Editora JusPodvm, 2022.

MELO, Bricio Luis da Anunciacao; CARDOSO, Henrique Ribeiro. Sistemas de inteligência artificial e responsabilidade civil: uma análise da proposta europeia acerca da atribuição de personalidade civil. **Revista Brasileira de Direitos Fundamentais & Justiça**, v. 16, n. 1, 2022.

MIGALHAS. **Juiz que usou tese inventada pelo ChatGPT em sentença será investigado**. 13 nov. 2023. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/quentes/396836/juiz-que-usou-tese-inventada-pelo-chatgpt-em-sentenca-sera-investigado> Acesso em: 08 jan. 2023.

MIRAGEM, Bruno; PETERSEN, Luiza. **Direito dos Seguros**. 1. ed. – Rio de Janeiro: Forense, 2022.

MIRANDA, Márcia Lúcia Lopes de. **Inteligência artificial no Direito brasileiro**: o projeto ALEI do Tribunal Regional Federal da 1a Região e a otimização do sistema de justiça. 2022. 135 f. Dissertação (Mestrado em Direito), Universidade Federal do Maranhão, Maranhão.

MOLITERNO, Danilo. Prejuízos por chuvas no Rio Grande do Sul passam de meio bilhão, mostra estimativa. **CNN**, 06 mai. 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/prejuizos-por-chuvas-no-rio-grande-do-sul-passam-de-meio-bilhao-mostra-estimativa/> Acesso em: 06 mai. 2024.

MONTEIRO, Wilson de Freitas. **A introdução da inteligência artificial no Poder Judiciário sob a perspectiva do acesso à justiça pela via dos direitos**. 2023. 107 f. Dissertação (Mestrado em Direito), Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.

MOURÃO, Licurgo. Regulação da inteligência artificial no Brasil. In. **Intellegentiae Artificialis, Imperium Et Civitatem**. Madrid, Espanha: Editora Alma Mater, 2022, p.73-90, p. 76.

MOYE, Brittany. AAA: Fear of Self-Driving Cars Persists as Industry Faces an Uncertain Future. **AAA News Room**, 14 mar. 2024. Disponível em: <https://newsroom.aaa.com/2024/03/aaa-fear-of-self-driving-cars-persists-as-industry-faces-an-uncertain-future/> Acesso em: 02 mai. 2024.

MULHOLAND, Caitlin. Responsabilidade civil e processos decisórios autônomos em sistemas de inteligência artificial (IA): autonomia, imputabilidade e responsabilidade. In. FRAZÃO, Ana; MULHOLAND, Caitlin. (coord.). **Inteligência artificial e Direito: ética, regulação e responsabilidade**. 2. ed. ver., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, p. 327-350, 2020

MUNIZ, Guilherme Blanco. Novo Audi A8 não é autônomo de verdade, mas talvez seja no futuro. **Auto Esporte**, 16 out. 2017. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/carros/noticia/2017/10/novo-audi-a8-nao-e-autonomo-de-verdade-mas-talvez-seja-no-futuro.ghtml> Acesso em: 03 abr. 2024.

MUSK, Elon (@elonmusk). “Tesla Robotaxi unveil on 8/8”. 05 abr. 2024, 17:59. X.

NEGRI, Fernanda de; ZUCOLOTO, Graziela; MIRANDA, Pedro; KOELLER, Priscila. Ciência e Tecnologia frente à pandemia. **IPEA**, 27 mar. 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/182-corona> Acesso em: 16 abr. 2024.

NEW YORK TIMES. **Self-Driving Uber Car Kills Pedestrian in Arizona, Where Robots Roam**. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2018/03/19/technology/uber-driverless-fatality.html>. Acesso em: 23 nov. 2023.

NHTSA. **Automated Vehicles for Safety**. Disponível em: <https://www.nhtsa.gov/vehicle-safety/automated-vehicles-safety> Acesso em: 02 abr. 2024.

Novo Momento Portal. **Brasileiro mostra uber sem motorista**. Teste de carro autônomo. YouTube. Publicado em: 16 fev. 2021 Disponível em: <https://youtube.com/watch?v=alegbcC1Y8E> Acesso em: 30 mar. 2024.

NUNES, Dierle. Virada tecnológica no direito processual e etapas do emprego da tecnologia no direito processual. *In*. NUNES, Dierle; LUCON, Paulo Henrique dos Santos; WOLKARTE, Erik Navarro (Coord.). **Inteligência artificial e Direito Processual: os impactos da virada tecnológica no direito processual**. Salvador: Juspodivm, p.17-54, 2021.

O dilema das redes. Direção: Jeff Orlowski. Netflix. Estados Unidos: Netflix, 2020

OECD. **Recommendation of the Council on Artificial Intelligence**. Disponível em: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/oecd-legal-0449> Acesso em: 14 jan. 2024

OLHAR DIGITAL. **Uber autônomo que matou pedestre apresentou falhas graves no sistema**. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2019/11/06/carros-e-tecnologia/uber-autonomo-que-matou-pedestre-apresentou-falhas-graves-no-sistema/> Acesso em: 17 dez. 2023.

OLIVEIRA, Carlos Eduardo; LEAL, Túlio Augusto. **Considerações sobre os Veículos Autônomos** – possíveis impactos econômicos, urbanos e das relações jurídicas. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Outubro/2016 (Texto para Discussão nº 214). Disponível em: www.senado.leg.br/estudos.

ONU. **Acidentes de trânsito matam 1,25 milhão por ano, alerta a ONU**. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2015/11/1531811> Acesso em: 11 abr. 2024.

ONU. **Report of the sixty-eighth session of the Working Party on Road Traffic Safety**. Amendments to Article 8 and Article 39 of 1968 Convention on Road Traffic. Disponível em: <https://unece.org/DAM/trans/doc/2014/wp1/ECE-TRANS-WP1-145e.pdf> Acesso em: 30 abr. 2024

OPENAI. **GPT-3.5**. Modelo de linguagem desenvolvido pela Open AI. Disponível em: <https://chat.openai.com/> Acesso em: 06 jan. 2024.

PADEN, Brian; CAP, Michal; YOUNG, Sze Zheng; YERSHOW, Dimitry; FRAZZOLI, Emilio. A survey of motion planning and control techniques for self-driving urban vehicles. **IEEE Transactions on intelligent vehicles**, v. 1, n. 1, p. 33-55, 2016.

PAIM, Bruna Werlang; JENSEN, Felipe Emanuel Pacheco; MORO, Kael Nery de Lima. Veículos autônomos: uma análise comparada das soluções jurídicas existentes. *In.* FARIA, Mariana Pereira; SILVA, Rafael Aggens Ferreira da; GOMES, Rhodrigo Deda. (coord). **Direito e inovação**. V.3, p. 455-488, Curitiba: OABPR, 2020.

PARLAMENTO EUROPEU. **Resolução do Parlamento Europeu, de 16 de fevereiro de 2017, que contém recomendações à Comissão sobre disposições de Direito Civil sobre Robótica (2015/2103(INL))**. Disponível em: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_PT.html Acesso em: 13 jan. 2024.

PEREIRA, Gabriel Bueno. Direito e inteligência artificial: a ética dos carros autônomos. *In.* **II Seminário sobre Inteligência Artificial, Proteção de Dados e Cidadania**, Anais eletrônicos, Santo Angelo, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), p. 82-99, 2021

PEREIRA, Sandor Banyai; BOTELHO, Rober. Design de Interação: fatores humanos e os carros autônomos. **Design e Tecnologia**, v. 8, n. 16, p. 69-86, 2018.

PERONI, Jady. Cidades com pior trânsito no mundo: brasileiras surpreendem no ranking. **Auto Esporte**, 20 mar. 2024. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/carros/curiosidades-sobre-carros/noticia/2024/03/cidades-com-pior-transito-no-mundo-brasileiras-surpreendem-no-ranking.ghtml> Acesso em: 06 mai. 2024.

PINHEIRO, Guilherme Pereira; BORGES, Maria Ruth; DE MELLO, Flávio Luis. Danos envolvendo veículos autônomos e a responsabilidade civil do fornecedor. **Revista Brasileira de Direito Civil**, v. 21, n. 03, p. 247-267, 2019.

PIRANI, Mateus Catalani; OLIVEIRA, Matheus Pinto de. A reforma do Código de Trânsito Brasileiro e a chegada de veículos autônomos: a previsão do "condutor virtual". **Leopoldianum**, v. 47, n. 131, p. 111-129, 2021.

POLIDO, Fabrício Bertini Pasquot. Inteligência artificial entre estratégias nacionais e a corrida regulatória global: rotas analíticas para uma releitura internacionalista e Comparada. **Revista da Faculdade de Direito da UFMG**, Belo Horizonte, n. 76, p. 229-256, 2020, p. 236.

POLIDO, Fabrício Pasquot. Novas perspectivas para regulação da inteligência artificial: diálogos entre as políticas domésticas e os processos legais transnacionais. *In.* FRAZÃO, Ana; MULHOLAND, Caitlin. (coord.). **Inteligência artificial e Direito: ética, regulação e responsabilidade**. 2. ed. ver., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020, p.175-204, p. 189

PORTO, Fábio Ribeiro. O impacto da utilização da Inteligência Artificial no Executivo Fiscal. Estudo de caso do Tribunal de Justiça do Rio de Janeiro. *In.* **Direito em movimento**. Rio de Janeiro, v. 17, n.1, p. 142-199, 2013, p. 189.

PORTUGAL. Carta Portuguesa de Direitos Humanos na Era Digital. Lei nº 27 de 17 de maio de 2021. Diário da República. Disponível em: https://www.parlamento.pt/Legislacao/Paginas/Educacao_Carta-Portuguesa-de-Direitos-Humanos-na-Era-Digital.aspx Acesso em: 23 jan. 2024.

POYTING, Mark; RIVAULT, Erwan. 2023 é confirmado como ano mais quente já registrado: 2024 pode bater esse recorde? **BBC News**, 09 jan. 2024. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/ced7pl4l74vo> Acesso em: 06 mai. 2024.

PRZEYBILOVICZ, Erico; CUNHA, Maria Alexandra; MEIRELLES, Fernando de Souza. O uso da tecnologia da informação e telecomunicação para caracterizar os municípios: quem são e o que precisam para desenvolver ações de governo eletrônico e *smart city*. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 52, n. 4, p. 630-659, jul-ago. 2018.

PUSCHEL, André Felipe Silva; RODRIGUES, Roberto Tassis; VALLE, Vivian Cristina Lima Lopez. O dilema ético da decisão algorítmica. **A&C-Revista de Direito Administrativo & Constitucional**, v. 22, n. 90, p. 207-226, 2022.

PWC. **AI to drive GDP gains of \$15.7 trillion with productivity, personalisation improvements.** 2017. Disponível em: <https://www.pwc.com/hu/en/pressroom/2017/ai.html> Acesso em: 07 jan. 2023.

QUATRO RODAS. **Primeira morte por um carro autônomo é culpa de humano, conclui Justiça.** Disponível em: <https://quatrorodas.abril.com.br/noticias/primeira-morte-por-um-carro-autonomo-e-culpa-de-humano-conclui-justica> Acesso em: 23 jan. 2024.

REYNA, Justo; GABARDO, Emerson; SANTOS, Fábio de Sousa. Electronic Government, Digital Invisibility and Fundamental Social Rights. **Sequência (Florianópolis)**, n. 85, p. 30-50, ago. 2020.

RISSE, Matthias. Direitos humanos e Inteligência Artificial: uma agenda urgentemente necessária. **Revista Publicum**. Rio de Janeiro, v.4, n.1, 2018, p. 17-33, p. 30.

ROCHA, Pedro Alexandre Moura Cirilo. **Implicações do veículo autônomo no futuro das cidades.** Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade do Porto, Porto, 2023.

RODRÍGUEZ, Antonio Luiz Terrones. Una aproximación general al desarrollo de los coches autónomos. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad. CTS**, 16(47), 153-175, 2021.

ROSA, Alexandre Morais da; GUASQUE, Bárbara. O avanço da disrupção nos tribunais brasileiros. In: NUNES, Dierle; LUCON, Paulo Henrique dos Santos; WOLKARTE, Erik Navarro (Coord.). **Inteligência artificial e Direito Processual: os impactos da virada tecnológica no direito processual.** Salvador: Juspodivm, p.79-91, 2021, p. 106-109.

ROSA, Alexandre Morais da; GUASQUE, Bárbara. O avanço da disrupção nos tribunais brasileiros. In: NUNES, Dierle; LUCON, Paulo Henrique dos Santos;

WOLKARTE, Erik Navarro (Coord.). **Inteligência artificial e Direito Processual: os impactos da virada tecnológica no direito processual**. Salvador: Juspodivm, p. 93-121, 2021.

RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial**. Tradução Regina Célia Simille. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

SADOWSKI, Jathan. The Car of the Future of the Past. **Slate**, 19 ago. 2013. Disponível em: <https://slate.com/technology/2013/08/car-of-the-future-nuclear-solar-and-battery-power-from-the-1950s-and-1960s.html> Acesso em: 29 mar. 2024.

SAE. **Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for on Road Motor Vehicles**. Disponível em: https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/ Acesso em: 02 abr. 2024.

SALAS, Javier. Google conserta seu algoritmo “racista” apagando os gorilas. **El País**, 16 jan. 2018 Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2018/01/14/tecnologia/1515955554_803955.html Acesso em: 14 jan. 2024.

SALGADO, Eneida Desiree. **Tijolo por tijolo em um desenho (quase) lógico: vinte anos de construção do projeto democrático brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Direito). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SANTOS, Fábio de Sousa; SOUZA, Pablo Ademir de; ESTECHE FILHO, Victor Guilherme. Governança tecnológica e auditabilidade do alinhamento ético-valorativo (alignment) das inteligências artificiais generativas. **Suprema: revista de estudos constitucionais**, Brasília, v. 3, n. 2, p. 113-143, jul./dez. 2023. DOI: <https://doi.org/10.53798/suprema.2023.v3.n2.a225>.

SCARABOTTO, Natália. E se carros autônomos rodassem na avenida Paulista? Simulador mostra impacto da tecnologia. **Automotive Business**, 20 jul. 2021. Disponível em: <https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/mobility-now/e-se-carros-autonomos-rodassem-na-avenida-paulista-simulador-mostra-impacto-da-tecnologia/> Acesso em: 09 mai. 2024.

SCHERER, Matthew U. Regulating artificial intelligence systems: Risks, challenges, competencies, and strategies. **Harv. JL & Tech.**, v. 29, p. 353-400, 2015.

SCHIER, Adriana da Costa Ricardo; ANDRADE, Giulia de Rossi. O papel da Administração Pública no fomento à inovação tecnológica: a lei de incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica do Município de Curitiba. *In*. SCHIER, Adriana da Costa Ricardo; GUIMARÃES, Edgar; VALLE, Vivian Cristina Lima López. (org.) **Passando a limpo a gestão pública: arte, coragem, loucura** [recurso eletrônico]. Instituto Paranaense de Direito Administrativo. 1. Ed. Curitiba: NCA Comunicação e Editora, p. 12-35, 2020.

SCHOETTLE, Bradon; SIVAK, Michael. **A Preliminary Analysis Of Real-World Crashes Involving Self-Driving Vehicles**. The University of Michigan, 2015. Disponível em: <https://public.websites.umich.edu/~umtriswt/PDF/UMTRI-2015-34.pdf> Acesso em: 14 abr. 2024.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. Trad. Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016, p. 15.

SEGURADORA LÍDER. **O que é Seguro DPVAT**. Disponível em: <https://www.seguradoralider.com.br/Seguro-DPVAT/Sobre-o-Seguro-DPVAT> Acesso em: 29 abr. 2024.

SENADO FEDERAL. **CJSUBIA - Comissão de Juristas responsável por subsidiar elaboração de substitutivo sobre inteligência artificial no Brasil**. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/comissoes/comissao?codcol=2504> Acesso em: 17 jan. 2024.

SÉRVIO, Gabriel. Os carros elétricos mais vendidos do Brasil em março de 2024. **Olhar Digital**, 09 abr. 2024. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2024/04/09/carros-e-tecnologia/os-carros-eletricos-mais-vendidos-do-brasil-em-marco-de-2024/> Acesso em: 11 abr. 2024.

SHABBIR, Jahanzaib; ANWER, Tarique. Artificial intelligence and its role in near future. **Journal of Latex Class Files**, v. 14, n. 8, Aug. 2015. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1804.01396>. Acesso em: 25 dez. 2023.

SHUTTLEWORTHSAE, Jennifer. Standards News: J3016 automated-driving graphic update. **SAE International**, 01 jul. 2019. Disponível em: <https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic> Acesso em: 02 abr. 2024.

SIDDIQUI, Faiz; MERRIL, Jeremy B. 17 fatalities, 736 crashes: The shocking toll of Tesla's Autopilot. **The Washington Post**, 10 jun. 2023. Disponível em: <https://www.washingtonpost.com/technology/2023/06/10/tesla-autopilot-crashes-elon-musk/> Acesso em: 30 mar. 2024.

SILVA, Nilton Correia da. Inteligência Artificial. In. FRAZÃO, Ana; MULHOLAND, Caitlin. (coord.). **Inteligência artificial e direito: ética, regulação e responsabilidade**. 2. Ed. rev. Atual. e ampl. São Paulo: Thompson Reuters, 2020, p. 33-50.

SINGAPORE LAND TRANSPORT AUTHORITY. **Autonomous Vehicle Testbed to be Expanded to Western Singapore** – Continued Emphasis on Public Safety. 24 out. 2019. Disponível em: https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/newsroom/2019/10/1/Autonomous_vehicle_testbed_to_be_expanded.html Acesso em: 18 abr. 2024.

SOARES, Denisson Antunes. Lyft adapta carros autônomos para oferecer viagens para cegos nos EUA. **TecMundo**, 21 jul. 2019. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/mobilidade-urbana-smart-cities/143950-lyft-adapta-carros-autonomos-oferecer-viagens-para-cegos-eua.htm> Acesso em: 14 abr. 2024.

SOUZA, João. BYD oficializa início das obras de complexo fabril na Bahia; investimento na instalação da fábrica foi de R\$ 3 bilhões. **G1**, 05 mar. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2024/03/05/byd-oficializa-inicio-das-obras-de-complexo-fabril-na-bahia.ghtml> Acesso em: 11 abr. 2024.

STARTSE. **Justiça dos EUA decide os culpados por morte em acidente com carro autônomo da Uber.** Disponível em: <https://www.startse.com/noticia/nova-economia/uber-acidente-carro-autonomo-decisao> Acesso em: 20 dez. 2023

STAYTON, Erik Lee. **Driverless dreams:** technological narratives and the shape of the automated car. 2015. 140 f. Tese de Doutorado. Massachusetts Institute of Technology (MIT).

TEFFÉ, Chiara Spadaccini de; MEDON, Filipe. Responsabilidade civil e regulação de novas tecnologias: questões acerca da utilização de inteligência artificial na tomada de decisões empresariais. **Revista Estudos Institucionais**, v. 6, n. 1, p. 301-333, jan./abr. 2020.

TELESÍNTESE. **Polido: Brasil precisa ter práticas mais ambiciosas em inteligência artificial.** Disponível em: <https://www.telesintese.com.br/polido-brasil-precisa-ter-praticas-mais-ambiciosas-em-inteligencia-artificial/> Acesso em: 15 jan. 2024.

TEPEDINO, Gustavo; DA GUIA SILVA, Rodrigo. Desafios da inteligência artificial em matéria de responsabilidade civil. **Revista Brasileira de Direito Civil**, v. 21, n. 03, p. 61-61, 2019.

TIBKEN, Shara. Waymo CEO: Autonomous cars won't ever be able to drive in all conditions. **CNET**, 13 nov. 2024. Disponível em: <https://www.cnet.com/roadshow/news/alphabet-google-waymo-ceo-john-krafcik-autonomous-cars-wont-ever-be-able-to-drive-in-all-conditions/> Acesso em: 03. abr. 2024.

TOLEDO, Claudia; PESSOA, Daniel. O uso de inteligência artificial na tomada de decisão judicial. **Revista de Investigações Constitucionais**, Curitiba, vol. 10, n. 1, e237, jan./abr. 2023. DOI: 10.5380/rinc.v10i1.86319.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **TJRJ adota modelo inovador nas cobranças de tributos municipais.** Disponível em: <http://www.tjrj.jus.br/noticias/noticia/-/visualizar-conteudo/5111210/5771753>. Acesso em: 25 jan. 2024.

TRINDADE, Rodrigo. Como acidente fatal mudou o programa de carros autônomos da Uber. **UOL**, 11 nov. 2019. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2019/11/16/como-acidente-fatal-mudou-o-programa-de-carros-autonomos-da-uber.htm#:~:text=Para%20isso%2C%20elas%20realizam%20um,o%20sistema%20s%20ensorial%20do%20carro>. Acesso em: 29 mar. 2024.

TRUEMAN, Charlotte; LAGO, Cristina. How Singapore is driving the development of autonomous vehicles. **Cio**, 24 jan. 2019. Disponível em: <https://www.cio.com/article/222040/how-singapore-is-driving-the-development-of-autonomous-vehicles.html> Acesso em: 18 abr. 2024.

TURING, Alan Mathison. Computing machinery and intelligence. **Springer Netherlands**, 2009. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-6710-5_3 Acesso em: 23 jan. 2024.

UFES. **Carro autônomo da Ufes realiza viagem inédita até Guarapari**. Disponível em: <https://www.ufes.br/conteudo/carro-aut%C3%B4nomo-da-ufes-realiza-viagem-in%C3%A9dita-at%C3%A9-guarapari> Acesso em: 01 abr. 2024.

UFES. **Carro autônomo da Ufes realiza viagem inédita até Guarapari**. Disponível em: <https://www.ufes.br/conteudo/carro-aut%C3%B4nomo-da-ufes-realiza-viagem-in%C3%A9dita-at%C3%A9-guarapari> Acesso em: 01 abr. 2024.

UNIÃO EUROPEIA. **Regulamento (UE) 2019/2144 do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de novembro de 2019**. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/bfd5eba8-2058-11ea-95ab-01aa75ed71a1> Acesso em: 04 abr. 2024.

UNIVERSITY OF MICHIGAN. **Mcity Test Facility**. Disponível em: <https://mcity.umich.edu/what-we-do/mcity-test-facility/> Acesso em: 22 abr. 2024.

USP. **Carro autônomo da USP ganha prêmio em desafio mundial**. Disponível em: <https://jornal.usp.br/universidade/carro-autonomo-da-usp-ganha-premio-em-desafio-mundial/> Acesso em: 16 abr. 2024.

VALLE, Vivian Cristina Lima López; GALLO, William Ivan. Inteligência artificial e capacidades regulatórias do Estado no ambiente da administração pública digital. **A&C – Revista de Direito Administrativo & Constitucional**, Belo Horizonte, ano 20, n. 82, p. 67-86, out/dez. 2020, p. 77.

VALLE, Vivian Lima López; FUENTES i GASÓ, Josep Ramón; AJUS, Atílio Martins. Decisão judicial assistida por inteligência artificial e o Sistema Victor do Supremo Tribunal Federal. **Revista de Investigações Constitucionais**, Curitiba, vol. 10, n. 2, e252, maio/ago. 2023. DOI: 10.5380/rinc.v10i2.92598.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Políticas de transporte no brasil: a construção da mobilidade excludente**. Barueri, SP: Manole, 2013

VIANA, Ana Cristina Aguilar; MIRANDA, Carolina Ferreira de. Perfil algorítmico e discriminação digital: uma leitura a partir das normas europeias e brasileiras. *In*. WACHOWSKI, Marcos. **Proteção de dados pessoais em perspectiva: LGPD e RGPD na ótica do direito comparado**, Curitiba, Gedai/UFPR, p. 441-504, 2020, p. 483.

VOLVO. **Volvo XC90**. Disponível em: <https://www.volvocars.com/br/cars/xc90-hybrid/features/> Acesso em: 03 abr. 2024.

WAYMO. **Our story**. Disponível em: <https://waymo.com/about/#story> Acesso em: 30 mar. 2024.

WAYMO. **Waymo One**. Disponível em: <https://waymo.com/> Acesso em: 04 abr. 2024.

WETMORE, Jameson. Driving the dream. The history and motivations behind 60 years of automated highway systems in America. **Automotive History Review**, v. 7, p. 4-19, 2003.

WHITE HOUSE. **House Resolution 4625 de 12 de dezembro de 2017**. FUTURE of Artificial Intelligence Act of 2017. Disponível em: <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/4625/text> Acesso em: 13 jan. 2024.

XAVIER, Luciana Pedroso; SPALER, Mayara Guibor. Patrimônio de afetação: uma possível solução para os danos causados por sistemas de inteligência artificial. In. FRAZÃO, Ana; MULHOLAND, Caitlin. (coord.). **Inteligência artificial e direito: ética, regulação e responsabilidade**. 2. Ed. rev. Atual. e ampl. São Paulo: Thompson Reuters, p. 561-583, 2020.

YU, Eileen. First commercial autonomous bus services hit Singapore roads. **Zd Net**, 25 jan. 2021. Disponível em: <https://www.zdnet.com/article/first-commercial-autonomous-bus-services-hit-singapore-roads/> Acesso em: 18 abr. 2024.

ZETZSCHE, Dirk A.; BUCKLEY, Ross P.; ARNER, Douglas W.; BARBERIS, Janos N. Regulating a Revolution: From Regulatory Sandboxes to Smart Regulation. **Fordham Journal of Corporate and Financial Law**, v. 23, n. 31, p. 31-103, 2017.