

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE DIREITO**

VITOR EDUARDO LACERDA DE ARAÚJO

**REFLEXOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIREITO PENAL: VEÍCULOS
AUTÔNOMOS E A RESPONSABILIDADE CRIMINAL**

BELO HORIZONTE

2021

VITOR EDUARDO LACERDA DE ARAÚJO

**REFLEXOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIREITO PENAL: VEÍCULOS
AUTÔNOMOS E A RESPONSABILIDADE CRIMINAL**

Versão final

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Direito.

Orientador: Prof. Dr. Renato César
Cardoso

Belo Horizonte

2021

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Meire Luciane Lorena Queiroz - CRB-6/2233.

A663r Araújo, Vitor Eduardo Lacerda de
Reflexos da inteligência artificial no direito penal [manuscrito]:
veículos autônomos e a responsabilidade criminal / Vitor Eduardo
Lacerda de Araújo. - 2021.
144 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas
Gerais, Faculdade de Direito.

Bibliografia: f. 118-144.

1. Direito penal - Teses. 2. Responsabilidade penal - Teses.
3. Inteligência artificial - Teses. 4. Veículos autônomos - Teses.
I. Cardoso, Renato César. II. Universidade Federal de Minas Gerais -
Faculdade de Direito. III. Título.

CDU: 343:007

DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DIREITO E JUSTIÇA
BEL. VITOR EDUARDO LACERDA DE ARAÚJO

Aos dezenove dias do mês de agosto de 2021, às 18h30, via plataforma virtual, reuniu-se, em sessão pública, a Banca Examinadora constituída de acordo com o art. 73 do Regulamento do Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade Federal de Minas Gerais, e das Normas Gerais de Pós-Graduação da Universidade Federal de Minas Gerais, integrada pelos seguintes professores: Prof. Dr. Renato César Cardoso (orientador do candidato/UFMG); Prof. Dr. Túlio Lima Vianna (UFMG) e Profa. Dra. Thaís de Bessa Gontijo de Oliveira (ENACOM), designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade Federal de Minas Gerais, para a defesa de Dissertação de Mestrado do **Bel. VITOR EDUARDO LACERDA DE ARAÚJO**, matrícula nº 2019659519, intitulada: "**REFLEXOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIREITO PENAL: VEÍCULOS AUTÔNOMOS E A RESPONSABILIDADE CRIMINAL**". Os trabalhos foram iniciados pelo orientador do candidato, Prof. Dr. Renato César Cardoso, que, após breve saudação, concedeu ao candidato o prazo máximo de 30 (trinta) minutos para fins de exposição sobre o trabalho apresentado. Em seguida, passou a palavra ao Prof. Dr. Túlio Lima Vianna, para o início da arguição, nos termos do Regulamento. A arguição foi iniciada, desta forma, pelo Prof. Dr. Túlio Lima Vianna, seguindo-se-lhe, pela ordem, os Professores Doutores: Thaís de Bessa Gontijo de Oliveira e Renato César Cardoso. Cada examinador arguiu o candidato pelo prazo máximo de 30 (trinta) minutos, assegurando ao mesmo, igual prazo para responder às objeções cabíveis. Cada examinador atribuiu conceito ao candidato, tendo se verificado o seguinte resultado:

Renato César Cardoso

Prof. Dr. Renato César Cardoso (orientador do candidato/UFMG)

Conceito: 95



Prof. Dr. Túlio Lima Vianna (UFMG)

Conceito: 95



Profa. Dra. Thaís de Bessa Gontijo de Oliveira (ENACOM)

Conceito: 95

A Banca Examinadora considerou o candidato Vitor Eduardo Lacerda de Araújo, com nota 95. Nada mais havendo a tratar, o Professor Doutor Renato César Cardoso, orientador do candidato, agradecendo a presença de todos, declarou encerrada a sessão. De tudo, para constar, eu, Fernanda Bueno de Oliveira, Servidora Pública Federal lotada no PPG Direito da UFMG, mandei lavrar a presente Ata, que vai assinada pela Banca Examinadora e com o visto do candidato.

BANCA EXAMINADORA:

Renato César Cardoso

Prof. Dr. Renato César Cardoso (orientador do candidato/UFMG)

Túlio Lima Vianna

Prof. Dr. Túlio Lima Vianna (UFMG)

Bessa

Profa.Dra.Tháís de Bessa Gontijo de Oliveira (ENACOM)

Vitor Eduardo Lacerda de Araújo

- CIENTE: VITOR EDUARDO LACERDA DE ARAÚJO (Mestrando)

À minha família, por serem incentivadores de sonhos.

AGRADECIMENTOS

Desde antes de ingressar na Faculdade de Direito da UFMG eu tinha o sonho de fazer mestrado. Ele era acompanhado pelo desejo de estudar nesta Faculdade e se constituía em um dos passos necessários para a concretização de um objetivo maior, qual seja, a vontade de retribuir para a comunidade um pouco do que o ensino público me proporcionou.

Redigir as Considerações Finais só não é melhor do que realizar esta última parte, a dos Agradecimentos. Sou eternamente grato à minha família, por me proporcionar o necessário para realizar meus objetivos e por me demonstrar amor de forma incondicional.

Também aproveito para agradecer à Paula, por me incentivar nas horas mais difíceis e estar comigo em todos os momentos, me ensinando que é possível ser feliz todos os dias.

Agradeço ao meu orientador, prof. Renato, por me apresentar campos de discussão que se tornaram a minha paixão e por me auxiliar nas minhas pesquisas. Também ao prof. Túlio, pela coragem em desbravar e incentivar o estudo de temas relacionados à tecnologia e ao Direito Penal.

Por último, à UFMG, por proporcionar conhecimento de forma pública e assim mudar os rumos de nossa história.

RESUMO

Os seres humanos se denominam *homo sapiens* por entenderem que sua inteligência é o diferencial para os outros seres vivos. Por milhares de anos, indivíduos têm tentado entender o funcionamento do cérebro humano, isto é, como um punhado de matéria orgânica, regido por leis da física e da química, pode perceber, compreender a natureza, desenvolver comunicação e linguagem complexa, prever eventos e manipular um mundo muito maior e mais complicado do que a sua própria essência. No campo da inteligência artificial, encontramos entidades cada vez mais capazes de mimetizar o comportamento do homem, com significativa evolução em diversas competências e habilidades cognitivas próprias humanas. Ou seja, com o súbito avanço da ciência da computação, o homem se aproxima da construção de máquinas dotadas de racionalidade e capazes de agir de forma completamente autônomas, compreendendo atributos como resolução de problemas, percepção, aprendizado, criatividade, ação e reação.

Por meio da análise de dados e da consequente automatização da construção de modelos analíticos, bem como da identificação de padrões, os sistemas computadorizados passam a ter condições de tomar decisões, tais quais incumbem-se o ser humano, com relativa impossibilidade de previsibilidade dos resultados advindos de tais condutas. Assim, considerando o aprendizado de máquina baseado em experiências humanas, surge o problema das consequências das escolhas da inteligência artificial, qual seja, tendo em vista que seres humanos estão constantemente sujeitos ao cometimento de delitos, há forte propensão de máquinas inteligentes cometerem crimes. Nesse sentido, pode-se citar que tecnologias recém introduzidas no cotidiano humano, como os *chatbots*, veículos aéreos não tripulados (VANTs) e carros autônomos, estão aptas e já ofendem bens jurídicos tutelados, como por exemplo, honra, propriedade e até mesmo vida.

Desse modo, o estudo se propõe a investigar questões relativas às relações de causalidade das escolhas e ações de redes neurais artificiais computadorizadas, em especial as que constituem os veículos autônomos, visando investigar as consequências da adoção de condutas antijurídicas que resultem em ilícitos penais por parte da inteligência artificial, à luz da teoria da responsabilidade criminal.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Veículos Autônomos. Responsabilidade Penal.

ABSTRACT

Human beings call themselves *homo sapiens* because they understand that their intelligence is the differential for other living beings. For thousands of years, individuals have tried to understand the functioning of the human brain, that is, how a handful of organic matter, governed by laws of physics and chemistry, can perceive, understand nature, develop complex communication and language, predict events and manipulate a world much bigger and more complicated than its very essence.

In the field of artificial intelligence, we find entities increasingly able to mimic the behavior of man, with significant evolution in diverse human competencies and cognitive abilities. In other words, with the sudden advance of computer science, man approaches the construction of machines endowed with rationality and capable of acting in a completely autonomous way, including attributes such as problem solving, perception, learning, creativity, action and reaction.

Through data analysis and the consequent automation of the analytical models construction, as well as the identification of patterns, computerized systems are able to make decisions, such as the human being, with relative impossibility of predictability of the results arising from such conduct. Thus, considering machine learning based on human experiences, the problem arises about the consequences of artificial intelligence choices, that is, considering that human beings are constantly subject to crimes, there is a strong propensity for intelligent machines to commit them. In this sense, it can be mentioned that technologies recently introduced in human daily life, such as chatbots, unmanned aerial vehicles (UAVs) and autonomous cars, are able and already offend protected legal assets, such as honor, property and even life.

Therefore, the study aims to investigate issues related to the causal relationships of the choices and actions of computerized artificial neural networks, especially those that constitute autonomous vehicles, aiming to investigate the consequences of the adoption of anti-legal conduct that result in criminal offenses caused by artificial intelligence, in the light of the theory of criminal responsibility.

Key-words: Artificial Intelligence. Autonomous Vehicles. Criminal Liability.

LISTA DE FIGURAS

Figura nº 1: tabela da Escala SAE.....	32
Figura nº 2: percepção sensorial em um veículo Tesla.....	33
Figura nº 3: veículos equipados com Lidar.....	34
Figura nº 4: receptores de dados em veículos autônomos.....	35
Figura nº 5: diagrama de ocorrência na condução de um veículo Waymo.....	38
Figura nº 6: sistemática do delito.....	66
Figura nº 7: gráfico de sinistros de trânsito no Brasil.....	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADAPTIVE	Automated Driving Applications and Technologies for Intelligent Vehicles
AVR	Automated Vehicle Research
BGH	<i>Bundesgerichtshof</i>
CDAE	Comitê de Direção Automatizada na Estrada
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CPU	Central Processing Unit
DPVAT	Danos Pessoais por Veículos Automotores Terrestres
GBH	Strafgesetzbuch – StGB
GOPS	Giga Billion Operations per Second
GPU	Graphics Processing Units
HFT	High Frequency Trading
IA	Inteligência Artificial
NEMF	Neural Eletromagnetic Fields
NNA	Neural Network Algorithm
ORAD	On-Road Automated Driving
SAE	Society of Automotive Engineering
VANT	Veículos Autônomos Não Tripulados

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	17
2.1.	Surgimento e desenvolvimento dos sistemas de inteligência artificial	20
2.2.	Capacidades da inteligência artificial	22
3	EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA APLICADA AOS VEÍCULOS AUTÔNOMOS ...	28
4	REFLEXOS DOS VEÍCULOS AUTÔNOMOS NO DIREITO PENAL	39
4.1.	Como os veículos autônomos estão afetando as relações sociais e o direito .	43
5	RESPONSABILIDADE CIVIL DE AGENTES INTELIGENTES	47
5.1.1.	Síntese dos problemas enfrentados	47
5.1.2.	Possíveis soluções em análise	50
6	A CONDUTA	54
6.1.1.	A capacidade de conduta de sujeitos ativos alternativos no Direito Penal ...	58
6.1.2.	A capacidade de conduta dos veículos autônomos	62
7	O FATO TÍPICO.....	66
7.1.	O dolo	69
7.2.	A culpa.....	73
7.2.1.	Previsibilidade.....	75
7.2.2.	Violação do dever de cuidado objetivo devido	77
8	O RISCO PERMITIDO.....	81
8.1.1.	Imputação objetiva	82
8.1.2.	Conceito de risco permitido	85
8.1.3.	A inserção dos veículos autônomos no tráfego de veículos deveria ser um risco permitido pelo Direito Penal?	87
9	A CULPABILIDADE OU A RESPONSABILIDADE PESSOAL	94
9.1.1.	Da (im)possibilidade de se considerar a existência de consciência e vontade em veículos autônomos	98
9.1.2.	O problema da culpabilidade.....	101
10	A PENA: POR QUÊ PUNIR?	104
10.1.	As teorias da pena	104
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
12	BIBLIOGRAFIA DO TRABALHO.....	118

1 INTRODUÇÃO

Os avanços das pesquisas da computação, sobretudo no campo da inteligência artificial, intencionam, cada vez mais, mimetizar habilidades humanas, por meio da criação de máquinas inteligentes. Esta esfera da ciência da computação, qual seja, a inteligência artificial, se propõe a estudar a automatização de técnicas, instrumentos e processos, a partir do entendimento de tarefas humanas (RUSSEL, NORVIG, 2010, p. 48). Diante disso, surge a possibilidade de se aprimorar significativamente a tecnologia em áreas como saúde, educação e mobilidade urbana, resultando, por conseguinte, na necessidade de se promover adaptações nos campos da filosofia da mente (KURTZWEIL, 2005, p. 304), da moral (KAPLAN, 2016, p. 105), da justiça e do direito (ALARIE, NIBLETT, YOON, 2017, p. 2) (SUSSKIND, 2013, p. 13).

Assim, a súbita evolução recente da ciência da computação permitiu a criação de sistemas computadorizados com uma série de atributos associados à inteligência humana, tais como os cognitivos, os sociais e os sentimentais (CALO, 2017, p. 404). No entanto, apesar do desenvolvimento vertiginoso da inteligência artificial, não se pode afirmar que os agentes autônomos dotados de inteligência artificial são previsíveis e até mesmo controláveis (RUSSEL, NORVIG, 2010, p. 35). A uma, por ser objetivo da sua própria criação que possuam autonomia e criatividade suficientes para resolução de problemas do cotidiano humano, de forma mais rápida, melhor ou automática, do que possivelmente realizado por pessoas naturais, a outra, pois se encontrarão por vezes frente a situações conflituosas ou dilemáticas que ameaçam direitos como vida, integridade física e patrimônio, conforme será devidamente tratado neste trabalho.

Com isso, a fim de refletir o surgimento de novas ferramentas sociais por meio da evolução científica, o Direito Penal se vê desafiado pela imprevisibilidade e brevidade do desenvolvimento tecnológico. Desse modo, de tempos em tempos, surge a necessidade de revisão das bases principiológicas e conceituais pelas quais se funda a justiça criminal, devendo os fundamentos que justificam o direito se adequar às modificações do modo como as pessoas interpretam as ações humanas e sobre quais agentes são capazes de realizá-las, sob a égide da atuação da inteligência artificial na sociedade.

Desse modo, os recentes avanços da engenharia computacional permitiram o desenvolvimento de máquinas dotadas de racionalidade (RUSSEL, NORVIG, 2010, p. 1069) e que agem de forma cada vez mais autônomas. Concomitante ao surgimento de uma das tecnologias mais importantes desta era, surge a necessidade de sua regulamentação. Nesse sentido, a preocupação emergente é a inevitabilidade de se optar por formas de regulação que reduzam os riscos para os bens jurídicos tutelados pelo ordenamento jurídico, sem que sejam tolhidos os benefícios gerados pela própria evolução tecnológica. Vale ressaltar que, recentemente, deparamo-nos com novos problemas jurídicos, tais quais a violação da privacidade pelo uso de drones, o cometimento de crimes de estelionato com a utilização de criptomoedas e a ocorrência de mortes por acidentes com veículos autônomos terrestres, cabendo-nos o tratamento deste último exemplo, tendo em vista a relevância do direito fundamental atingido, bem como a urgência da questão (HILGENDORF, 2020, p. 67).

Os transportes são considerados elementos estratégicos para o desenvolvimento da sociedade, sobretudo o rodoviário, que, somente no Brasil, corresponde a cerca de 70% dos meios de locomoção utilizados (CNT, 2021). Apesar de figurar no imaginário humano desde o século XX, já com a produção de desenhos animados como os *Jetsons*, ou filmes como em *O Vingador do Futuro*, em *Minority Report* ou em *Eu, Robô*, somente nos primeiros anos do século XXI foram observados os primeiros esforços para a produção de carros autônomos. Em 2008 a Google demonstrou interesse na criação de um veículo autônomo, visando a redução do número de acidentes, a promoção de maior tempo livre para os indivíduos, a melhoria na qualidade de vida e a redução na emissão de gases poluentes, o que posteriormente resultaria na criação da Waymo, empresa de desenvolvimento de tecnologia para veículos inteligentes da Alphabet Inc., sociedade do conglomerado Google (WAYMO, 2021).

Desde então, diversas outras empresas, tais como as gigantes automobilísticas Ford, General Motors, Volkswagen e Hyundai entraram na competição, sendo acompanhadas por novas sociedades neste ramo, como Uber, Tesla e centenas de outras envolvidas na cadeia de desenvolvimento e fornecimento de componentes para veículos autônomos. Hoje o investimento global neste mercado gira em torno de 100 bilhões de dólares, com este número crescendo na medida em que a concorrência se intensifica (BETZ, 2021).

Estima-se que em 2025, 10% de todos os automóveis em uso nos Estados Unidos e 5% a nível global serão autônomos (SCHWAB, 2016, p. 138). A inclusão de carros autônomos no tráfego viário possui o condão de catalisar mudanças positivas que vêm sendo buscadas há anos pelos poderes público de diferentes Estados, tais como a redução de congestionamentos e de acidentes de trânsito. Cita-se que os benefícios econômicos são também objetivados, principalmente pelos governos, exemplificado pela estimativa de acréscimo de 1% de melhora na economia, a cada 1% de inserção de carros inteligentes nos mercados regionais (CLIFFORD, KARPILOW, 2020, p. 14). A automação em veículos possibilita também a ocorrência de somente um óbito para cada 10 milhões de quilômetros rodados, enquanto, atualmente, este número é de um acidente fatal para cada 100 mil quilômetros percorridos (TALBOTT, 2020). Em que pese a potencial redução no número de acidentes, a sociedade espera uma resposta do ordenamento jurídico quanto à lesão de direitos promovida pela inteligência artificial.

Com isso, o presente estudo investigou a aplicação de institutos já existentes no Direito Penal, relacionados às ocorrências de lesão a bens jurídicos tutelados pela atuação da inteligência artificial embarcada em veículos autônomos. Verificou-se a possibilidade ou não de atribuição de responsabilidade penal própria da inteligência artificial, bem como da pessoa jurídica por trás da tecnologia, considerando o estado da arte da inovação.

Levantou-se também as hipóteses de responsabilização das pessoas naturais envolvidas no processo de inserção de veículos autônomos no mercado, tais como os fabricantes, programadores, operadores, proprietários e passageiros, devendo tais atores estarem conscientes dos riscos assumidos, quando da sua inclusão na cadeia de responsabilidade criminal por danos a direitos causados por condutas da inteligência artificial.

Consideradas as extensões das bases teóricas tratadas na pesquisa, desenvolveu-se o estudo sob um viés multidisciplinar. Indo além dos elementos especificamente pertencentes ao campo do Direito, tornou-se necessário uma abordagem da ciência da computação, sobretudo da área relativa à inteligência artificial, bem como de aspectos do funcionamento de veículos autônomos e seu estado da arte.

Foi utilizada metodologia de revisão bibliográfica narrativa, de caráter teórico-propositivo, tendo sido utilizadas diversas fontes de documentos diretos e indiretos,

com o intuito de se proceder a um exame abrangente da temática e de apresentar uma resposta ao tema-problema que motivou este trabalho. Para tanto, a coletânea para procedência da revisão sistemática foi coletada em base de dados de bibliografias brasileiras e estrangeiras, tais como Hein Online, Libgen, Semantic Scholar e Google Scholar, por meio de pesquisas de palavras-chave em inglês e português, tais como “*artificial intelligence*”, “*autonomous vehicles*” e “*law and technology*”. Foram excluídas da pesquisa obras técnicas a respeito da construção e funcionamento da inteligência artificial, também àquelas que tratavam de forma aprofundada acerca da engenharia mecânica e ou da computação em veículos autônomos, bem como trabalhos sobre direito e outras tecnologias, que não o Direito Penal ou relativas aos veículos autônomos.

Diante da pesquisa, identificou-se obras globais acerca da inteligência artificial, como os trabalhos de Stuart Russel, Peter Norvig, Ray Kurzweil, Jerry Kaplan e Ryan Calo, bem como trabalhos específicos acerca dos veículos autônomos, sobretudo em literatura alemã, estimulados pelo Prof. Dr. Dr. Eric Hilgendorf, na Universidade de Würzburg, Alemanha, cujos artigos, em conjunto com o de mais professores alemães, tais como Sabine Gless, Thomas Weigend e Armin Engländer, foram traduzidos pela professora brasileira Heloísa Estellita e compostos em livro utilizado na pesquisa. Além disso, foram adicionadas referências bibliográficas de livros do Direito Penal, no que tange à parte geral, para composição do estudo das bases da justiça criminal. Foi identificado que enquanto tanto a literatura, quanto o direito brasileiro ainda carecem de reflexão sobre a temática, o mesmo não ocorre com doutrinas e legislações norte-americanas e europeias, que se apresentam de forma mais completa, subsidiando pesquisas e contribuindo para o debate internacional.

Com isso, foi possível realizar apuração sobre a possibilidade das ações praticadas pela inteligência artificial - representadas na pesquisa pelos veículos autônomos com relevante grau de autonomia - serem consideradas condutas antijurídicas de natureza criminal e, em caso positivo, a que título se daria a imputação penal. Foi investigado, também, como as ações poderão ser desvaloradas pelo Direito Penal, considerando a pluralidade de atores envolvidos em sua criação, fabricação, manutenção, operação e controle. Ao final, foi possível a proposição de soluções para problemas que dizem respeito à possibilidade de se punir e quais atores são responsabilizáveis por atos delituosos causados por meio da inserção de veículos autônomos no tráfego viário.

Assim, na primeira parte do trabalho nos dedicamos à apresentação de conceitos básicos do campo da inteligência artificial, desde a sua evolução até a sua atual circunstância, sem que fosse necessária uma definição exata do conceito ou com necessidade de se adentrar no debate acerca do significado de inteligência e na ideia de singularidade, sendo o enfoque do trabalho os casos práticos resultantes do funcionamento de veículos inteligentes. Importam à pesquisa as características e capacidades dos sistemas autônomos, sendo estes necessários para avaliação posterior das semelhanças com ações humanas.

Em seguida, optou-se por estudar o caso concreto dos carros independentes, desde o embarque da inteligência artificial nos veículos, tornando-os verdadeiros *hardwares*, para os *softwares* de automação de condução. Procedeu-se ao exame das ferramentas aplicadas para tanto e da constituição de seu funcionamento, esclarecendo a classificação da Sociedade dos Engenheiros Automotivos para níveis de automação. Especificou-se ainda, sem intenção de seu exaurimento, as vantagens potenciais de sua adjeção ao transporte de mercadorias e pessoas.

Por sua vez, na terceira parte do trabalho, sintetizou-se os atuais problemas enfrentados pelo Direito Penal, no que diz respeito às recentes disruptões tecnológicas, tais como a robótica e a inserção da inteligência artificial cada vez maior no cotidiano social, ainda que não esteja claro na compreensão dos indivíduos as bases que fundam esta tecnologia. Foram ressaltados pontos de atenção que são cerne da inteligência artificial e que têm ocasionado dilemas para o ordenamento jurídico, tais como a imprevisibilidade e incontrolabilidade das máquinas inteligentes.

A seção seguinte foi dedicada a uma breve explicação dos desafios enfrentados pela responsabilização civil, que podem ser comparados aos vivenciados pela justiça criminal, no que diz respeito aos próprios fundamentos e objetivos da utilização da inteligência artificial, tais como o risco de desenvolvimento e a dificuldade de rastreio da tomada de decisão. O próximo ponto foi dedicado à apresentação da teoria do delito e aspectos relacionados à responsabilização penal, com enfoque na análise da conduta, tipicidade e culpabilidade. Priorizou-se a manutenção de uma ordem conforme exposição da teoria do delito, ao invés de se analisar por categorização de agente envolvido, privilegiando-se a lógica jurídica.

Por último, foram realizadas as considerações finais, que disseram respeito aos resultados alcançados por meio da pesquisa realizada, levando-se em conta que o sucesso da introdução de veículos autônomos no tráfego viário depende do

estabelecimento de bases legais e doutrinárias sólidas, bem como a definição de riscos assumidos pelos indivíduos relacionados e o estabelecimento de razoável segurança jurídica.

2 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Uma das tecnologias mais importantes desta era é definitivamente a inteligência artificial (IA). O desenvolvimento e evolução exponencial dos sistemas inteligentes alcançou um novo patamar tecnológico, uma vez que altera o funcionamento em diversos setores da sociedade, impacta sobremaneira diplomas legais e afeta áreas antes exclusivamente próprias à atividade humana.

As características excepcionalmente disruptivas presentes na inteligência artificial, como o aprendizado de máquina e o processamento de linguagem natural, ocasionarão significativas mudanças no cenário global, com surgimento de questões mais difundidas do que as alterações ocorridas por tecnologias anteriores. Assim, a inteligência artificial desafiará os padrões legais centrais que salvaguardam a sociedade, sendo um deles o próprio Direito Penal, como será visto em capítulos seguintes.

Por ora, convido-lhes a um breve entendimento sobre o surgimento da tecnologia.

O matemático britânico Alan Turing, já em 1950, introduziu a inteligência artificial como um conceito, por meio da elaboração de um teste, até então assim compreendido, capaz de determinar se uma máquina se demonstrava ou não inteligente. Nesse sentido, Turing entendia que mesmo não sabendo definir de forma precisa o que é inteligência, podemos assumir que o ser humano é racional e que se uma máquina fosse capaz de se comportar de modo indistinguível de uma pessoa natural, esse sistema estaria se demonstrando inteligente, de forma artificial (BARKER-PLUMMER, 2008).

Nesse sentido, a conclusão de Turing, tomada em 1950, pode ser resumida na ideia de que, caso um interrogador humano realize uma conversa por meio de um teclado e uma tela, sem qualquer contato visual ou auditivo, com duas partes desconhecidas, uma humana e a outra um robô¹, ambas na tentativa de convencerem

¹ Para os fins desta pesquisa, robôs serão considerados máquinas manuais ou autônomas capazes de realização de tarefas físicas, conforme entendimento do cientista da computação Jerry Kaplan (2016, p. 66). A questão é problematizada no livro *Robots*, de John Jordan (2016), que entende que um dispositivo é alçado a categoria de robô quando passa a ser capaz de desempenhar uma tarefa que antes era exclusivamente humana. Na medida em que as pessoas se acostumam com robôs realizando a tarefa, o dispositivo é “rebaixado” à categoria de máquina (p. 4).

o interrogador de que são humanos, sem que ao final o interrogador consiga distinguir qual deles é a máquina, esta poderá ser considerada inteligente (TURING, 1950, p. 433).

Por sua vez, John McCarthy, um cientista da computação norte americano, cunhou o termo “inteligência artificial” em 1956, em meio a uma conferência em Dartmouth (MCCARTHY, MINSKY, ROCHESTER, SHANNON, 1955). O campo de pesquisa, então, é fundado no campus da mencionada universidade e pesquisadores passam a se dedicar à resolução de problemas, que cada vez mais se tornam comerciais. Acrescenta-se que a cunhagem do termo é bastante combatida desde sua fundação, sendo justificada a manutenção pela sua utilização devido ao caráter comercial, conforme ressalta McDermott (1981, p. 5). Não será o enfoque deste estudo, mas apenas a título de explanação, doutrinadores clássicos da ciência da computação, tais como Stuart Russel e Peter Norvig (2010, p. 23-24), Jerry Kaplan (2016, p. 24), Ray Kurweil (2005, p. 32), Miguel Nicolelis e Ronald Cicurel (2015, p. 78) possuem dificuldade em precisar o que seria inteligência, na acepção humana da palavra e, portanto, de definir o que seria uma inteligência artificial e quais os seus potenciais, em se tratando de replicação das faculdades humanas.

De todo modo, para a realização do trabalho, utilizaremos o termo inteligência artificial como sendo *softwares* capazes de analisar dados e tomar decisões (UNIÃO EUROPEIA, 2018). Para o nosso estudo, tomaremos como exemplo a inteligência artificial embutida em dispositivos de *hardware*, sendo estes os veículos autônomos.

O funcionamento dos carros inteligentes requer a integração do reconhecimento de padrões com outros recursos, incluindo raciocínio lógico, planejamento de tarefas e memória extraída de uma base de dados. É necessário que o veículo reconheça padrões, para reagir a obstáculos e sinalizações de trânsito; que raciocine, para entender os regulamentos de um código normativo e também para resolver problemas na condução; bem como precisa realizar um planejamento, que garanta a transição entre o destino atual e o objetivo final. Contudo, Mike Loukides e Bem Lorica explicam que o carro inteligente:

[...] precisa fazer tudo isso repetidamente, atualizando suas soluções constantemente. No entanto, embora um carro autônomo incorpore quase toda a inteligência artificial, ele não tem a flexibilidade que esperaríamos de um sistema de inteligência geral. Você não esperaria

que um carro com direção autônoma tivesse uma conversa ou planejasse seu jardim. Transferir o aprendizado, ou pegar os resultados de uma área e aplicá-los em outra, é muito difícil. Você provavelmente poderia reprojeter muitos dos componentes de software, mas isso apenas aponta o que está faltando: nossas inteligências artificiais atuais fornecem soluções diretas para problemas específicos; elas não são solucionadoras de problemas gerais. Você pode adicionar inteligências artificiais diretas *ad infinitum* (um carro pode ter um *bot* que fala sobre aonde ir; que faz recomendações de restaurantes; que joga xadrez com você para que você não fique entediado), mas uma pilha de inteligências diretas nunca vai somar a uma inteligência geral. A inteligência geral não é sobre o número de habilidades, mas sobre a integração entre todas essas habilidades (tradução nossa)² (LOUKIDES, LORICA, 2016, p. 9).

Ainda hoje, cientistas e estudiosos encontram dificuldade em atingir um consenso quanto à definição do conceito da inteligência artificial, sendo estabelecido por alguns como um sistema computadorizado que demonstra comportamento inteligente e por outros como um sistema capaz de, racionalmente, resolver problemas complexos ou tomar ações necessárias para atingimento de objetivos em circunstâncias no mundo real (ALARIE, NIBLETT, YOON, 2017).

Conforme entendimento de Bellman, a inteligência artificial é a automação de atividades que costumamos associar ao pensamento humano, atividades de tomadas de decisão, resolução de problemas e aprendizado (1957, p. 196). Já Charniak e McDermott afirmam ser o estudo das faculdades mentais através do uso de modelos

² No original em inglês: "It needs to do all of these repeatedly, updating its solutions constantly. However, even though a self-driving car incorporates just about all of AI, it doesn't have the flexibility we'd expect from a general intelligence system. You wouldn't expect a selfdriving car to have a conversation or lay out your garden. Transfer learning, or taking results from one area and applying them to another, is very difficult. You could probably re-engineer many of the software components, but that only points out what's missing: our current AIs provide narrow solutions to specific problems; they aren't general problem solvers. You can add narrow AIs *ad infinitum* (a car could have a bot that talks about where to go; that makes restaurant recommendations; that plays chess with you so you don't get bored), but a pile of narrow intelligences will never add up to a general intelligence. General intelligence isn't about the number of abilities, but about integration between those abilities".

computacionais (1985, p. 248). Enquanto Winston acredita ser o estudo da computação capaz de possibilitar à máquina a percepção, razão e ação (1992, p. 27).

Assim, mais importante do que o próprio consenso acerca do conceito da inteligência artificial, a tecnologia pode ser definida com base em seu espaço de problema, ou seja, se atua como raciocínio artificial, representação do conhecimento, planejamento e navegação, processamento de linguagem natural ou percepção, por exemplo, ou conforme suas subáreas frequentemente operacionalizadas em conjunto, quais sejam, aprendizado de máquina, aprendizagem profunda, redes neurais artificiais, sistemas especialistas e robótica (RUSSEL, NORVIG, 2010, p. 21). Outro modo de categorização da inteligência artificial é segmentá-la com base no nível de inteligência aplicada, como a inteligência geral – uma forma imaginária de inteligência artificial exibe um nível de inteligência comparado ao da mente humana e inteligência artificial estrita, utilizada para a resolução de uma tarefa específica.

Os recentes avanços tecnológicos ocorridos na inteligência artificial trouxeram resultados drásticos de desenvolvimento da tecnologia, subsidiado pelo crescimento exponencial de dados disponibilizados e coletados na chamada era da informação, no aprimoramento de algoritmos e no acesso simplificado aos sistemas de informação. O súbito progresso da ciência da computação no século XXI elevou o nível de complexidade e funcionalidade da inteligência artificial, possibilitando a realização de atividades antes exclusivamente pertencentes aos seres humanos e ainda o desenvolvimento de certas formas autônomas e características cognitivas, como a capacidade de aprender empiricamente e a tomar decisões de forma independente.

Assim, é notório que a inteligência artificial está revolucionando a maneira como as pessoas vivem, trabalham, se deslocam, aprendem, descobrem e se comunicam, elevando a sociedade a um limiar onde cada vez mais robôs sofisticados, *bots*, andróides e outras formas de manifestação dos agentes autônomos estão prontos para o desencadeamento de uma nova revolução industrial.

2.1. Surgimento e desenvolvimento dos sistemas de inteligência artificial

De forma embrionária e ainda no campo teórico, o primeiro trabalho desenvolvido sobre a temática, foi realizado por Warren McCulloch e Walter Pitts em 1943, com o objetivo de construir um modelo de rede de neurônios artificiais, com capacidade de aprendizado, tendo como base três fundamentos: (i) o conhecimento

da fisiologia básica e da função dos neurônios do cérebro; (ii) a análise formal da lógica proposicional criada por Russel e Whitehead; (iii) e a teoria da computação de Turing (RUSSEL, NORVIG, 2010, p. 36). Já em 1949 Donald Hebb aprimorou o trabalho, para o fim de comprovar que com uma regra de atualização simples ampliava-se a conexão entre os neurônios, criando a regra chamada de aprendizado de Hebb (1949, p. 107).

Em 1950 foi construído o primeiro computador em rede neural pelos alunos Marvin Minsky e Dean Edmonds, da Escola de Harvard, que simulava uma rede de 40 neurônios (RUSSEL, NORVIG, 2010, p. 36), mas nenhum trabalho foi mais significativo para a introdução do desenvolvimento da inteligência artificial do que o de Alan Turing. Por meio de seu artigo “Computing Machinery and Intelligence”, foram apresentados o teste de Turing, aprendizagem de máquina, algoritmos genéticos e aprendizagem por reforço (COPELAND, 2006, p. 29).

No entanto, somente em 1956 as discussões acerca da inteligência artificial ganharam relevância, por meio da organização de um seminário em Dartmouth College, liderado por John McCarthy, cuja proposta dizia:

Propusemos que um estudo de dois meses e dez homens sobre inteligência artificial fosse realizado durante o verão de 1956 no Dartmouth College, em Hanover, New Hampshire. O estudo era para prosseguir com a conjectura básica de que cada aspecto da aprendizagem ou qualquer outra característica da inteligência pode, em princípio, ser descrita tão precisamente a ponto de ser construída uma máquina para simulá-la. Será realizada uma tentativa para descobrir como fazer com que as máquinas usem a linguagem, a partir de abstrações e conceitos, resolvam os tipos de problemas hoje reservados aos seres humanos e se aperfeiçoem. Achamos que poderá haver avanço significativo de um ou mais desses problemas se um grupo cuidadosamente selecionado de cientistas trabalhar em conjunto durante o verão (MCCARTHY, MINSKY, ROCHESTER, SHANNON, 1955).

Desse modo, nasce a inteligência artificial, com o objetivo de reproduzir faculdades humanas como criatividade, auto aperfeiçoamento e uso da linguagem, por meio da construção de máquinas que funcionariam de forma autônoma em ambientes complexos e mutáveis (RUSSEL, NORVIG, 2010, p. 38).

A inteligência artificial em seu estado da arte apresenta uma gama de aplicações que atuam em soluções variadas, como veículos robóticos, reconhecimento de voz, planejamento autônomo e escalonamento, planejamento

logístico e robótica, ferramentas de busca, drones automáticos, robôs cirurgiões e diversas outras tecnologias, que se tornaram possíveis em razão do desenvolvimento de capacidades para as máquinas, tais como a criatividade, adaptação, independência, operação autônoma, racionalidade, evolução, capacidade de aprendizado, coleta de informações e comunicação com dados constantes em fontes externas (HALLEVY, 2010, p. 171). Em nosso trabalho, o enfoque será dado à inteligência artificial embarcada nos veículos autônomos, tendo sido operacionalizada por meio de desenvolvimento de sistemas de software e hardware complexos, cujas capacidades somadas tornou possível a construção da tecnologia tão benéfica à sociedade, como será estudado a seguir.

2.2. Capacidades da inteligência artificial

Antes de iniciarmos nosso estudo quanto aos reflexos do Direito Penal pela inserção da inteligência artificial de veículos autônomos no tráfego viário, auxiliará na compreensão o entendimento breve do funcionamento da tecnologia. Com isso será possível a realização de análises comparativas entre os elementos já existentes na justiça criminal, originalmente construído considerando-se tão somente as capacidades humanas.

Mas, afinal, o que há de tão útil para a sociedade em sistemas de inteligência artificial? Conforme tratado anteriormente, uma inteligência artificial pode ser definida com base em suas características, similares às performances humanas que requerem o uso da racionalidade, exemplificados pela percepção, tomada de decisões, criatividade, aprendizado, evolução e comunicação (HUTTER, 2005, p. 125). De uma outra maneira, Hallevy caracteriza as principais características dos agentes autônomos em:

capacidade comunicativa, conhecimento de si mesma, conhecimento acerca do mundo, comportamento determinado por objetivos e capacidade de explorar vias alternativas de solução quando as vias anteriormente ensaiadas falharem (2010, p. 175).

Para o propósito do nosso estudo, ou seja, estabelecer a relação entre a inteligência artificial e o sistema de proteção aos bens jurídicos tutelados pelo Direito Penal, estudaremos as mais importantes características da inteligência artificial

responsáveis por possibilitar às fabricantes o desenvolvimento de veículos inteligentes, completamente independentes do controle humano, que constituem a era dos 3A desses sistemas tecnológicos, cada vez mais avançados, automatizados e autônomos (RAVID, LIU, 2017, p. 11).

A primeira das capacidades da inteligência artificial a ser ressaltada é a possibilidade de criação de soluções. Os sistemas computadorizados inteligentes possuem a habilidade de criar soluções e também de aprimorar substancialmente as já existentes, para os problemas que lhes são propostos, tendo sido a primeira das características de maior dedicação de pesquisadores, desde meados do século XX. Esta tecnologia também é capaz de proceder com cópias e reprodução de outros produtos, processos e dados disponíveis, com o intuito de construir novos inventos ou modelos de utilidade.

Desse modo, recentemente a inteligência artificial passou a ser capaz de inovar na realização de desenhos (ROACH, 2018), criação de designs, produção de novas músicas (GRANT, 2017), livros, vídeos, produtos eletrônicos e até mesmo medicamentos (LOHR, LOVELLS, 2016). No contexto dos veículos autônomos, importa-nos a habilidade de criatividade, pois esta permite que os sistemas inteligentes, já inseridos no trânsito, criem soluções para problemas enfrentados diariamente pelos seres humanos em sua cotidiana atividade de locomoção, sendo necessários, por vezes, se adaptar a possíveis situações de conflito, que eventualmente ocasionarão prejuízos para a sociedade.

Uma outra característica e talvez uma das mais importantes para este estudo, será a imprevisibilidade das máquinas inteligentes. A inteligência artificial é baseada em algoritmos hábeis a se alterar, traçando rotas imprevisíveis, a fim de se otimizar e buscar a melhor solução possível para o objetivo pelo qual fora criada, sendo este um dos maiores intentos desse campo da tecnologia da informação, conforme ressalta Ryan Calo (2015, p. 513).

Esses sistemas inteligentes são movidos por objetivos específicos, por meio do processamento de dados e tomada de decisões visando a geração de produtos, informações e processos, os quais a equipe de desenvolvedores, operadores e outras partes envolvidas não conseguem prever o resultado ou monitorar a estrutura de sua origem. A título de exemplo, é possível que um software de inteligência artificial desenvolva um medicamento antibacteriano completamente novo, estruturalmente completamente diferentes de todos os existentes, somente por meio do

processamento de um amplo volume de dados de microrganismos, segmentação de informações em nano componentes, procedimento de análise com alto nível de precisão e definição de similaridades e padrões que não seriam possíveis de serem estabelecidos por um ser humano (HUNTER, 1993, P. 12).

A imprevisão da inteligência artificial possui relação direta com a análise acerca da responsabilização penal, uma vez que importa ao direito verificar exatamente se a ação praticada pelos sistemas inteligentes era o previsto pelos seus desenvolvedores ou se foi conduta autônoma, bem como, em caso de ocorrência de danos, se estes eram previsíveis e evitáveis. A partir dessas conclusões, torna-se possível averiguar a existência de conduta, tipicidade e culpabilidade de fornecedores, ademais de ser discutível a possibilidade de se atribuir as ações de forma exclusiva aos desígnios da máquina.

Assim, considerando os veículos autônomos de nível 4 e 5, ou seja, aqueles em que não há qualquer necessidade de controle humano para a condução, conforme serão explicados posteriormente, percebe-se que há relevante independência da interferência humana para alcance dos resultados esperados do sistema. Nestes dispositivos, os desenvolvedores transferem o controle quase integral ou integral do veículo para o *software*, pelo o que os chamados *outputs* da máquina poderão não ser mais direta ou ainda indiretamente ligados ao processo de fabricação (MATTHIAS, 2004, p. 175). Este fato influenciará de sobremaneira nos tratamentos dados pelo Direito Penal aos casos que serão analisados.

Uma habilidade relevante da inteligência artificial, também largamente tratada na pesquisa, é a sua independência e operação autônoma. Os níveis de automação dos sistemas de inteligência artificial variam conforme a especificidade de sua aplicação, sendo dispositivos cada vez mais independentes e, por consequência, autônomos. Diante da desnecessidade de controle humano, por meio da inteligência artificial são realizadas tarefas de alta complexidade por conta própria, sem a necessidade de supervisão e ou qualquer intervenção humana (WEBER, SUCHMANN, 2016, p. 75).

Deve-se ressaltar que, mesmo sistemas autônomos têm seu grau de avanço de acordo com a necessidade de intervenção do ser humano, podendo ocorrer em uma ou mais fases, como em períodos de observação, orientação, treinamento, decisão e atuação, ou serem integralmente independentes (MARRA, MCNEIL, 2013). O grau de ingerência será resolutivo para determinação da responsabilização das

peças naturais envolvidas ou até mesmo para análise de sua própria responsabilidade.

A inteligência computacional é o estudo do design de agentes inteligentes, por meio de uma combinação entre matemática e engenharia, capaz de agir com o objetivo de alcançar o melhor resultado ou, quando há incerteza, o melhor resultado esperado (RUSSEL, NORVIG, 2010, p. 24). Assim, pode-se dizer que os sistemas de inteligência artificial imitam as funções cognitivas humanas, como o aprendizado e a capacidade de resolução de problemas, a fim de se agir conforme o padrão do comportamento humano, de forma aperfeiçoada.

O aprimoramento da tecnologia se dá, sobretudo, por meio da coleta de dados, que possibilita uma evolução e alteração dos sistemas da inteligência artificial, contribuindo, também, para a imprevisibilidade do seu funcionamento (KIM, LEE, KUPPUSWAMY, 2007, P. 848). Desse modo, aliada as outras características, a inteligência artificial é hábil em produzir resultados completamente diferentes da codificação inicial desenvolvida em sua origem pelos programadores e operadores do sistema, gerando produtos e processos diferentes dos já conhecidos pelas informações constantes em suas bases de dados, por exemplo, medicamentos e sistemas completamente novos e não elementares cópias de invenções já conhecidas.

Sua capacidade de aprimorar a própria racionalidade, bem como as habilidades adaptativas e evolutivas se devem a outras características, como o aprendizado de máquina e aprendizagem profunda, coleta e processamento massivo de dados e comunicação com dados externos. Para que a inteligência artificial tenha resultados mais precisos e apurados, é fundamental que ela seja capaz de coletar dados além dos que lhe são fornecidos quando do seu desenvolvimento, bem como buscar junto a fontes exteriores respostas para problemas e questionamentos que possam surgir. Assim, a inteligência artificial se encontra em constante aprimoramento e obstinação pela consecução de seus objetivos, sendo estes os casos de sistemas já conhecidos, como o Watson da IBM, a Cortana da Microsoft, a Siri da Apple, ou o Tradutor do Google, bem como de drones autônomos e do nosso foco, os veículos autônomos (ABBOT, 2016, p. 1084).

Balkin defende que quanto mais a tecnologia da robótica e da inteligência artificial combinadas forem capazes de se autodesenvolverem, alterando por si mesmas seu código-fonte, aprimorando suas ações, com base em estudo

aprofundado de sua base de dados, tão mais complexo será atribuir responsabilidades pelas condutas praticadas (2017, p. 1217). Assim, inteligências artificiais complexas são dotadas de aprendizado de máquina ou ainda de aprendizagem profunda, ou seja, são capazes de promoverem seu próprio melhoramento com base em experiências e ações autônomas. Em vista disso, torna-se de difícil apuração a identificação de falhas e suas respectivas origens, ou seja, o reconhecimento da fase responsável pela eventual tomada de decisão, podendo seus atributos estarem presentes no sistema desde a criação de seu código-fonte, quando da programação original pela equipe de desenvolvimento ou terem sido criados durante o funcionamento da ferramenta de aprendizagem da inteligência artificial (CERKA, GRIGIENE, SIRBIKYTÉ, 2015, p. 376).

A título ilustrativo de como o aprendizado de máquina pode resultar na ocorrência de danos, em 2002 na Inglaterra, comunidades de desenvolvedores e pesquisadores de universidades promoveram o evento *Living Robots*, no qual um dos experimentos era uma simulação de sobrevivência de robôs, no qual um grupo caçava e o outro tentava sobreviver. Um dos robôs participantes do experimento, agindo de forma autônoma e fora da supervisão humana, foi capaz de criar a solução para seu problema de forma mais assertiva, qual seja, escapou do confinamento e acabou por ser atropelado no estacionamento, gerando, nesse caso, danos à propriedade e à integridade física (WAINWRIGTH, 2002).

Cita-se ainda o ocorrido em 2010, no famigerado *flash crash* do índice Dow Jones, que também pode ser atribuído ao design do código de sistemas operadores, chamados de *high frequency trading* (HFT). Em apenas cinco minutos, o valor das operações sofreu queda de 9%, significando a perda de mais de um trilhão de dólares em quantias alocadas em fundos de pensão, aposentadorias e economias, gerando uma verdadeira crise no mercado de investimentos dos Estados Unidos. Apenas seis meses após este evento a United States Exchange and Securities Commission identificou que o que vinha sendo considerada uma falha de sistema, na realidade era a máquina atingindo seu objetivo. Uma vez que a inteligência artificial tenha se deparado com poucos compradores no mercado para um título específico, tentou proteger perdas maiores realizando a venda dos ativos a qualquer preço, o que ocasionou a crise na bolsa (KAPLAN, 2015, p. 61).

O conjunto das ferramentas da inteligência artificial descritas possibilita praticar tarefas que antes eram exclusivas dos seres humanos, potencialmente com maior

precisão e acurácia. No entanto, tendo em vista as características mencionadas, tais como a independência, a imprevisibilidade, a falta de controle e sua capacidade de evolução exponencial, cumpre-nos analisar quais desses elementos compõem os veículos autônomos e como a inteligência artificial embarcada nesse tipo de *hardware* pode influenciar revisões das bases doutrinárias e legais, sobretudo, para este trabalho, os que dizem respeito à justiça penal. Desse modo, considerando-se a vertiginosa sofisticação dos sistemas computadorizados de inteligência, é provável que em um intervalo de poucos anos, grande parte da frota global de veículos seja autônoma, cabendo à academia produzir debates tão inovadores e propositivos quanto a própria tecnologia que vem sendo comercializada e cada vez mais apurada.

As próximas sessões serão dedicadas à explicação do funcionamento dos veículos autônomos, bem como à investigação das implicações dessa tecnologia para o sistema penal, especificamente no que tange à responsabilização dos agentes envolvidos.

3 EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA APLICADA AOS VEÍCULOS AUTÔNOMOS

A Sociedade de Engenheiros Automotivos (SAE) desenvolveu uma escala, globalmente aceita, que classifica os veículos autônomos como variando dos níveis 0 a 5 (SAE, 2016). Assim, enquanto um automóvel no nível 0 contém nenhuma autonomia, no nível 5 se encontram veículos capazes de realizar uma viagem completa sem intervenção humana, dispensando itens como volante e pedais, por exemplo.

Níveis de automação em veículos já se encontram presentes em nossas vidas desde os anos 90, com funcionalidades tais como sistemas anticollisão, limpadores e estacionamento automáticos. Como exemplo, a Mercedes Benz em 2018 lançou o S-Class, um automóvel equipado com sistema de detecção de pedestres com frenagem automática, alinhamento autônomo com linhas de uma rodovia e controle automático de velocidade, capaz de se ajustar às condições futuras da viagem (RODRIGUEZ, 2016). Além disso, o veículo conta com um sistema de comunicação com os de mesma marca e modelo, para compartilhamento de informações como condições da estrada e localização de bloqueios e acidentes.

Neste mesmo sentido, a fabricante Ford projeta vendas de 100.000 veículos em 2021 com o sistema *hands-free*. Com a ferramenta, o automóvel pode ser conduzido sem que o motorista mantenha as mãos no volante, enquanto monitorado por uma câmera, para garantir que sua atenção está na via (ESTIGARRIBIA, 2020). No entanto, o funcionamento da tecnologia, também denominada *Active Drive Assist*, está disponível somente em algumas rodovias dos Estados Unidos, classificando-o como nível 2 de automação, conforme escala SAE.

Apesar de alguns veículos já contarem com sistemas de automação, isso não significa que todos os desafios da engenharia foram solucionados para se alcançar operações de nível 5. De todo modo, não é necessário que seja o último nível de automação em veículos para que haja vantagens para o seu condutor e até para a sociedade, como a redução de acidentes automobilísticos, por exemplo. Assim como os benefícios estão presentes nos diferentes níveis, também se mantém a potencialidade de infrações penais, como será tratado mais adiante. Antes, cumpre-nos entender melhor a tecnologia dos veículos autônomos.

Criada em 2014, a escala SAE foi revisada em 2016, 2018 e, mais recentemente em 2021, (SAE, 2014, 2016, 2018, 2021), para que se adaptasse ao

desenvolvimento da indústria automotiva. O documento visa descrever os sistemas de automação de veículos autônomos, bem como classificá-los em relação a tarefa de direção dinâmica de forma sustentada.

Denominado Taxonomia e Definições de Termos Relacionados a Sistemas de Automação de Condução para Veículos Motorizados na Estrada³, o Comitê de Direção Automatizada na Estrada – CDAE⁴, composto principalmente por membros da Sociedade de Engenheiros Automotivos e pela Sociedade Automotiva da Indústria Automotiva alemã, emitiu o relatório de informações pela primeira vez em 2014, com o intuito de categorizar veículos que variam entre nenhuma automação e automação total.

O relatório original, intitulado J3016_201401 (SAE, 2016), contém informações detalhadas tão somente para os três níveis mais altos de automação que constam na autonomia, quais sejam: a automação condicional, a alta e a completa, considerando o contexto de veículos motorizados e seu funcionamento em vias públicas. Os últimos três níveis de automação, mais desenvolvidos, são referentes à capacidade dos veículos autônomos realizarem a direção dinâmica inteiramente por um sistema automatizado, por determinado procedimento ou período de tempo.

É importante esclarecer que as definições SAE são utilizadas tanto para descrever de forma genérica os veículos autônomos, mas também para sistemas específicos que os compõem e para a sua própria operação. No que diz respeito ao local de funcionamento, incluem-se as vias públicas, regulares, com veículos autônomos ou não, motociclistas, ciclistas, pedestres e todos os obstáculos normais enfrentados por motoristas em um curso tradicional motorizado.

Não é interessante ao SAE J3016_201401 a descrição de veículos com níveis de automação simples, como assistida ou parcial, ou, ainda, sem automação. Também não são aprofundadas as pesquisas em torno de sistemas que automatizam parcial ou temporariamente a operação do veículo, como funcionalidades de freio automático para evicção de acidentes e sistemas ligar e desligar automático, por exemplo. Todos estes casos acima tratados eram utilizados pelo Comitê apenas para

³ No original em inglês: "Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles".

⁴ No original em inglês: "On-Road Automated Driving - ORAD".

referenciar o ponto principal do estudo, qual seja, os níveis mais complexos de automação de direção em veículos terrestres.

Em 2016, o Comitê se reuniu novamente para revisão dos trabalhos e complemento dos estudos, levando em consideração a importância dada pela comunidade acadêmica e científica sobre a taxonomia e descrição proposta. Na prática recomendada revisada, foram esclarecidos e racionalizados os diferenciadores taxonômicos para os níveis mais básicos de automação de direção. Ou seja, por meio dela pode-se entender o que os níveis 0 a 2 fazem e o que não se aplica a eles. Além disso, no J3016_201609, também foram acrescentados mais exemplos e revisões de conceitos, sempre com o objetivo descritivo informativo, ao invés do normativo.

Acompanhando o desenvolvimento da tecnologia e conseqüentemente da indústria, em junho de 2018 o J3016 foi atualizado, sobretudo para correção de erros e adição de esclarecimentos. Nesta prática, foram inclusas mais avaliações práticas, conforme se verá adiante.

Outrossim, foi levado em consideração o projeto de pesquisa Adaptive, realizado na Europa, criado por meio de um consórcio de 28 parceiros, de 8 países diferentes, sob liderança do Grupo Volkswagen, contando ainda com fabricantes como BMW, FCA, Peugeot, Renault, Volvo e Ford (ADAPTIVE, 2014). O objetivo do projeto é fomentar uma interação ideal entre motoristas e sistemas automatizados, por meio do uso de sensores avançados, tecnologias criadas de forma cooperativa e estratégias integradas. Assim, o Adaptive aborda aspectos tecnológicos e ergonômicos, mas também questões legais, ligadas à responsabilidade civil e regulação pública, de forma geral. Considerando seu enfoque no direito civil, para o nosso trabalho somente as conclusões tecnológicas serão aplicáveis (ADAPTIVE, 2014).

Além deste, foi incluído ainda na revisão de 2016, os trabalhos do Projeto de Pesquisa de Veículos Automatizados (AVR)⁵ (CAMP, 2016), conduzido pela CAMP LLC nos Estados Unidos, cuja sigla significa “métricas de evicção de acidentes”. Desenvolvido em parceria entre a fabricante Ford e a General Motors em 1995, o CAMP conduziu o projeto de pesquisa AVR em 2015, visando:

⁵ No original em inglês: “Automated Vehicle Research (AVR)”.

desenvolver descrições funcionais detalhadas para níveis de automação de direção na estrada e identificar métodos de teste objetivos potenciais que poderiam ser usados como uma estrutura para avaliar recursos de automação de direção emergentes e futuros (tradução nossa) (idem)⁶.

Realinhando os objetivos do trabalho, sobretudo no que diz respeito à necessidade de padronização dos níveis de automação da direção e os termos de suporte, constou na revisão da Prática Recomendada J3016 de 2018, os seguintes pontos principais (SAE, 2018):

1. Esclarecer a função do motorista (humano), se houver, durante o envolvimento do sistema de automação da direção.
2. Responder a questões de escopo quando se trata de desenvolver leis, políticas, regulamentos e padrões.
3. Fornecer uma estrutura útil para conduzir especificações de automação e requisitos técnicos.
4. Fornece clareza e estabilidade nas comunicações sobre o tema da automação da direção, bem como uma abreviatura útil que economiza tempo e esforço consideráveis (tradução nossa)⁷.

Além disso, a mencionada atualização reforçou os princípios norteadores da pesquisa, a saber:

1. Ser descritiva e informativa, ao invés de normativa.
2. Fornecer definições funcionais.
3. Ser consistente com a prática atual da indústria.
4. Ser consistente com a técnica anterior, na medida do possível.
5. Ser útil em várias disciplinas, incluindo engenharia, direito, marketing e relações públicas.
6. Ser clara e convincente e, como tal, evitar utilizar termos ambíguos e buscar definir eventuais termos ambíguos que existam.

⁶ No original em inglês: “develop detailed functional descriptions for on-road driving automation levels and identify potential objective test methods that could be used as a framework for evaluating emerging and future driving automation features”.

⁷ No original em inglês: “Be descriptive and informative rather than normative. Provide functional definitions.

Be consistent with current industry practice. Be consistent with prior art to the extent practicable. Be useful across disciplines, including engineering, law, media, public discourse. Be clear and cogent and, as such, it should avoid or define ambiguous terms”.

Mais recentemente, já em 2021, o documento fora revisto pelo CDAE, em conjunto com a equipe responsável pela implementação do ISO TC204/WG14 (ISO, 2021), grupo de trabalho responsável pela padronização de parâmetros e aspectos da infraestrutura de sistemas de transportes inteligentes, contando com o auxílio dos diferentes organismos internacionais que trabalham com o mesmo interesse de normatização. A intenção da revisão foi trazer para a discussão o conhecimento e a experiência de diversos especialistas globais, cujas pesquisas estão focadas em tecnologia de automação de direção e segurança.

Ao final, a conclusão do Comitê foi pela atualização da tabela, cuja versão mais recente assim se apresenta:

Figura nº 1: tabela da Escala SAE

		 SAE J3016™ NÍVEIS DE DIREÇÃO AUTOMATIZADA™ Leia mais aqui: sae.org/standards/content/j3016_202104					
		SAE NÍVEL 0	SAE NÍVEL 1	SAE NÍVEL 2	SAE NÍVEL 3	SAE NÍVEL 4	SAE NÍVEL 5
O que um humano no banco do motorista tem que fazer?		Você está dirigindo, mesmo que esses recursos de suporte ao motorista estejam ativados, ou seja, ainda que seus pés estejam fora dos pedais e você não esteja dirigindo			Você não está dirigindo quando esses recursos de direção automatizada estão ativados - mesmo se estiver sentado no "assento do motorista"		
		Você deve supervisionar constantemente esses recursos de suporte; você deve dirigir, frear ou acelerar conforme necessário para manter a segurança			Quando esse recurso requer, você deve dirigir	Esses recursos de direção automatizada não vão requerer que você tome a direção	
O que essas funcionalidades fazem?		Esses são recursos de suporte ao motorista			Esses são recursos de direção automatizada		
		Esses recursos são limitados para disponibilizar alertas e assistência momentânea	Esses recursos disponibilizam suporte de direção OU freio / aceleração ao motorista	Esses recursos disponibilizam suporte de direção E freio / aceleração ao motorista	Esses recursos podem conduzir o veículo sob condições limitadas e somente funcionará caso todas as condições forem satisfeitas		Esse recurso pode conduzir o veículo sob quaisquer condições
Exemplos de funcionalidades		Frenagem automática de emergência; alerta de ponto cego; e aviso de saída de pista	Centralização de faixa OU controle de velocidade	Centralização de faixa E controle de velocidade	Motorista de tráfego em baixíssima velocidade	Táxi sem motorista local; pedais e volante podem ou não estarem instalados	Igual ao nível 4, porém o recurso pode conduzir a qualquer lugar em quaisquer condições

Fonte: SAE, 2021⁸.

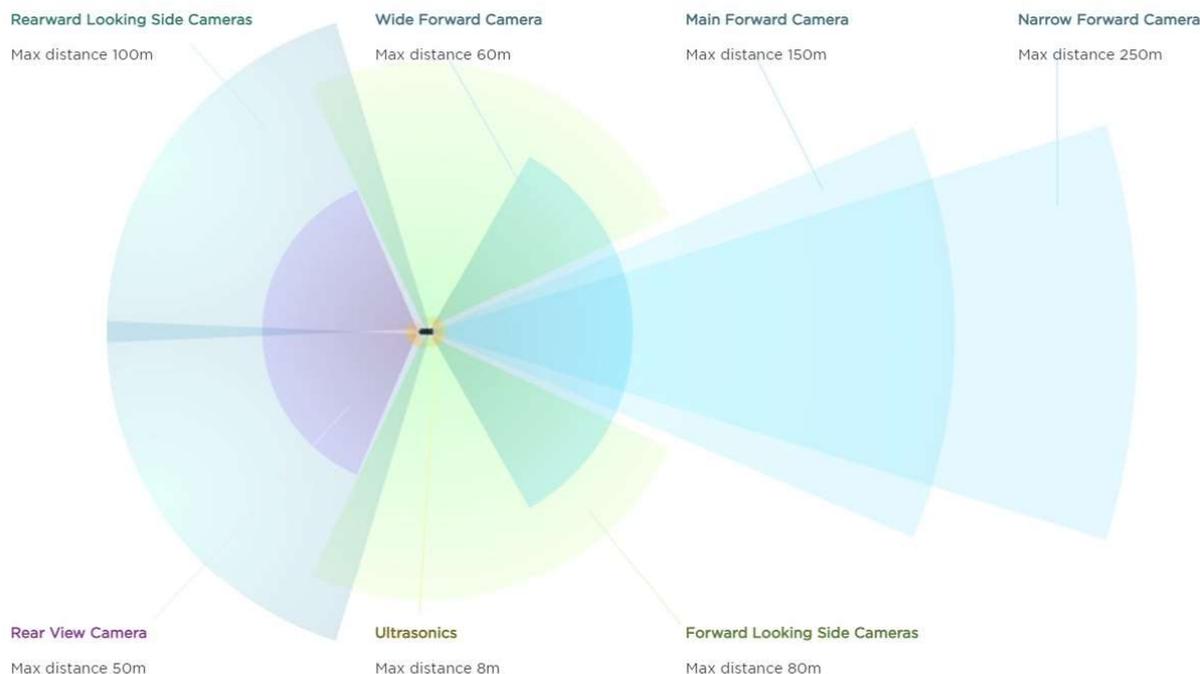
Para a operação dos recursos de direção automatizada é necessário que os veículos autônomos sejam dotados de uma quantidade significativa de tecnologia. Enquanto o *hardware* desses veículos permanecem razoavelmente consistentes, o *software* que os torna inteligentes estão regularmente sendo atualizados e aprimorados para prover a melhor e mais eficiência entrega de *outputs* possíveis.

A primeira das tecnologias necessárias ao funcionamento dos carros autônomos são objetos utilizados no cotidiano humano: câmeras. No entendimento do diretor presidente da Tesla, Elon Musk, câmeras são a única tecnologia de sensor necessárias aos veículos autônomos (TEMPLETON, 2019). Dispensando as demais ferramentas que serão logo mais tratadas, um Tesla é composto por oito câmeras, que captam as imagens, as interpretam e por meio de algoritmos conseguem ter uma visão do espaço a seu redor. Apesar de ser capaz de trazer todas as informações sensoriais necessárias à locomoção do veículo, encontram-se em desenvolvimento novas maneiras para os sistemas processarem os dados visuais e os traduzirem em dados 3D acionáveis.

Com isso, a Tesla adotou uma arquitetura de funcionamento sem o uso do Lidar, com o uso de uma rede neural profunda de processamento de dados visuais, sonares e radares, que juntos são capazes de *fornecer uma visão do mundo que um motorista sozinho não pode acesso, vendo em todas as direções simultaneamente, e em comprimentos de onda que vão muito além dos sentidos humanos* (ETHERINGTON, 2017). Segue abaixo imagem explicativa de *hardware* de percepção sensorial do piloto automático da Tesla:

Figura nº 2: percepção sensorial em um veículo Tesla

⁸ No original em inglês, disponível em: < https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/ >.



Fonte: Tesla, 2021⁹.

Outro equipamento utilizado para percepção sensorial é o radar, um dos principais e primeiros meios utilizados para funcionamento dos carros autônomos. O radar possui baixa resolução, mas permite a captação de informações em condições climáticas adversas, por ser baseado em ondas de rádio, ou seja, propaga-se em situações de chuva e neve, por exemplo (MATTERN, 2017).

Já o Lidar é um sensor de detecção e alcance de luz, que reflete pulsos de laser ultrarrápidos em objetos ao redor e mede o tempo de reflexão para criar um modelo 3D de alta resolução no ambiente imediatamente. É o equipamento com maior resolução para tradução de informações sensoriais em dados, capaz de criar mapas 3D altamente detalhados da região de circulação. Composto por um *hardware* que vai na parte superior externa do veículo, possui limitações em climas de baixa visibilidade, pois é baseado na quantidade de luz capaz de ser absorvida pelo instrumento (ONDRUS, KOLLA, VERTAL, SARIC, 2019, p. 230).

Figura nº 3: veículos equipados com Lidar

⁹ Disponível em: < <https://www.tesla.com/autopilot> >.



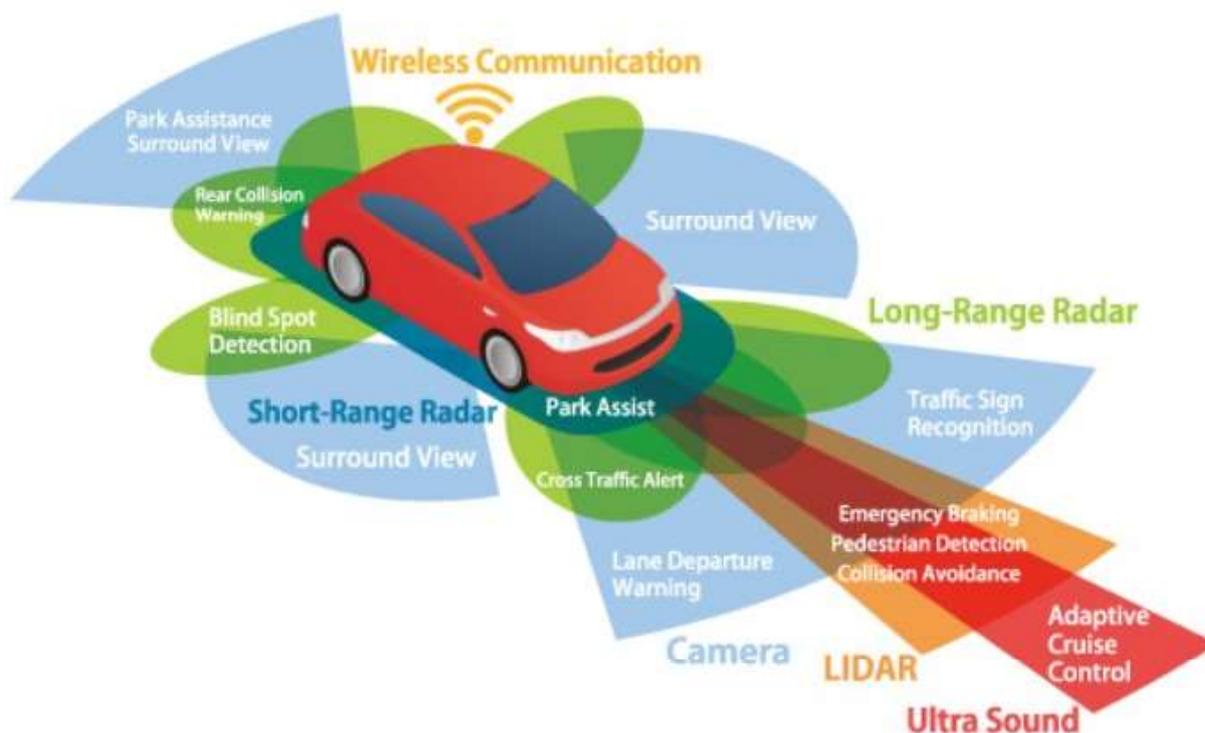
Fonte: The Economist, 2016¹⁰.

Além destes, os carros autônomos também se valem de GPS tradicional para circulação, bem como sensores ultrassônicos e inerciais para obtenção de imagens detalhadas da área circundante. Sabe-se que, tendo em vista o aprendizado de máquina e da capacidade de processamento exponencial de dados, quanto mais informações coletadas melhor.

Para melhor compreensão, a imagem abaixo demonstra como são integrados os receptores de dados dos veículos autônomos, vejamos como se complementam na imagem abaixo:

Figura nº 4: receptores de dados em veículos autônomos

¹⁰ Disponível em: < <https://www.economist.com/science-and-technology/2016/12/24/a-breakthrough-in-miniaturising-lidars-for-autonomous-driving> >.



Fonte: Landmark Dividend, 2020¹¹.

Além do conjunto de ferramentas para capacidade sensorial dos veículos autônomos, é mandatório um computador de bordo de processamento avançado para permitir o tratamento da expressiva quantidade de dados. Desse modo, é necessário que os sistemas sejam dotados de unidades de processamento gráfico, chamados de GPUs na linguagem informática. Ademais, mesmo com a adoção dos GPUs, o processamento se revelou insuficiente, pelo que os fabricantes passaram a contar com chips aceleradores de rede neural, chamados NNA (HOLLISTER, 2019). Estes possuem capacidade de processamento extremo em tempo real, lidando com tratamento e interpretação de imagens em tempo real, com poder computacional de 2.100 GOPS, sendo estes a quantidade de operações em gigas por segundo que o computador é capaz de processar. A título de comparação, o CPU processa 1,5 GOPS, enquanto um GPU possui a capacidade de processamento de 17 GOPS.

Em resumo, o veículo autônomo utiliza seus equipamentos para realização de processamento sensorial e tomada de decisão com base no algoritmo, por meio de

¹¹ Disponível em: < <https://www.landmarkdividend.com/self-driving-car/> >.

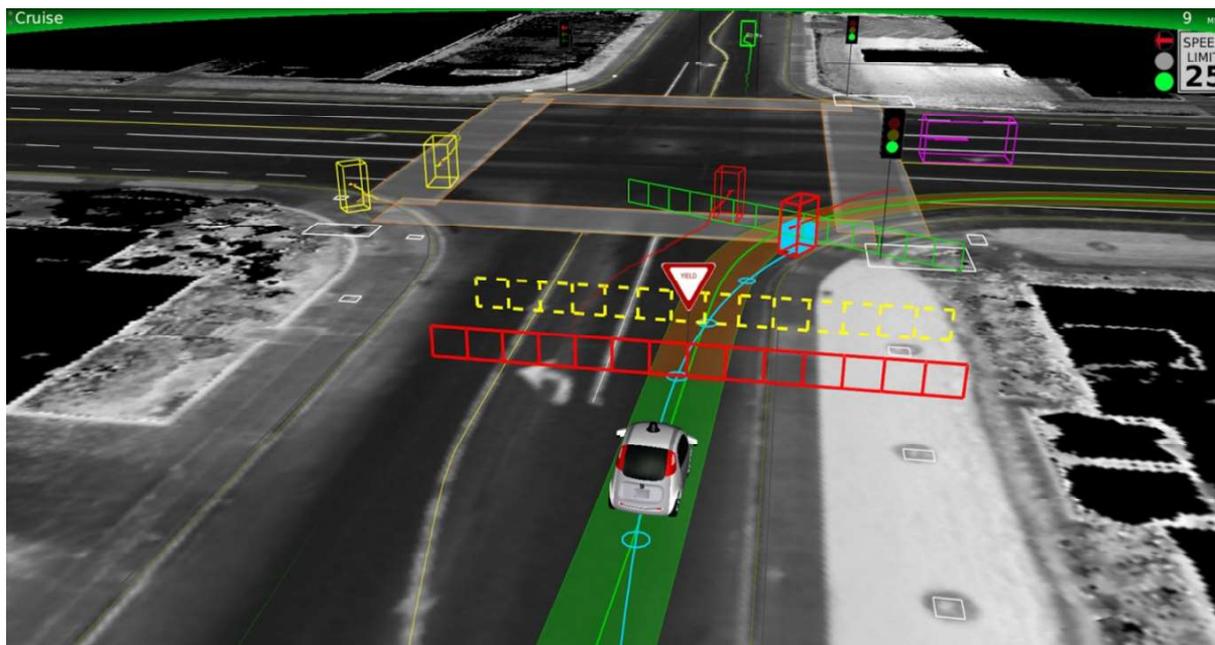
tradução ontológica e triangulação metodológica, que pode ser assim comparada com a tarefa de condução desempenhada por seres humanos (MATTERN, 2017):

Assim, o carro “vê” e “ouve” o mundo como um código-espaco tridimensional organizado, com signos e linhas direcionando sua operação; e, simultaneamente, como um conjunto de objetos reflexivos - pedestres, bicicletas, outros carros, canteiros, crianças brincando, pedras caídas e árvores - que podem interromper a ordem daquele código-espaco, e com o qual cada carro deve negociar sua relação espacial. Dirigir é muitas vezes desafiador para os humanos porque devemos trocar de código, como o carro, entre diferentes formas de ler e compreender o mundo, ao mesmo tempo que distribuimos nossa visão entre diferentes larguras e profundidades de campo e linhas de visão (para não mencionar os painéis e mensagens de texto e passageiros indisciplinados). Os ouvidos humanos também são multitarefas (tradução nossa)¹².

Mesmo diante de toda tecnologia e de vultuosas horas de treinamento em ambientes virtuais ou controlados é esperado que veículos autônomos cometam erros durante a sua operação, sendo a intenção de seus fornecedores a mitigação máxima de danos possíveis, visando disponibilizar softwares e equipamentos cada vez mais seguros. Para tanto, as empresas fabricantes de carros autônomos catalogam erros cometidos por seus veículos nas vias públicas e recriam as situações mais complicadas em testes estruturados, ambientes controlados e direção virtual. O exemplo abaixo demonstra o diagrama de uma situação enfrentada pelo veículo da Waymo, em que o carro parou para ceder passagem a um ciclista que se aproximava na contramão do trânsito:

¹² No original em inglês: “So the car “sees” and “hears” the world as an organized three-dimensional code-space, with signs and lines directing its operation; and, simultaneously, as an assembly of reflective objects — pedestrians, bicycles, other cars, medians, children playing, fallen rocks and trees — that may interrupt the order of that code-space, and with which each car must negotiate its spatial relationship. Driving is often challenging for humans because we must code-switch, as the car does, between different ways of reading and understanding the world, while also distributing our vision among different widths and depths of field and lines of sight (not to mention dashboards and text messages and unruly passengers). Human ears are multitasking, too.”

Figura nº 5: diagrama de ocorrência na condução de um veículo Waymo



Fonte: Waymo, 2017¹³.

Conforme defenderemos mais à frente no presente trabalho, sempre será necessário que os fabricantes continuem o monitoramento e aperfeiçoamento da tecnologia, devendo a sociedade estar apta a aceitar os riscos advindos da adoção dos veículos autônomos no tráfego viário, para poder gozar das vantagens disponibilizadas pela inovação. Toda a tecnologia utilizada aqui descrita não só alimenta o aperfeiçoamento de veículos autônomos, mas também significa um desenvolvimento do mercado relacionado à automação de objetos e internet das coisas, tais como a cartografia, robótica, engenharia e demais áreas técnicas relacionadas. Somente a título de exemplificação dos benefícios advindos dos agentes autônomos como veículos, é previsto que até 2050 os números em torno do mercado de carros inteligentes girarão em torno de 7 trilhões de dólares, sendo mais de 250 milhões de horas de deslocamento anual, além de poder atribuir à tecnologia o salvamento de quase 60.000 vidas por ano (LANCTOT, 2017).

Diante disso, nas próximas sessões investigaremos os elementos do Direito Penal que estão sendo impactados pelo advento do crescimento do uso de veículos autônomos e quais as respostas possíveis para os desafios enfrentados para responsabilização penal.

¹³ Disponível em: < <https://medium.com/waymo/scenes-from-the-street-7a20c21ae930> >.

4 REFLEXOS DOS VEÍCULOS AUTÔNOMOS NO DIREITO PENAL

Em um primeiro momento, ao se deparar com o tema dessa pesquisa poder-se-ia pensar que se tratava de uma questão hipotética, mais relacionada à futurologia, com casos trazidos de filmes de ficção científica. No entanto, não só estamos diante de cada vez mais casos relacionados ao nosso problema em estudo, quanto já se faz parte do interesse dos cidadãos as respostas do Direito Penal para ele, como pode ser verificado por meio de simples pesquisas realizadas com termos chave como “crimes da inteligência artificial”, “drones e espionagem”, “robôs militares”, “acidentes causados por robôs na área da saúde” ou “homicídios causados por veículos autônomos”, que já geram inúmeros resultados na internet.

Nesse sentido, encontramos-nos diante de uma hodierna discussão acerca da responsabilidade em crimes causados pela inteligência artificial, realizada em diversas legislações mais avançadas, tais quais a de países europeus e nos Estados Unidos da América (EWING, 2021). No entanto, no que tange ao Brasil em meio a esse contexto, há relativo atraso em termos de realização de fóruns, pesquisas científicas, produção de material acadêmico, envolvimento do poder público e da própria comunidade jurídica (VALENTE, 2020).

Sabe-se que os recentes avanços tecnológicos ocorridos na inteligência artificial trouxeram resultados drásticos de desenvolvimento da tecnologia, subsidiado pelo crescimento exponencial de dados disponibilizados e coletados na chamada era da informação, no aprimoramento de algoritmos e no acesso simplificado aos sistemas de informação. O súbito progresso da ciência da computação no século XXI elevou o nível de complexidade e funcionalidade da inteligência artificial, possibilitando a realização de atividades antes exclusivamente pertencentes aos seres humanos e ainda o desenvolvimento de certas formas autônomas e características cognitivas, como a capacidade de aprender empiricamente e de tomar decisões de forma independente.

Nesse sentido, é evidente que este campo da ciência da computação tem alterado a forma como os indivíduos realizam suas tarefas, aprimorando aspectos como a educação, saúde, comunicação e mobilidade urbana. Cada vez mais a inteligência artificial é inserida em tarefas cotidianas da sociedade, seja por meio do uso de *softwares* presentes em programas de computador e em *smartphones* ou de

dispositivos inteligentes, com capacidade de realizar por si só tarefas que antes eram comuns somente às pessoas naturais, tais quais os veículos autônomos (CHAKRABORTY, 2021).

Apesar de veículos com grau de automação superiores aos níveis dois ou três serem esperados para introdução no mercado automobilístico, para o consumidor final, a partir de 2025 (AGÊNCIA BRASIL, 2020), grandes concessionárias já estavam se preparando inserção de robotáxis em cidades chinesas, como Shanghai e Shenzhen desde o ano de 2020 (HAWKINS, 2020). Em fase mais avançada, porém ainda em testes, duas empresas de software, em parceria, anunciaram já terem realizado mais de cem mil viagens pagas em táxis autônomos na cidade de Las Vegas (ISTOÉ, 2020).

É nesse cenário, em que a sociedade e o mercado já admitiram a tecnologia, ainda sem uma normatização específica, que se faz necessária a análise da relação entre os veículos autônomos e o Direito Penal. Em que pese o relevante impacto social que poderá ser causado pela larga introdução desses sistemas inteligentes no tráfego viário, como o aumento da segurança no trânsito, casos recentes e cada vez mais comuns corroboram a necessidade de a ordem jurídica reavaliar e buscar a coibição da utilização negligente da tecnologia.

Um agente inteligente por vezes se encontra em eventos nunca ocorridos, falhas de programação ou em circunstâncias dilemáticas, ainda que seu funcionamento seja lastreado em uma colossal quantidade de dados, sempre com o intuito de traçar uma precisa análise, interpretação e previsão de situações, a fim de poder reagir de forma autônoma a determinadas situações. Conforme Gless e Weigend explicam (2014, p. 39):

Mesmo um agente inteligente altamente desenvolvido é, porém, apenas tão inteligente quanto sua programação. As regras de comportamento que lhe são oferecidas com base em consideráveis simulações não podem nunca lhe preparar para todos os casos pensáveis de mudança da vida real. Some-se a isso o fato de que os agentes inteligentes não podem, sem mais, como podem os humanos, transpor para novas situações, seja por analogia ou por intuição, as regras com as quais foram originariamente programados.

Exemplificando-se por meio de casos práticos, em meados de 2016, no Estado da Flórida, Estados Unidos, um motorista morreu ao colidir com um caminhão, por excesso de confiança do usuário no sistema de piloto automático de um veículo Tesla (CANO, 2018). No caso citado, mesmo não sendo um veículo autônomo de nível

avançado e que tenha havido concorrência para culpa por parte do motorista do caminhão abalroado, foi atestado pela National Transportation Safety Board (NTSB) a responsabilidade também da Tesla pela projeção de um sistema com atribuição excessiva de independência do sistema de automação no modo de piloto automático (NTSB, 2019).

Mais recentemente, no início do ano de 2018, um atropelamento causado por veículo autônomo em Tempe no Arizona, resultou no primeiro acidente fatal com condenação de sujeitos envolvidos. Foram condenados na esfera civil tanto a empresa responsável pela criação da tecnologia, por não avaliar corretamente os riscos de segurança e por “complacência de automação”, ou seja, não possuir um sistema para garantir que os motoristas não se tornassem excessivamente confiantes na tecnologia autônoma, quanto a motorista de segurança, pela sua conduta negligente, e ainda o próprio Estado do Arizona, por conter políticas insuficientes para a regulamentação de carros autônomos em suas vias públicas (FREITAS, 2019).

Desse modo, a sociedade encontra-se diante de uma conjuntura incongruente, uma vez que a própria justificativa para a adoção da tecnologia de automação de veículos é o aumento da segurança no trânsito, com a estimada redução de acidentes, há que se tratar a necessidade de garantir a sua prevenção, ou, diante da impossibilidade, como será a condução do Direito Penal em caso de lesão a bens jurídicos tutelados, tais como vida, integridade física e propriedade privada. Entretanto, o sistema penal brasileiro e também o estrangeiro, não encontra instrumentos de responsabilização penal típicos para as novas situações que a disruptiva tecnologia vem causando.

Assim, diante do surgimento de novas formas de agressão a direitos tradicionalmente tutelados pelo Direito Penal, da possibilidade do surgimento de novos bens jurídicos e até mesmo da remota, acredita-se, potencialidade de responsabilização criminal de um novo tipo de autor, qual seja, a inteligência artificial, o Direito Penal precisará se readequar a fim de poder ser devidamente aplicado às novas situações jurídicas. Em seções seguintes serão investigadas as razões para os veículos autônomos não poderem ser tratados como sujeitos de direito e, conseqüentemente, também não se poder considerar a punibilidade de agentes inteligentes, passando por discussões tais quais a capacidade de conduta, tipicidade e culpabilidade de máquinas.

No entanto, deve-se ressaltar que os humanos por trás dos agentes inteligentes, de diferentes modos, contribuem para a causação de danos aos bens jurídicos pela ingerência da inteligência artificial, aqui mais importantes os direitos à vida e à integridade física:

A ideia de que agentes inteligentes podem causar danos massivos sem que existam possibilidades de sanções penais adequadas contra isso causa desconforto; e esse desconforto aumenta quanto mais agentes inteligentes surgem com a aparência de atores autônomos em nossas vidas. Enquanto não pudermos atribuir uma responsabilidade penal própria a agentes inteligentes, coloca-se com mais premência a questão acerca de sob quais pressupostos poderemos e deveremos tornar responsáveis as pessoas por trás dos agentes inteligentes pelos erros por estes cometidos (GLESS, WEIGEND, 2019, p. 54).

Assim, os questionamentos que serão tratados mais adiante cuidarão de responder sobre a indefinição existente quanto à responsabilidade pelos resultados naturalísticos, tais como morte e lesão corporal de indivíduos, que foram causados por acidente de trânsito envolvendo defeitos ou falhas de veículos autônomos terrestres não tripulados. Verificar-se-á se estes deverão recair sobre alguma pessoa digital, jurídica ou natural, respectivamente, o próprio *hardware* e *software*, a fabricante do automóvel ou o desenvolvedor da tecnologia.

A introdução de veículos autônomos no cotidiano da sociedade resulta em diversos efeitos benéficos, porém perfaz uma lídima revolução na ordem jurídica, especialmente no Direito Penal, no que tange às questões que não podem ser determinadamente suscitadas com os atuais recursos da dogmática tradicional. Lado outro, nos próximos capítulos serão estudados motivos pelos quais a aparente vontade de atores do direito em estabelecerem responsabilidade criminal às máquinas inteligentes deve ser freada, devendo permanecer tão somente como um mero modelo de pensamento pelos próximos anos. Nesse mesmo sentido, parece fazer sentido a responsabilização criminal dos demais atores envolvidos, desde que sejam pessoas naturais, mas o Direito Penal pode não ser a melhor resposta para a proteção dos direitos fundamentais no problema da inserção de veículos autônomos no tráfego viário, conforme se verá a seguir.

4.1. Como os veículos autônomos estão afetando as relações sociais e o direito

Em 2020, após ser acusada pelos seus próprios usuários de racismo, por priorizar fotos de pessoas brancas, em detrimento às de pessoas pretas, na funcionalidade de edição de fotos automática, Dantley Davis, chefe de design da empresa Twitter afirmou “*a culpa é do algoritmo*” (ESTADÃO, 2020). Conforme discutido neste trabalho, as associações realizadas pelo sistema não foram criadas a partir de decisões diretas de seres humanos, mas sim às capacidades de autonomia e racionalidade atribuídas ao algoritmo de corte de imagens do Twitter, hábil a tomar decisões de forma independente. Assim, pode-se dizer que a programação prévia do agente inteligente, considerando o banco de dados utilizado e o aprendizado de máquina, apresentava falhas, consideradas racistas pelos usuários (LISBOA, 2021), não necessariamente previsíveis ou evitáveis, de algum modo.

Tais agentes inteligentes operam de acordo com a arquitetura de software no qual estão pré-estabelecidos, em conformidade com a decisão de múltiplos indivíduos humanos, aliados ao desenvolvimento do software. Contudo, no final do dia, a própria tecnologia processa as informações, considerando comportamentos pretéritos de usuários da ferramenta, atuando de forma completamente autônoma.

Indo além do exemplo mencionado, a inteligência artificial em suas diferentes formas é utilizada sempre que há necessidade de um rápido processamento de informações para a entrega de um resultado ou tomada de decisão, bem como onde é necessário o uso de força física de robôs, que vão além das capacidades humanas ou de sua eficiência. Apesar de constar em diversas áreas de nossas vidas hoje, podendo aqui mencionar buscadores de internet, tais como google-bot e google-autocomplete; agentes autônomos na bolsa de valores, tomando decisões como comprar e vender ações em milésimos de segundos; bisturis inteligentes na área da medicina, contribuindo para a precisão em cirurgias, com redução de erros médicos; cuidamos de tratar o caso dos veículos autônomos e o interesse da indústria em disponibilizá-lo ao público de forma ampla e acessível.

Os requisitos para que um computador seja considerado inteligente são tão controversos na área da tecnologia da informação, quanto a própria definição do conceito de inteligência (BASEL, 2019, p. 38). Para nossa pesquisa, é fundamental

compreendermos como segmentar os agentes autônomos de acordo com o estado da tecnologia, facilitando a compreensão sob o ponto de vista jurídico.

Nesse sentido, existem (i) os sistemas simples de processamento de dados, tais como as calculadoras, em que o seu funcionamento está totalmente determinado, tanto na forma de captação de dados, quanto na entrega do resultado final, podendo-se dizer que os algoritmos estão hierarquicamente definidos; (ii) os sistemas abertos, tais como o Roomba, um robô aspirador, que conta com aparelhos sensoriais, capazes de alterar seu possível percurso, mas que trabalham com regras imutáveis, segundo lógica prévia estabelecida pelo próprio programador; e, os mais importantes para nosso estudo, (iii) os sistemas inteligentes, que funcionam com base em coleta massiva de dados, possuem padrões de interpretação, todavia reagem de forma autônoma aos dados processados.

Se encaixando no último modelo citado, os veículos autônomos são capazes de reagir diretamente às informações recolhidas por si mesmos, interpretá-las e arquivá-las para uso em uma futura situação que preencha requisitos semelhantes. Mais figurativamente, estes veículos, para atravessarem cruzamentos, precisam avaliar todas as informações ao seu redor, tais como normas de trânsito, veículos no entorno, suas respectivas velocidades, presença de pedestres, para acessar a base de dados, buscar situação semelhante ocorrida anteriormente e tomar decisão acerca da próxima ação.

Ainda que tenhamos escolhido o nome “inteligente” para denominar os robôs em análise, sabe-se que mesmo os sistemas altamente desenvolvidos serão limitados, ou seja, tão capazes quanto a sua prévia programação lhes determinou. Em que pese a possibilidade da inteligência artificial se valer do aprendizado de máquina, processamento exponencial de dados e tomada de decisões, ainda não é adaptável e versátil como um ser humano, demonstrando dificuldades em transpor para novas situações. É dizer, que apesar de ser uma tecnologia complexa, as máquinas inteligentes possuem dificuldade em exceder os limites nos quais foram programados, não sendo capazes de conectar duas características fundamentais do subjetivo humano, quais sejam, a intuição e a analogia (GLESS, WEIGEND, 2019, p. 39).

A própria arquitetura de um sistema inteligente foi desenhada para que ele interprete padrões e encontre o caminho mais eficiente para determinado objetivo, podendo, no máximo, ajustar seu comportamento com base em novas informações adquiridas.

Comparativamente, um *software* recomendador, também chamado de *recommender system*, muito comum em varejistas online, é construído para que apresente a determinado usuário ofertas, utilizando seus *inputs*, em analogia aos constantes em sua base de dados. De modo automático, o sistema é capaz de analisar as preferências e rejeições do indivíduo, com base em um complexo estatístico, para que ao final possa lhe recomendar ofertas que lhe façam sentido, de acordo com seu perfil de compras. Já a agentes inteligentes, como os veículos autônomos, é atribuído funcionamento mais complexo, tendo em vista a necessidade de se adaptar constantemente frente a situações atuais, captadas por meio de seus sensores. Ademais, a inteligência artificial embarcada em veículos autônomos não é só uma ferramenta, que auxilia em uma tarefa humana, mas sim um agente que realiza por si só a atividade de forma completa, com base em decisões e ações próprias.

Como verificamos antes neste trabalho, as probabilidades de se prever exatamente como se comportará um agente inteligente de tamanha complexidade como os veículos autônomos são baixas. Ou seja, é difícil para os desenvolvedores saberem, com segurança, quais as condutas serão tomadas pelo agente, considerando as suas diversas conexões de dados, em conjunto com as situações fáticas. Além disso, outros problemas surgem, como a incapacidade de se identificar a origem de uma tomada de decisão ou ainda a impossibilidade de se reconhecer que o veículo autônomo não reconhece indicações de trânsito sob determinadas condições de luminosidade ou meteorológicas, antes da ocorrência de uma série de acidentes (BASEL, KOLN, 2019, p. 40).

Tratando ainda dos problemas advindos do próprio objetivo do homem ao criar os carros autônomos, uma característica essencial de seu funcionamento é a imprevisibilidade. Isto porque a intenção do ser humano ao fabricá-lo é a de que este busque sempre cumprir a tarefa que lhe foi dada, seja se adaptando às novas situações que surgirem ou aprimorando a base de dados existente, mesmo que para isso tenham que inovar e buscar o modo mais eficiente para executá-la. Ou seja, não só diante de novas situações, mas também em relação às já existentes, há dificuldade para o ser humano prever e gerir a máquina, ou seja, para além da imprevisibilidade, há a conseqüente falta de controle. Ressalta-se ainda que, mesmo sendo dotados de habilidades que quando unidas resultam em boa direção, como memória, cognição, analogia e intuição em situações novas, também os seres humanos cometem erros

na tomada de decisão, que resultam em acidentes, não sendo este uma característica exclusiva de veículos autônomos (NICOLELIS, CICUREL, 2015, p. 76).

Como a introdução deste capítulo apresentou, as bases sobre as quais se fundam a própria inteligência artificial são dotadas de imprevisibilidade e falta de controle. Espera-se que os agentes autônomos sejam capazes de se adaptar, propor melhorias no seu próprio funcionamento e no modo como a sociedade lida com suas decisões diárias. É o caso dos veículos autônomos, que, conforme já dito, têm trazido muitas melhorias e avanços na indústria e na vida de seus usuários, ao mesmo tempo em que constantemente surgem notícias de acidentes com vítimas e discussões sobre a sua existência. Assim como a tecnologia, as questões jurídicas sobre a inteligência artificial precisam avançar, levantando novas e complexas questões, não apenas em torno da responsabilidade civil, mas também eventualmente a responsabilidade criminal.

Embora desenvolva na esfera civil, a matéria criminal pouco tem discutido acerca do objeto, sendo este o ponto principal do trabalho. Deve-se questionar se há possibilidade de cometimento de crimes por veículos autônomos e quem são os agentes capazes de suportar a mencionada responsabilidade penal, tendo como possibilidades o usuário da máquina, o desenvolvedor, a pessoa jurídica fabricante ou até mesmo o próprio carro inteligente. Tem-se como ponto a ser esclarecido também a potencialidade de uma resposta negativa para o primeiro questionamento, adotando-se o entendimento da impossibilidade de se valer do Direito Penal em condutas danosas cometidas por meio de veículos autônomos. Resultando na adoção da teoria do risco permitido nestes casos, tendo em vista que a sociedade e a indústria desejam as vantagens da tecnologia e, portanto, suportam as consequências negativas da sua imprevisibilidade e falta de controle.

Nos próximos capítulos, iremos explorar os desafios enfrentados pelo ordenamento jurídico pela inserção de veículos autônomos na sociedade, por meio da avaliação dos conceitos do Direito Penal necessários às proposições de soluções para os problemas acima formulados, com enfoque na análise da responsabilidade criminal no uso de agente autônomos. Ademais, investigaremos quais elementos são relevantes na análise da aplicação penal, no que diz respeito à conduta, tipicidade e culpabilidade, bem como estudaremos se as funções da pena seriam observadas em eventual responsabilização.

5 RESPONSABILIDADE CIVIL DE AGENTES INTELIGENTES

Apesar de nosso enfoque ser o modo como o Direito Penal vem sendo afetado pelo uso dos veículos autônomos, traçaremos um paralelo entre este e a responsabilização civil, com a finalidade de identificar eventuais soluções alternativas para os problemas confrontados pela justiça criminal.

Sabe-se que a inteligência artificial constante em veículos autônomos tem o condão de trazer significativos avanços no tráfego viário, principalmente no que tange à eficácia no transporte de pessoas e sobretudo nos aspectos relacionados à segurança. Contudo, não só o Direito Penal, mas também na esfera civil novos desafios surgem para o ordenamento jurídico, devendo-se reinterpretar as regras existentes ou criar novas normas, caso o seja necessário, para enfrentar os casos litigiosos que estão ocorrendo cada vez mais, à medida em que os agentes autônomos estão sendo introduzidos no mercado global.

5.1.1. Síntese dos problemas enfrentados

No que tange à responsabilidade civil, ocorrido um dano, é necessário que se identifique o sujeito, apure sua culpa e comprove o nexo causal para que seja imputada a obrigação de reparar. Assim, há necessidade de se identificar um agente para responsabilização, ainda que o dano tenha sido causado por uma coisa, um ente desprovido de personalidade, sendo este um caso mais simples no direito civil, pois pela figura do dano indireto torna-se comum pessoas naturais ou jurídicas assumirem responsabilidades causadas por outrem ou por coisas (MULHOLLAND, 2019, p. 332).

De modo semelhante ao necessário no Direito Penal, para eventual atribuição de responsabilidade no direito civil é mandatório que aja determinada autonomia na ação do sujeito responsável. Isto é, o causador do dano deverá ser capaz de reconhecer o caráter ilícito de sua conduta, identificar e prever os potenciais danos causados (2019, p. 332). Desse modo, é complexo para a doutrina civil lidar com a autonomia e a imprevisibilidade dos veículos autônomos, uma vez que estes são capazes de desempenhar ações não diretamente programadas por seres humanos, sendo questionável a manutenção do nexo causal entre a vontade do agente humano

envolvido, incluindo-se programadores, cientistas de dados, operadores e consumidores, e o resultado danoso causado (TEPEDINO, SILVA, 2019, p. 67).

Visando-se evitar uma ausência de imputação de responsabilidade, sob argumento da imprevisibilidade, considerando-se a então chamada de lacuna de responsabilidade, relatório editado pela Unesco em 2017 tratou da chamada responsabilidade compartilhada. Isto porque, entre o código-fonte elaborado em fase de criação e as ações tomadas pelo veículo autônomo, há um vasto caminho de aprendizado de máquina pelo qual passa o algoritmo, em que a culpa passa a ser difícil de ser apurada e, portanto, potencialmente atribuída a vários agentes que participaram do processo de desenvolvimento e fornecimento. No entanto, ao se atribuir a responsabilidade a múltiplos agentes, esta acaba se tornando pulverizada, diluindo a noção de responsabilidade, conforme levantado pelo relatório (UNESCO, 2017, p. 42).

Logo, já se identificam dois problemas no caso de responsabilização civil de veículos autônomos, a uma, é necessário identificar o sujeito responsável pelo dano, podendo este ter sido causado por múltiplos agentes envolvidos no processo de fabricação e fornecimento; a outra, diz respeito a qual fundamento da legislação civil justificará a imputação de responsabilidade, considerando o problema do nexo causal.

Em outro giro, por ter seu funcionamento em um mercado extremamente regulado, o de veículos, o processo de engenharia de fabricação de carros inteligentes é complexo, buscando resultados de extrema qualidade, minimizando eventuais falhas e defeitos. No entanto, não se pode garantir a isenção desses problemas, pelo o que o Institute of Electrical and Eletronics Enigineers tratou dos casos de falhas e defeitos no funcionamento dos veículos autônomos com uma norma específica (IEEE, 2010, p. 5-6). Na mencionada legislação, diferem-se as falhas e os defeitos presentes entre hardware e software, sendo que, no primeiro caso, defeito significa uma anomalia do produto, enquanto a falha é um mau funcionamento do equipamento ou uma definição incorreta no processo; enquanto, nos softwares, os dois conceitos são tratados como equivalentes, sendo problemas relacionados à qualidade e operação, identificados somente após a conclusão do processo de fabricação.

Conforme previsão do artigo 12 do Código de Defesa do Consumidor, o fabricante, o produtor e também o importador respondem independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos decorrentes de projeto, fabricação, construção e montagem, bem como por

informações insuficientes ou inadequadas sobre utilização e riscos relacionados (BRASIL, 2002). No entanto, em relação à última parte descrita na norma, ressalta-se que, no caso de veículos autônomos, o fornecimento de informações precisas e exatas é tarefa de difícil cumprimento, tendo em vista a própria imprevisibilidade e aprimoramento automático da tecnologia.

Ainda tratando da imprevisibilidade, deve-se considerar que mesmo diante de exaustivos testes da tecnologia, há alta probabilidade de se restarem falhas no software de difícil detecção:

No entanto, o reparo destes erros implica modificar e desenvolver novos trechos de código, o que pode levar o programa a novos erros, impondo uma problemática que se apresenta recursivamente e sem fim, isto é, o conserto pode introduzir novos defeitos. Além disso, alguns erros não são causados no projeto e desenvolvimento do software, eles surgem posteriormente porque o ecossistema em que eles estão inseridos se altera ao longo do tempo, impondo novas condições de trabalho que jamais poderão ser antecipadas (PINHEIRO, BORGES, DE MELLO, 2019, p. 5).

Com isso, tem-se o consenso na ciência da computação de que não há garantias de que um programa de computador esteja imune a defeitos. Ademais, não se deve esperar que um ser humano seja capaz de avaliar a árvore de possibilidades geradas pela alta quantidade de variáveis envolvidas no funcionamento de uma inteligência artificial. Para tanto, para revisão de erros, que pode ser afirmada como combinatoriamente exponencial, utilizam-se softwares específicos para análise de erros no código-fonte, constituindo-se, então, um ciclo problemático, uma vez que seria necessário um agente, humano ou artificial, para se certificar da inexistência de erros no sistema verificador.

Esta problemática é conceituada como “risco de desenvolvimento” (BENJAMIN, MARQUES, BESSA, 1991, p. 67) e é tratada pela doutrina e jurisprudência brasileira em duas distintas correntes, uma em que é excluída a responsabilidade do fornecedor, diante da existência de riscos de desenvolvimento e outra em que a responsabilização do fornecedor é possível. Em suma, não é pacífico no direito civil se a existência de falha ou defeito pode ser considerado como risco imprevisível, para que deixe de ensejar uma violação jurídica e conseqüente necessidade de reparação ao agente causador.

5.1.2. Possíveis soluções em análise

Diante das novas dinâmicas advindas da utilização de inteligência artificial em tecnologias cotidianas, a doutrina do direito civil estuda, desde o final do século XX, a conferência de personalidade a robôs. Isto porque, conforme explicado, o agente autônomo é capaz de agir de modo independente e imprevisível, com potencialidade de causar danos a bens jurídicos tutelados; há grande complexidade em se identificar todos as possíveis falhas contidas no software, tendo em vista a sua evolução, por meio do aprendizado de máquina, bem como pelo problema do risco de desenvolvimento; e, por falta de adaptabilidade dos elementos presentes no direito civil, os prejuízos causados estarão diretamente ligados às condutas do sistema inteligente, mas não necessariamente a uma falta no dever de cuidado por parte das pessoas envolvidas em seu processo de fabricação e fornecimento (LOPES, 2020, p. 50).

Nesse sentido, investiga-se, a nível global, a elevação do status dos agentes inteligentes, visando-se sanar os problemas da responsabilização. Nesse sentido, ainda em 2015 o Parlamento Europeu, por meio do INL 2015/2013¹⁴, iniciou debate acerca da regulamentação de robôs, que se concluiu na resolução com recomendações à Comissão de Direito Civil sobre Robótica, editada em fevereiro de 2017. No documento o Parlamento Europeu estudou temas relativos ao impacto do uso de automação no mercado de trabalho, na educação, pesquisa e inovação, bem como defendeu a criação de agência específica para regulamentação e fiscalização da robótica e da inteligência artificial (UNIÃO EUROPEIA, 2017).

Ademais, a mencionada resolução atesta a insuficiência da diretiva de responsabilidade civil atualmente existente para a normatização de novas contendas cada vez mais comuns na Europa, envolvendo danos causados pela inteligência artificial. Entende o Parlamento Europeu que o desenvolvimento da autonomia dos sistemas inteligentes cada vez mais os afasta das decisões dos atores humanos envolvidos em sua criação e fornecimento. Diante disso, solicitou-se em 2017 à Comissão de Direito Civil sobre Robótica que revisitasse de forma abrangente os

¹⁴ Para acesso ao documento completo: <
[>](https://oeil.secure.europarl.europa.eu/oeil/popups/ficheprocedure.do?lang=en&reference=2015/2103(INL))>.

princípios e regras já existentes pertinentes à questão, bem como que verificasse de forma ampla a possibilidade de adoção de novas formas de imputação civil a agentes, sejam eles humanos ou não.

Assim, sugere-se a criação de uma personalidade jurídica, ou algo próxima a isso para robôs, neste caso entendidos como os corpóreos, como no caso dos veículos autônomos, pelo qual estes passariam a ter direitos e obrigações específicas, incluindo-se o dever de reparar qualquer dano que possam causar. Esta se aplicaria a agentes que tomem decisões inteligentes e autônomas, ou interajam com terceiros independentemente (LOPES, 2020, P. 54):

uma solução seria conceituar novamente essas máquinas autônomas e inteligentes como entidades com o status de “pessoa”, de acordo com a lei. Conferir “personalidade” a essas máquinas resolveria a questão da agência; as máquinas se tornariam atores em seu próprio direito, e, juntamente com o novo estatuto jurídico, viriam novos encargos legais, incluindo o ônus do seguro próprio (tradução nossa) (VLADECK, 2014, p. 150)¹⁵.

No que tange às estratégias nacionais de regulamentação da inteligência artificial, destacam-se as iniciativas datadas de 2017, sendo o *Future of Artificial Intelligence Act* (ESTADOS UNIDOS, 2017), nos Estados Unidos, bem como os relatórios do Comitê sobre Inteligência Artificial do Reino Unido (REINO UNIDO, 2017) e o emitido pela China, denominado *Governance Principles for a New Generation of Artificial Intelligence: Develop Responsible Artificial Intelligence* (CHINA, 2017). Já em 2019, também nos Estados Unidos, cita-se o *Algorithmic Accountability Act* (ESTADOS UNIDOS, 2019), a Ordem Executiva Presidencial sobre a manutenção da liderança norte americana em inteligência artificial (ESTADOS UNIDOS, 2019) e o *House Resolution 153* (ESTADOS UNIDOS, 2019).

Já no Brasil, o Senado propôs em 2019 o Projeto de Lei nº 5.051, visando estabelecer os princípios para o uso da inteligência artificial no Brasil (BRASIL, 2019), que teve apensado posteriormente o Projeto de Lei nº 872, em 2021 (BRASIL, 2021), também dispendo sobre o uso da inteligência artificial. Ambas proposições visam

¹⁵ Versão original em inglês: One solution would be to reconceptualize these autonomous, intelligent machines as entities with the status of a “person” under the law. Confering “personhood” on these machines would resolve the agency question; the machines become principals in their own right, and along with new legal status would come new legal burdens, including the burden of self-insurance”.

estabelecer princípios norteadores para regulamentação da tecnologia, bem como limites da atuação e possibilidade de revisão humana de seu funcionamento, além de reforçar a intenção em especializar mão de obra nacional para desenvolvimento e pesquisa na área.

De todo modo, verifica-se ainda serem muito incipientes os debates em âmbito nacional, se comparados aqueles já em trâmite na Europa, ou em organizações privadas, das quais ressaltamos as realizadas pelo já mencionado Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE)¹⁶ e pela empresa de pesquisa *Open AI*¹⁷. Nas discussões mais avançadas, alinhando-se com a potencial criação de um status jurídico para sistemas autônomos, ou o chamado *e-person*, surge a possibilidade de criação de um seguro ou de um fundo de garantia, com o objetivo de garantir a reparação das vítimas de prejuízos causados pela inteligência artificial, fim último da responsabilização civil.

Portanto, as duas alternativas para solução dos problemas advindos da responsabilidade civil por prejuízos causados por sistemas de inteligência artificial perpassam por: (i) adoção de regime de responsabilidade objetiva; (ii) criação de seguros para condutas do agente inteligente.

Na primeira hipótese, seria permitida a compensação dos danos sofridos pelas vítimas, mas acaba-se por penalizar os fornecedores, em uma tentativa forçada de buscarem a distribuição de produtos perfeitos. Tal solução, conforme vimos em termos de autonomia, independência e imprevisibilidade das máquinas inteligentes, parece-nos impossível de se obter e desarrazoada, significando obstáculos ao aproveitamento de tecnologias tão disruptivas e com potencial de promover maior bem estar à sociedade, tais quais os veículos autônomos.

Em outra solução, talvez mais acertada, avalia-se a criação de um seguro de danos ocasionados pela inteligência artificial, em um modelo parecido com o existente Seguro Obrigatório de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Vias Terrestres, ou por sua Carga, a Pessoas Transportadas ou Não, o famigerado “DPVAT”. Nesta opção, que poderia ser contratada tanto pelo fornecedor, quanto pelo

¹⁶ Ver mais em *IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems*, disponível em: < <https://standards.ieee.org/industry-connections/ec/autonomous-systems.html> >.

¹⁷ Ver mais em *Open Community for Ethics in Autonomous Systems – OCEANIS*, disponível em: < <https://ethicsstandards.org/> >.

consumidor, há a complexidade de se atestar o grau de concorrência da tecnologia para o evento danoso, bem como o de se estabelecer o valor dos prêmios a serem pagos às vítimas. No entanto, considerando o caráter primordialmente patrimonial da responsabilidade civil, é plausível que para as pessoas prejudicadas, o seguro de responsabilidade civil bastaria à compensação.

Por meio da breve revisão dos impactos da inteligência artificial na esfera civil, pretendeu-se introduzir problemas e soluções comparadas à responsabilização penal. Contudo, como se verá a seguir, as matérias enfrentam dicotomias inexoravelmente discrepantes, pois, enquanto o direito civil tem uma essência eminentemente reparadora, no sentido financeiro, o Direito Penal irá se preocupar com heterogêneas funções e finalidades, visando, sobretudo, a prevenção de novos delitos.

6 A CONDOTA

O ponto de partida da nossa análise sobre a responsabilidade por ilícitos penais, causados por veículos autônomos será a composição da teoria do delito. Para compreensão da aplicação da lei penal, é necessário tratar inicialmente do conceito de conduta para o direito. Com isso, iniciaremos o entendimento sobre a (não) aplicação da justiça criminal a animais e pessoas jurídicas, passando a análise do caso dos agentes inteligentes e os humanos por trás da sua existência e operação.

Inicialmente, conforme sustenta Zaffaroni, a teoria do delito pode ser comparada a um edifício, em que seus alicerces são constituídos pelo conceito de conduta. A conduta, tal como definida pelos pesquisadores do direito, é compreendida como um ato de vontade, que, por decisão da sociedade, passa a ser desvalorada pelo direito. No entanto, conforme veremos, a conduta não é alterada, mas sim qualificada como mal, sendo esta a posição realista sobre o conceito de conduta (ZAFFARONI, 2015, p. 357).

O princípio *nullum crimen sine conducta* diz respeito ao limite do Direito Penal, ou seja, se outros atos de vontade pudessem ser valorados como conduta, o direito poderia ser qualquer coisa, tais como pensamento, forma de ser, características pessoais etc (ZAFFARONI, 2015, p. 358). No entanto, o que o direito pretende regular não é, senão, a conduta humana. Ou seja, tão somente a conduta praticada por seres humanos pode ser entendida como delito. Desta feita, a partir da conclusão da existência da conduta, o aplicador do direito passará a analisar o evento, sob a ótica da teoria do delito.

Zaffaroni alerta para o risco de nos esquecermos do princípio mencionado, sob pena de afastamento do ordenamento jurídico do respeito à dignidade humana. Isto porque a base do delito deve ser a conduta, identificada pelo direito a partir de sua existência. Assim, se tal premissa é ignorada, privilegiamos a forma, ao invés do conteúdo, pois *no lugar de uma conduta humana se colocará outra coisa* (ZAFFARONI, 2015, p. 359).

Nos comprometendo a retomar o assunto mais adiante, cumpre-nos, neste momento, investigar as terminologias envolvendo o conceito de conduta, para que possamos melhor qualificar a análise em torno da aplicação do Direito Penal no caso dos agentes inteligentes. Entender os conceitos de ação, ato e fato serão importantes

para qualificarmos quais destes podem ser conduzidos especificamente por seres humanos e diferenciarmos dos praticados por não humanos.

Tratando da distinção entre ato e omissão, é importante esclarecer que o primeiro é um fazer ativo, enquanto o segundo é um não fazer devido. É relevante para a compreensão da conduta no Direito Penal, sob seu plano analítico, estabelecer que sob este âmbito não existem omissões, condutas são sempre ações, razão pela qual, segundo tal teoria, ato e ação são sinônimos (ZAFFARONI, 2015, p. 361). Já que no tange a diferenciação entre ato e conduta, Capez defende que ato é apenas parte de uma conduta, quando esta se apresenta na forma de uma ação, sendo a conduta a realização material da vontade humana, mediante a prática de um ou de mais atos (2006, p. 139)

Já o conceito do elemento fato tem um significado parecido com o empregado pelo Código Civil de 1916, sendo uma forma ainda mais simples do que o ato. Os fatos são utilizados pela legislação penal em sentido amplo, podendo dizer respeito a mera exterioridade do delito, a uma conduta – seja ela típica ou não-, a um injusto ou a um delito (ZAFFARONI, 2015, p. 361). A tarefa de determinação do que é fato fica ao encargo do julgador.

Assim, importa-nos saber que os fatos podem ser humanos, quando de alguma forma há participação do homem, ou da natureza, quando não há qualquer participação (ZAFFARONI, 2015, p. 361). No entanto, para a análise no nível da conduta somente nos interessam os fatos humanos, pois somente estes poderão ser tidos como condutas para o Direito Penal. No entanto, há que se considerar que nem todo fato humano é uma conduta, não podendo ser assim valorado quando o homem for tão somente uma mera peça mecânica na ocorrência do fato. Desse modo, há que se dividir os fatos humanos entre os involuntários e voluntários, sendo que somente os últimos podem ser qualificados como condutas.

De forma breve, pois não acrescentam sobremaneira à pesquisa, mas somente para entendimento do todo no que tange à conduta, os fatos humanos involuntários são aqueles em que participam o homem mesmo sem a ocorrência de ações, por falta da voluntariedade. Nestes fatos, impera uma força provocadora de movimentos sem o controle da vontade ou que impede os movimentos em conformidade com a vontade do indivíduo, além daqueles movimentos resultantes de estado psíquico natural, que implica incapacidade psíquica para a realização das ações. Esses casos são

chamados pela doutrina de força física irresistível ou involuntariedade (ZAFFARRONI, 2015, p. 378).

No entanto, identifica-se que conduta implica vontade, um querer ativo. É dizer, deve existir um desejo que efetivamente muda algo. Nesse sentido, para que uma conduta seja voluntária, ela deve movimentar-se em direção ao resultado, o homem que pratica o fato deve direcionar a vontade para uma determinada finalidade, um conteúdo (ZAFFARRONI, 2002, p. 358). Segundo Capez, conduta é uma ação ou omissão humana, consciente e voluntária, dirigida a uma finalidade (2012, p. 127).

Explanando-se brevemente acerca das teorias da conduta, por não serem o enfoque deste trabalho e serem gatilhos de debates que não contribuiriam demasiadamente para a conclusão, tem-se que estas podem ser segmentadas em algumas mais relevantes, que serão expostas adiante. Não é nosso objetivo a crítica das teorias e explicação acerca das fragilidades de cada doutrina, mas sim propor uma identificação quanto as que melhor se adequam ao Direito Penal brasileiro atual.

A primeira delas é a teoria naturalista ou também chamada causal, surgida ao final do século XIX, inicialmente por obras criadas por Von Lrszt (1899) e Ernst Von Beling, posteriormente desenvolvida por Radbruch (VALLEJO, 1994, p. 22). A teoria propõe uma transformação do conceito de ação para o Direito Penal, passando a ser vista como um ato proveniente da vontade, que coloca em perigo interesses juridicamente protegidos (VALLEJO, 1994, p. 23).

Assim, segundo a causalidade, o delito é constituído pela descrição objetiva do tipo e por uma ação considerada neutra; somado a análise da culpabilidade, onde se verifica a esfera da direção da vontade (MAURACH, 1962, p. 198). Por outro lado, os processos causais externos ocorrem independente da vontade do sujeito (MAURACH, 1962, p. 198). Em suma, não é relevante o conteúdo da vontade e tampouco a ação que o indivíduo pretenda praticar, mas tão somente a mera causação de consequências reprovadas pelo ordenamento, por meio de um ato voluntário (BRUNO, 2005, p. 276).

Por outro lado, a teoria finalista acrescenta, como o próprio nome diz, a necessidade de uma finalidade para a concepção de um injusto objetivo, sendo este o ponto central de uma teoria do delito e respectivamente do conceito de conduta, segundo opinião de Zaffaroni (2015, p. 371). Nesse sentido, é relevante constar que, para a teoria finalista, ações são atos cometidos por humanos, dotados de vontade e intelecto, com direção a um objetivo (WELZEL, 1976, p. 60):

todas as normas morais e jurídicas só podem referir-se a atos, os quais são algo distintos de meros processos naturais causais, distinguindo-se destes pelo momento da direção consciente em relação a um objetivo, isto é, pelo momento da finalidade. A estrutura da ação humana é o pressuposto de possibilidade para valorações, as quais, se não de ter sentido, só podem ser valorações de uma ação (tradução nossa)¹⁸ (WELZEL, 1971, p. 257).

Argumenta-se, diante da teoria, que *uma vontade sem conteúdo não é vontade, porque isto é inimaginável* (ZAFFARONI, 2015, p. 363) e, conseqüentemente, defende-se que uma conduta requer sempre uma finalidade. Assim, de acordo com esta teoria, deve ser considerada junto da produção causal, também a dirigibilidade finalística, sendo este o ponto fundamental para a existência de uma conduta. Ou seja, para que uma ação seja considerada conduta é necessária uma vontade humana, logo, *apenas quando e porque a conduta humana é expressão de uma vontade do agente dirigida para um fim é que ela poderá ser considerada penalmente relevante* (GLESS, WEIGEND, 2019, p. 47).

Por sua vez, a teoria social da ação, originada no início do século XX, procura atualizar o conceito causalista, para buscar uma base entre o comportamento humano e o mundo circundante (JESCHECK, WEIGEND, 2002, p. 212). Por ela, é considerada ação todo comportamento praticado por ser humano, de forma socialmente relevante (JESCHECK, WEIGEND, 2002, p. 212). Assim, no conceito social, a finalidade é considerada somente segundo a vontade do autor, sendo a conduta a resposta do homem a exigências situacionais reconhecidas ou reconhecíveis, diante da realização de uma possibilidade reativa do que dispõe pela sua liberdade (BITENCOURT, 2018, p. 430). A teoria social propõe uma correção ao excesso de subjetivismo unilateral presente na teoria finalista, que acaba por preferir o desvalor do resultado¹⁹.

Para este trabalho, basta-nos entender que elegemos para entendimento da conduta o conceito trazido por Zaffaroni, que mescla os fundamentos tratados nas

¹⁸ No original em espanhol: “todas las normas morales y jurídicas solo pueden referirse a actos, los cuales son algo distinto de meros procesos naturales causales, distinguéndose, es decir, por el momento de la finalidad. La estructura de la acción humana es el presupuesto de posibilidad para valoraciones, las cuales, si han de tener sentido, solo pueden ser valoraciones de una acción”.

¹⁹ Como tratado anteriormente, o presente estudo não propõe uma revisão crítica das teorias da conduta, que, para maiores entendimentos acerca, podem ser acessadas as obras de Raul Zaffaroni (2015, p. 369-376) e César Bitencourt (2018, p. 420-438).

teorias mencionadas²⁰. O doutrinador argentino defende que conduta é ato humano, dotado de vontade e uma finalidade (2015, p. 362-363), que altera o *status quo*, ou seja, opera um desencadeamento da causalidade em direção a produção do resultado (ZAFFARONI, 2015, p. 364).

Diante das explicações acerca da conduta, partiremos da conclusão que o Direito Penal não regula de modo genérico os fatos, senão os fatos humanos voluntários, que são direcionados a uma finalidade, ou seja, condutas. Portanto, concluímos que a justiça criminal não proíbe nem permite outra coisa senão condutas, em suma, humanas.

6.1.1. A capacidade de conduta de sujeitos ativos alternativos no Direito Penal

Verifica-se que doutrinadores reconhecidos, exemplificados por Zaffaroni, Nilo Batista e Ferrajoli, na conceituação e explanação de conceitos de Direito Penal, tais como o de conduta, utilizam os termos “homem”, “pessoa” e “humano”. Isto porque o nosso Direito Penal foi elaborado especificamente para os seres humanos. O seu funcionamento consiste em imputar um resultado tipificado a um indivíduo, quando, por meio de uma conduta comissiva ou omissiva, este o tenha causado (BITENCOURT, 2018, p. 442).

Todavia, nem sempre foi o que almejou o Direito Penal, tampouco é o que subsiste, exclusivamente, no ordenamento jurídico atual, conforme trataremos a seguir.

Durante o final da Idade Média e início da Idade Moderna, eram comuns julgamentos serem estendidos a seres não humanos, podendo ser inanimados, ou também animais (ZAFFARONI, 2015, p. 359 e 376). As ocorrências variavam entre danos e até mesmo homicídio, sendo, muitas vezes, porcos, touros, cavalos e vacas condenados à pena de prisão ou de morte, por exemplo.

Um dos casos mais famosos de julgamentos de animais na justiça criminal, remonta à cidade de Basel, em 1474, em que uma galinha foi julgada e condenada à

²⁰ Sabe-se que teorias mais recentes, da segunda metade do século XX, tal qual a do funcionalismo, são muito relevantes para a doutrina do Direito Penal atualmente. Todavia, para os fins da pesquisa não acrescentam à argumentação que trata especificamente dos sujeitos da justiça criminal e, portanto, não foram estudados. Para mais informações da teoria, consultar Callegari e Linhares (2017).

pena de morte pelo fato de ter colocado um ovo, que supostamente seria de um basilisco - um animal metade réptil, metade ave (WALTER, 1985, p. 51). As motivações para a punição levantadas por parte dos historiadores do direito são diversas, indo desde a garantia de resposta a danos causados a fazendeiros, que se entendiam no direito de abater os animais que os causavam, até ao fato de acreditarem que a punição se constituiria em uma proteção mágica contra obras do diabo, passando, inclusive, pela própria ideia de retributivismo, ainda presente no Direito Penal atual (GLESS, WEIGEND, 2014, p. 42).

Conforme veremos em seção mais adiante, com o advento do Iluminismo e a inserção de teorias preventivas da pena na justiça criminal, há um reforço da extinção da punibilidade de animais nos códigos penais. Isto porque, considerando justamente a ausência de um ato tido como voluntário, ou seja, com vontade dirigida à uma finalidade - como optou-se por adotar neste trabalho - tem-se, por consequência, um impedimento para qualificação como conduta e, portanto, como delito, quando tratamos de atos realizados por seres não dotados de racionalidade e consciência da vontade.

Por sua vez, em muito se diferem os pontos levantados anteriormente, quando tratamos das penas impostas às pessoas jurídicas, no que tange ao entendimento entre doutrina e legislação. Em análise do princípio que diz não existir delito sem conduta, surge o argumento político-penal contrário de figuração da sociedade mercantil como sujeito ativo de Direito Penal, decorrente da lógica kelseniana de que as pessoas, sejam elas físicas ou jurídicas, não são mais que feixes de direitos e obrigações ou pontos de imputação (ZAFFARONI, 2015, p. 359).

Nesse sentido, defende Roxin que:

as sanções às pessoas jurídicas desempenharão um grande papel no futuro. Afinal, as formas mais socialmente lesivas da criminalidade econômica e ambiental têm sua origem nas grandes e poderosas empresas; também a venda dos mais diversos produtos lesivos à saúde será um problema cada vez maior para o direito penal. Quando, nestes casos, se realiza um tipo penal, é frequentemente difícil, senão mesmo impossível, descobrir os responsáveis na empresa, pois a responsabilidade distribui-se por várias pessoas, e a culpabilidade de uma delas dificilmente pode ser provada (ROXIN, 2006, p. 27).

No entanto, conforme tratamos no início do capítulo, as pessoas jurídicas não interessavam ao Direito Penal, que possui sua lógica material e processual

inteiramente voltada para condutas humanas. Isto porque, conforme defende Zaffaroni:

Não se pode falar de uma vontade em sentido psicológico no ato da pessoa jurídica, o que exclui qualquer possibilidade de admitir a existência de uma conduta humana. A pessoa jurídica não pode ser autora de delito, porque não tem capacidade de conduta humana no seu sentido ôntico-ontológico (2015. P. 359).

A respeito da natureza jurídica dos entes coletivos, tem-se a existência de duas teorias, a da ficção e a da realidade (BRODT, MENEGHIN, 2015, p. 3). Enquanto a primeira defende que as pessoas jurídicas são fictícias, seres artificiais criados pelo direito unicamente para uma existência legal, a segunda entende que esta é um ente real, distinto dos indivíduos que a compõem, dotada de vontade própria e capaz de cometer, inclusive, infrações (BRODT, MENEGHIN, 2015, p. 3). Conforme defende Clóvis Bevilacqua acerca da teoria da realidade:

A pessoa jurídica, como sujeito de direito, do mesmo modo que no ponto de vista sociológico, é uma realidade, uma formação orgânica investida de direitos pela ordem jurídica, a fim de realizar certos fins humanos (BEVILAQUA, 1976, p.169).

Críticas à teoria da realidade perpassa pela culpabilidade, que, conforme tratado em seção seguinte, deve ser sempre individual, não podendo ser transplantada para um ente coletivo, sob pena de transcender a aplicação de penas a indivíduos que concorreram para o delito (BRODT, MENEGHIN, 2015, p. 16)²¹.

Assim, levando em consideração tanto os argumentos que dizem respeito à ausência de capacidade de culpabilidade para a pessoa jurídica, quanto aos que tratam da ofensa à individualidade da pena, tendo em vista que eventual punição exacerbaria as consequências para pessoas que não participaram da decisão que gerou o resultado, conforme veremos em seção seguinte, o motivo mais importante para a ausência de responsabilidade penal à pessoa jurídica diz respeito à capacidade de conduta. Isto porque, conforme aqui definido para os fins da pesquisa, ação para

²¹ Para aprofundamento no tema da responsabilidade da pessoa jurídica pelo direito penal, com estudo de direito comparado e inclusive com abordagem do anteprojeto de novo código penal, recomenda-se a leitura de Busato e Greco (2018), bem como de Meneghin e Brodt (2015).

o Direito Penal é uma conduta humana socialmente relevante, dominada ou possivelmente dominável, dotada de volição e com fim em um resultado (BITENCOURT, 2018, p. 432).

Diante disso, podemos afirmar que não é lógico dizer que a pessoa jurídica tem capacidade de conduta, uma vez que, como entidade personalizada, não há como realizar uma ação, mediante ato de vontade. No entanto, não é este o entendimento do legislador brasileiro, que optou por atestar a capacidade da pessoa jurídica de delinquir, incluindo, por exemplo, na Lei nº 9.605/98 a sua responsabilidade penal (BRASIL, 1998):

Art. 3º As pessoas jurídicas serão responsabilizadas administrativa, civil e penalmente conforme o disposto nesta Lei, nos casos em que a infração seja cometida por decisão de seu representante legal ou contratual, ou de seu órgão colegiado, no interesse ou benefício da sua entidade.

Parágrafo único. A responsabilidade das pessoas jurídicas não exclui a das pessoas físicas, autoras, co-autoras ou partícipes do mesmo fato.

Art. 4º Poderá ser desconsiderada a pessoa jurídica sempre que sua personalidade for obstáculo ao ressarcimento de prejuízos causados à qualidade do meio ambiente.

Assim, a Constituição Federal brasileira admitiu a responsabilidade penal da pessoa jurídica no que tange a crimes contra a ordem econômica e financeira e contra a economia popular, bem como contra o meio ambiente, conforme previsto em seu artigo 173, §5º e artigo 225, §3º (BRASIL, 1988). No entanto, por ausência de previsão legal os atos que versam contra a ordem economia e as finanças não são passíveis de responsabilização das pessoas jurídicas. Com isso, o direito brasileiro criou duas peculiaridades no que tange as previsões mencionadas, sendo a tipicidade exclusiva para delitos ambientais e a criação jurisprudencial do instituto da dupla imputação, uma vez que a imputação criminosa do ente coletivo não exclui a da pessoa natural²².

²² Explica Brodt e Meneghin que: “A necessidade de dupla imputação foi uma regra criada pelo STJ. Sinteticamente, ela diz que a sanção penal somente pode ser aplicada à pessoa jurídica se for, igualmente, punida uma pessoa física. Essa interpretação jurisprudencial, majoritária no tribunal da cidadania, não possui respaldo na Lei 9.605/1998, mas ampara-se na ideia de obstar a impunidade em relação às pessoas físicas” (2015, p. 13).

De todo modo, cumpre-nos saber que eventual responsabilização de pessoas não naturais não se prova razoável, diante dos conceitos de ação e conduta expostos neste trabalho. Para os fins desta pesquisa, conclui-se nesta seção que, em que pese doutrinadores renomados, tais como Bitencourt (2018, p. 441) e Zaffaroni (2015, p. 359), rejeitarem a possibilidade de responsabilização penal de agentes não humanos, com base na teoria da conduta exposta, o Direito Penal brasileiro optou por dotar de punibilidade entes personalizados na forma jurídica.

6.1.2. A capacidade de conduta dos veículos autônomos

São inúmeras as tecnologias que já são tratadas pelos veículos de mídia como verdadeiros indivíduos. Nos últimos anos tornou-se comum ler notícias de *softwares* na internet que realizam uma combinação de palavras difamatórias (CAMACHO, 2021), ou de drones que cometem o crime de lesão corporal (ISTOÉ, 2021) e, mais importante para nosso estudo, veículos autônomos que em sua operação acabaram por atropelar pedestres (BBC, 2021). Considerando que as máquinas operaram sem o controle direto de seres humanos, somos levados a crer que as condutas estão sendo praticadas de forma independente, por volição da própria inteligência artificial, por meio de seu algoritmo, dotado de aprendizado de máquina, que, a torna capaz de comandar o hardware de modo semelhante ao executado por pessoas. No entanto, seriam essas condutas válidas dos agentes inteligentes, sob o sentido penal?

Conforme analisamos anteriormente, para outras teorias acerca do conceito de conduta, tal qual a causalista, os veículos autônomos poderiam figurar como sujeitos para o Direito Penal. Isto porque, segundo ela, pode ser entendido como conduta penalmente relevante qualquer movimento corporal voluntário (GLESS, WEIGEND, 2014, p. 46).

Assim, conforme verificado, em entendimento defendido por Von Liszt no final do século XIX, a ação é uma modificação causal do mundo exterior, perceptível pelos sentidos e produzida por uma manifestação de vontade, ou seja, uma ação ou omissão voluntária (ZAFFARONI, 2018, p. 422):

a volição que caracteriza a manifestação de vontade e, por conseguinte, a ação significa, simplesmente, no sentido desta concepção, o impulso da vontade. Pode-se defini-la fisiologicamente como a inervação, e pode-se concebê-la psicologicamente como

aquele fenômeno da consciência pelo qual estabelecemos as causas”. Em termos bem esquemáticos, ação é movimento corporal voluntário que causa modificação no mundo exterior. A manifestação de vontade, o resultado e a relação de causalidade são os três elementos do conceito de ação.

Aplicando-se o conceito aos agentes inteligentes que transcendem apenas ao software, ou seja, aqueles em que o *hardware* são robôs operados mecanicamente, é possível entender como movimento corporal o funcionamento de máquinas autônomas.

A conclusão passa ainda pela questão da voluntariedade, que também não se torna um empecilho para o equívoco que a adoção da teoria traria ao caso da inteligência artificial. Para a teoria causal, o conteúdo da vontade é deslocado para a culpabilidade e o termo “voluntário” do conceito seria, de forma simples, o contrário de uma reação automática, como em movimentos reflexos. Portanto, para a teoria causal, clássica do Direito Penal, agentes inteligentes seriam capazes de conduta.

Conforme explicamos anteriormente, com a adoção da teoria finalista pela doutrina, como por Zaffaroni (2015, p. 371), o injusto deixa de ser naturalístico, como na teoria causal, e passa a ser um injusto pessoal. Nela, a finalidade, ou o caráter final de uma ação baseia-se no homem, que, graças a seu saber causal, pode prever, dentro de certos limites, as consequências possíveis de sua conduta (BITENCOURT, 2018, p. 425). Com isso, em razão do seu chamado saber causal prévio, o homem é capaz de dirigir os diferentes atos em uma atividade com o intuito de orientar o acontecer causal exterior a um fim e assim o determinar finalmente (BITENCOURT, 2018, p. 425).

Para além do movimento corporal que se dirige a determinado fim, é relevante para a formação de uma conduta o conteúdo psicológico do comportamento exterior, ou seja, a vontade dirigida para uma finalidade, conforme representação ou antecipação mental do resultado pretendido, da devida escolha dos meios e da consideração dos efeitos concomitantes ou necessários (BRANDÃO, 2000, p. 4)²³.

²³ Para os fins deste trabalho, os termos como “liberdade”, “vontade”, “consciência da vontade” e demais relacionados a um suposto livre-arbítrio serão considerados como o ordenamento jurídico brasileiro atualmente os entende, mais próximos a uma compreensão destes pelo senso comum. Entretanto, sabe-se que estudos da Neurociência desde o século XX, sobretudo na segunda metade, discutem se a influência da consciência da ação é mera ilusão. Isto porque, conforme defendido pelos chamados deterministas, a impressão de que somos capazes de escolher livremente entre diferentes possíveis cursos de ação é fundamental para

Diante disso, devemos nos perguntar, como ficaria a capacidade de conduta para os agentes inteligentes, sobretudo para os veículos autônomos?

Analisando em termos práticos, os carros autônomos estão aptos a determinarem de forma independente, por meio da sua capacidade de aprendizado, os passos intermediários para atingimento de uma finalidade, determinada por um comando humano. Assim, um veículo consegue saber exatamente quando realizar um cruzamento, ou convergir em determinada rua, bem como qual velocidade é necessária, qual direção tomar e demais aspectos, se for preciso para atingir determinado endereço.

Ainda que o agente inteligente não tome decisões somente baseadas em linhas de código já pré-programadas, ou seja, conforme *inputs* fixos constantes em seu algoritmo, mas também que se admita que há certo grau de valoração em sua execução, como atribuição de juízos próprios, com inovação sobre soluções já postas pelos seres humanos, não poderemos chamar tais atitudes de condutas. Isto em decorrência da impossibilidade de afirmarmos que uma inteligência artificial quando delibera seus objetivos e age conforme a finalidade que traça para si mesma, não o faz segundo o conceito de vontade considerado neste trabalho, pois não guarda os elementos necessários para tanto²⁴.

A voluntariedade diz respeito ao agente reconhecer sozinho o que faz e que seu comportamento é socialmente significativo, que possui potencial para afetar a vida de outras pessoas (GLESS, WEIGEND, 2014, p. 46). E essa compreensão ainda não é possível às máquinas inteligentes. Se a inteligência artificial pode ou não atingir esse nível de autoconsciência é uma questão para a filosofia ética e a neurociência. No entanto, o que se sabe do estado da arte da tecnologia da informação é que tal nível

nossa vida mental. No entanto, pesquisas sugerem que esta experiência subjetiva de liberdade é não mais do que uma ilusão e que nossas ações são iniciadas por processos mentais inconscientes muito antes de nos tornarmos conscientes de nossa intenção de agir (SOON, BRASS, HEINZE, HAYNES, 2008, p. 543). Para mais estudos a respeito, ver em LIBET (1985), PINKER (1998), ZIMBARDO (2012), CARDOSO (2017) e GREENE (2018).

²⁴ Para os fins desta pesquisa, será entendido que a inteligência artificial está devidamente alinhada com os valores humanos de proteção aos bens jurídicos tutelados pelo ordenamento jurídico (RUSSEL, NORVIG, 2010, p. 137), sendo capaz de atuar com base em um direcionamento. Sabe-se que o debate em torno do alinhamento é complexo, não sendo objetivo a investigação definir quais valores e vontades humanas são inseridas no código-fonte do *software* ou como agir diante de conflito de interesses. Para mais informações a respeito, consultar Charniak e McDermott (1987), Rawls (1987), Russel e Norvig (2010) e Christiano (2019).

ainda não se tornou possível (RICHARDS, SMART, 2016, p. 18). No quadro atual da inteligência artificial ainda não esperamos que ela seja capaz de fazer e perceber a relevância de suas próprias ações, excedendo as exatas determinações dadas a si quando de sua programação.

Desse modo, considerando o conceito de conduta adotado neste trabalho, não há que se falar em uma determinação finalística autoconsciente para os veículos autônomos. Não se pode falar em voluntariedade consciente²⁵ para agentes autônomos, faltando tal elemento para a caracterização da conduta, sob a ótica do Direito Penal.

Ademais, nas seções seguintes, investigaremos a teoria do delito indo além da análise da conduta dos agentes inteligentes. Isto se deve à intenção de se evitar erros, tais como os cometidos no passado - como no julgamento de animais - e ainda perpetuados - como na consideração da pessoa jurídica como sujeita ativa de Direito Penal -, considerando-se a hipótese de doutrinadores e legisladores do direito brasileiro passarem a aceitar como conduta ações praticadas pela inteligência artificial. De todo modo, ainda que não haja capacidade de conduta para veículos autônomos, é possível se responsabilizar os seres humanos por trás de seu funcionamento, pelo que também será relevante verificarmos quais os elementos do Direito Penal são fundamentais na análise da responsabilização de indivíduos envolvidos no processo de criação e operação dos carros autônomos.

²⁵ No capítulo dedicado à culpabilidade, será realizada breve explicação acerca da consciência, tendo em vista o enfoque pragmático da pesquisa. O objetivo será, tão somente, tratar o caso dos danos ocasionados pela inteligência artificial em veículos autônomos, sem endereçar a questão à análise filosófica da potencial criação de consciência em máquinas.

7 O FATO TÍPICO

Segundo a teoria tripartida do delito, crime é uma conduta típica, antijurídica e culpável. Na eventualidade do legislador brasileiro entender que atos praticados pelos agentes inteligentes, mais especificamente os veículos autônomos, são condutas, cuidaremos de desqualificar também duas das três fases da teoria do delito, iniciando pela tipicidade, aproveitando a oportunidade para explicar também quais os aspectos dos estudos são relevantes para agentes humanos por trás da inteligência artificial.

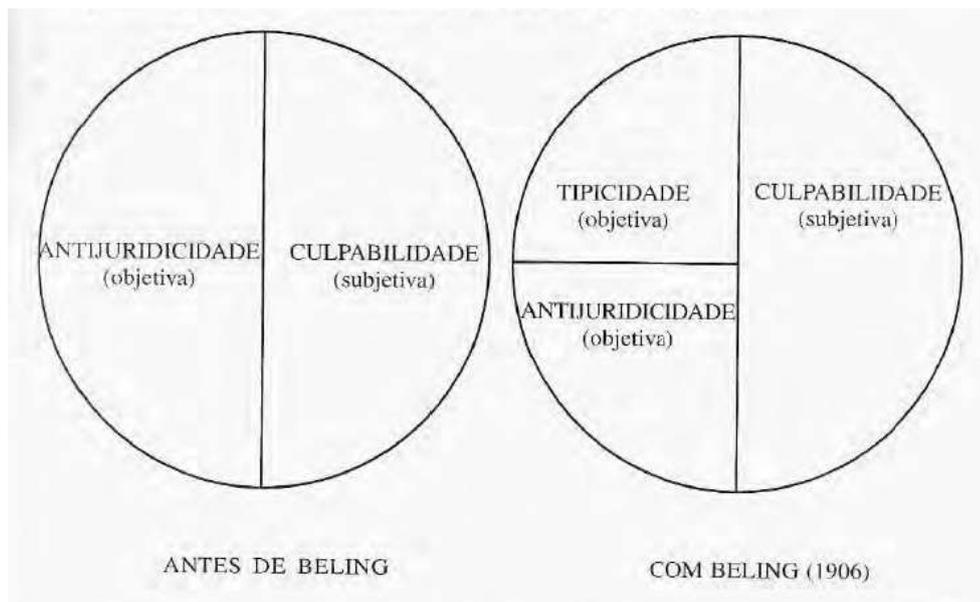
O tipo penal é um instrumento legal, logicamente necessário e de natureza predominantemente descritiva, que tem por função a individualização de condutas humanas penalmente relevantes (por estarem penalmente proibidas) (ZAFFARONI, 2015, p. 387).

Assim, o tipo penal pertence à lei, é adstrito ao princípio da legalidade, a um dos axiomas do garantismo penal, “*nullum crimen sine lege*” (FERRAJOLI, 2002, p. 75). Encontramos os tipos penais na parte especial do Código Penal, bem como nas leis especiais. O doutrinador argentino define tipos como fórmulas legais, que possuem a finalidade de individualizar as condutas proibidas pela justiça criminal.

Dentro da teoria tripartite do delito, a tipicidade encontra razão, pois investigar a antijuridicidade e culpabilidade da conduta sem que haja tipo penal resultaria em conclusão sem relevância para o Direito Penal. No entanto, a justiça criminal não nasceu com a mencionada teoria pronta, tendo sido desenvolvida ao longo da sua aplicação pela sociedade.

A moderna compreensão do tipo como um elemento sistemático autônomo para a apuração do delito, somente fora criada em 1906 por Ernst Von Beling (BITENCOURT, 2018, p. 497). Até este momento, havia apenas uma cisão entre o injusto objetivo e a culpabilidade subjetiva, tendo, Beling, introduzido a tipicidade junto aos aspectos objetivos do delito. Ou seja, o conceito de tipo penal nasce abarcando somente seu caráter objetivo, com a exterioridade da conduta e prescindindo da parte interna (ZAFFARONI, 2015, p. 393). Mais à frente veremos que o conceito evoluiu para compor também o aspecto subjetivo.

Figura nº 6: sistemática do delito



Fonte: ZAFFARONI, 2015, p. 393.

A partir desse momento, a tipicidade passou a ser independente da antijuridicidade e culpabilidade, pelo qual os doutrinadores do Direito Penal passaram a reelaborar o conceito analítico de crime. Anos após, a justiça criminal passa a admitir tipos dolosos e tipos culposos, sendo o dolo e a culpa integrantes destes.

Assim, o tipo passa a ser uma realidade complexa, formada por uma parte objetiva, que é composto pela descrição legal e outra parte subjetiva, constituída pela vontade reitor, com dolo ou culpa, acompanhados de quaisquer outras características subjetivas (BITENCOURT, 2018, p. 503):

O tipo, como conjunto dos elementos do injusto característicos de uma determinada classe de delito, compreende a descrição dos elementos que identificam a conduta proibida pela norma; mas não alcança a descrição dos elementos do tipo permissivo, que caracterizam as causas de justificação. Portanto, quando nos referimos tecnicamente ao tipo penal, nos referimos ao tipo de delito, que, na definição de Welzel, “é a descrição concreta da conduta proibida (do conteúdo da matéria da norma). É uma figura puramente conceitual”.

Assim, para se concluir se uma conduta é típica, podendo passar à análise de ser ou não um injusto, ou seja, também dotada de antijuridicidade, é necessário que se faça um juízo de tipicidade. Conforme defende Zaffaroni, tal juízo é de suma importância para a sistemática penal, pois sem ele a teoria do delito perderia sua base, com a antijuridicidade sem estabilidade e a culpabilidade não sustentada pela perda de razão de seu objeto” (ZAFFARONI, 2015, p. 400).

Ainda importante no que tange à teoria geral do tipo para a nossa análise, devemos entender a sua composição conforme elementos, podendo eles serem descritivos, normativos ou subjetivos.

Os elementos descritivos são os sensoriais, rapidamente compreendidos pelos humanos, referindo-se aos objetos, seres, animais, coisas ou atos perceptíveis pelos sentidos (BITENCOURT, 2018, p. 512), sendo a parte mais simples da compreensão do tipo descrito na norma. Já os elementos normativos exigem uma análise valorativa, não se limitando a descreverem o natural, mas também se valendo de atribuição de um juízo de valor. São exemplos característicos de elementos normativos as expressões “indevidamente”, “sem justa causa”, “decoro”, e “vulnerável”.

Mais relevantes para este estudo são os elementos subjetivos. Conforme tratado anteriormente, a teoria final da ação incorporou ao conceito de tipicidade a ideia da conduta como processo causal dirigido pela vontade para o alcance de um fim. Assim, ao se avaliar uma determinada ação ou omissão, é necessário que seja verificado não apenas o ato em si, mas também o conteúdo da vontade, ou seja, sua relevância típica:

Nesse sentido, os elementos subjetivos são dados ou “circunstâncias que pertencem ao campo psíquico-espiritual e ao mundo de representação do autor”, que se projetam sobre os elementos objetivos do tipo, e manifestam-se como vontade regente da ação (BITENCOURT, 2018, p. 513).

Os elementos subjetivos do tipo são constituídos pelo dolo e pela culpa. O dolo, também chamado de elemento do tipo subjetivo geral, surge quando a vontade do autor que pratica a conduta típica caminha na mesma direção do fim pretendido. Por sua vez, a culpa, está presente quando mesmo que o fim pretendido pelo autor seja tipicamente irrelevante para o Direito Penal, o legislador desaprova a utilização pouco cuidadosa dos meios voluntariamente escolhidos para o alcance desse fim, além de reprovar também a imprevisão dos efeitos concomitantes no momento de sua atuação (BITENCOURT, 2018, p. 514).

Nesse sentido, tomemos por base o exemplo trazido por Zaffaroni para avaliarmos hipótese de cometimento de tipo penal por agentes inteligentes:

Assim, por exemplo, se tivéssemos que averiguar se é delito a falta de pagamento de uma parcela do preço de compra de uma máquina de

lavar roupas, e não dispuséssemos do conceito do tipo penal, primeiro veríamos que se trata de uma conduta; depois comprovaríamos que a conduta é antijurídica – porque o não cumprimento de uma obrigação civil é contrário ao direito –; em seguida comprovaríamos que é culpável, porque o devedor podia pagar e lhe era exigível que o fizesse, e, por último, após todas estas etapas, resultaria que esta conduta antijurídica e culpável não é delito, porque não é sancionada com uma pena pelo direito penal. Nisto reside a nossa afirmação de que o tipo é logicamente necessário para uma averiguação racional da delituosidade de uma conduta (ZAFFARONI, 2015, p. 387).

Diante do caso, em exercício comparativo, pode-se verificar a hipótese em que diante da atuação de um veículo autônomo resulta um dano a proprietário de outro veículo. Entendida a ação como conduta, em análise do juízo de subsunção, poder-se-ia identificar dentre as disposições do Direito Penal a descrição da conduta no artigo 165, qual seja “*Destruir, inutilizar ou deteriorar coisa alheia*” (BRASIL, 1940).

E sim, lembrando que estamos diante da eventualidade da conduta ser considerada típica, preencheríamos, desse modo, também os elementos objetivos, devido a existência da ação, bem como os normativos, com o uso de termos valorados pelo legislador, tais quais “alheia”.

No entanto, para a análise desse capítulo, é relevante a existência ou não dos elementos subjetivos do tipo, sem os quais a conduta não poderia ser considerada um injusto e, conseqüentemente, ao final da conclusão positiva pela existência dos demais elementos da teoria tripartida, um crime. Isto é, considerando que houve conduta, seria necessária a comprovação da existência de dolo - a coincidência entre o que o autor quer e o que realiza - ou da culpa, *a inobservância do dever objetivo de cuidado manifestada numa conduta produto de um resultado não querido, mas objetivamente previsível* (BITENCOURT, 2018, p. 543).

7.1. O dolo

O dolo é a consciência e a vontade de realização da conduta descrita em um tipo penal (BITENCOURT, 2018, p. 521). O dolo constitui o elemento central do injusto pessoal da ação, sendo ele uma vontade consciente de um ato, que é diretamente dirigido de forma contrária a um mandamento normativo. Segundo o próprio Código Penal em seu artigo 18, I, o crime é considerado doloso quando o agente quis o resultado ou assumiu o risco de produzi-lo (BRASIL, 1940).

O dolo compõe o tipo subjetivo dentro dos elementos da tipicidade e pode ser dividido em duas partes, a cognitiva e a volitiva. Nas palavras de Zaffaroni, o tipo doloso implica sempre a causação de um resultado, que seria o aspecto externo, mas caracteriza-se por reclamar também a vontade de causar, aspecto interno (2015, p. 411).

A primeira parte, trata da cognição, ou do conhecimento do fato constitutivo da ação típica, que deve ser atual, efetivo e que pode ser potencial. Este elemento chamado intelectual pela doutrina, trata da exigência da consciência, como previsão ou representação, dos componentes integradores do tipo²⁶. Afirma-se que deve ser atual, pois deve estar presente no momento da ação, no momento em que ela está sendo realizada (BITENCOURT, 2018, p. 525).

Quando se trata da previsão, agente deve ser capaz de entender de forma exata e completa todos os elementos essenciais e constitutivos do tipo, descritivos ou normativos:

A consciência (previsão ou representação) abrange “a realização dos elementos descritivos e normativos, do nexa causal e do evento (delitos materiais), da lesão ao bem jurídico, dos elementos da autoria e da participação, dos elementos objetivos das circunstâncias agravantes e atenuantes que supõem uma maior ou menor gravidade do injusto (tipo qualificado ou privilegiado) e dos elementos acidentais do tipo objetivo” (BITENCOURT, 2018, p. 525).

Ressalta-se que a consciência aqui tratada diz respeito aos elementos integradores do tipo penal, da própria ação, tendo sido deslocada para o interior da culpabilidade a consciência da ilicitude, logo desnecessária a compreensão da configuração típica. Assim, com a exigência de que a consciência signifique o conhecimento das circunstâncias de fato necessárias à composição do tipo, compreende-se o chamado dolo natural, despido de elementos normativos, os quais passarão a constar quando da análise da terceira fase da teoria do delito.

²⁶ Sabe-se que o conceito de consciência encontra debates extensos e complexos sob o âmbito da Neurociência, tampouco há definição quanto as funções desta para os seres humanos. Neste trabalho, trataremos a consciência como a percepção da ação, como a capacidade que o homem tem de considerar ou reconhecer a realidade exterior, conforme definição em dicionário português brasileiro (MICHAELIS, 2021). Para mais informações acerca do debate da consciência realizado pela Neurociência, deve-se consultar as obras de Giulio Tononi, Marcello Massimini (2018) e Stanislas Dehaene (2014).

O segundo elemento do dolo é volição, que se constitui no ânimo de realizar a ação típica. Nesse caso, a vontade deve ser completa, abrangendo tanto a ação ou a omissão, quanto o resultado e o nexo causal, de forma incondicionada. Aqui, a vontade também vai pressupor a previsão, também chamada representação, mas no que diz respeito à consciência da ação, isto porque, é impossível ter vontade de algo que não se previu ou representou em nossa mente, no mínimo parcialmente (BITENCOURT, 2018, p. 526).

Assim, pode-se afirmar em uma construção lógica que para ter alguma expressão, a previsão deve prescindir da vontade, sob pena de se tornar indiferente ao Direito Penal e, que além disso, a vontade também carece de previsão, pois não há como querer sem que se tome consciência da ação.

Nesse sentido, destaca Welzel:

O dolo como simples resolução é penalmente irrelevante, visto que o direito penal não pode atingir o puro ânimo. Somente nos casos em que conduza a um fato real e o governe, passa a ser penalmente relevante. O dolo penal sempre tem duas dimensões: não é apenas a vontade tendente à realização do fato, mas também a vontade apta para a concretização do fato (tradução nossa) (WELZEL, 1956, p. 73-74)²⁷.

Ou seja, se o agente não tem condições de influir no curso causal, se não tem possibilidade de exercer uma influência concreta para atingimento da finalidade, pode-se falar em desejo, espera, mas não se pode afirmar existir vontade de realização do tipo objetivo. Portanto, só o que o agente seja capaz, efetivamente, de agir ou de se omitir é que pode ser objeto da norma jurídica, seja ela proibitiva ou mandamental.

Completa-se então a compreensão do conceito de dolo, com o elemento subjetivo ou cognitivo, em que se passa possível concluir em suma que o *dolo* é a *vontade de realizar o tipo objetivo, orientada pelo conhecimento de suas elementares no caso concreto* (BITENCOURT, 2018, p. 522).

A teoria adotada pelo legislador penal brasileiro foi a chamada teoria da vontade ou do consentimento, que considera a volição a essência do dolo. Para a

²⁷ No original em espanhol: “El dolo, como mera decisión de un hecho, es penalmente irrelevante, ya que el derecho penal no puede afectar el mero ánimo de obrar. Solamente cuando conduce al hecho real y lo domina, es penalmente relevante. El dolo penal tiene siempre dos dimensiones: no es solamente la voluntad tendiente a la concreción del hecho, sino también la voluntad apta para la concreción del hecho”.

teoria e para o nosso Direito Penal, o dolo é a vontade dirigida ao resultado, pelo o que o agente deve possuir vontade de realizar uma ação e atingir o resultado. Importante ressaltar que previsão e vontade são elementos complementares, pois não é relevante para o Direito Penal o mero desejo, tampouco não existe vontade sem que se tome consciência dos atos elementares do tipo.

Diante dos conceitos explanados, entende-se que os veículos autônomos, por si só, não possuem vontade dirigida a uma finalidade, no que tange à prática de atos dolosos. Isto porque, conforme já tratado, não se pode falar em vontade de máquinas inteligentes, não há consciência dos atos que constituem elementos do tipo penal, por parte do próprio agente inteligente.

No entanto, não haveria problema em estabelecermos a responsabilidade penal de um operador de carro autônomo que pretende ou conscientemente utiliza o veículo com intuito de causar resultados penalmente relevantes. Nesse sentido, caso o indivíduo deturpe a finalidade de um veículo autônomo e o configure para o atropelamento consciente de pessoas, ou a prática de danos a patrimônio de terceiros, com facilidade poderemos afirmar que o causador das consequências danosas agiu com vontade, consciência da ação, ciente dos elementos do tipo e da sua conduta. Presentes os elementos objetivos e subjetivos, na modalidade dolosa, pode-se afirmar que a conduta é típica, possibilitando uma conclusão pela prática de crime.

Haverá um ilícito, uma vez que presente a conduta e também a tipicidade, na modalidade dolosa, pois o agente se serviu de uma ferramenta, no caso, um veículo autônomo, para prática de atos tipificados. A hipótese descreve um caso de autoria imediata dolosa, de um sujeito que controla a máquina de acordo com sua vontade, permitindo-se afirmar a possibilidade de cometimento de crimes por pessoas, valendo-se da inteligência artificial, quando tratamos do dolo.

De forma contrária, não se pode afirmar que o fornecedor - aqui considerados todos aqueles que participam do processo de fabricação e distribuição do veículo autônomo, tais como fabricante, programador, construtor, treinador e vendedor - também seja responsabilizável, pelos atos cometidos pelos seus clientes, denominados operadores. Isto porque, além da conduta não ter sido por ele praticada, não se poderia falar em dolo, pois não há, pelo fornecedor, o conhecimento do fato constitutivo da ação típica, pois, este deve ser atual e efetivo. Ou seja, não se poderia falar em dolo dos responsáveis por inserirem a tecnologia no mercado. Além disso, conforme veremos em seção posterior, será importante considerarmos a ainda falta

de tipicidade material, bem como a inclusão das vantagens advindas da tecnologia na sociedade, sob o viés da teoria do risco permitido (GOMES, 2011).

7.2. A culpa

A relação entre operação de veículos autônomos e a tipicidade se torna mais complexa quando considerada a possibilidade de cometimento de injustos culposos. Isto porque, agentes inteligentes estão suscetíveis ao cometimento de condutas danosas, como por exemplo um drone que comete um equívoco de alvo militar pré-determinado e atinge um civil, por erro de funcionamento, ou, mais relevante para a pesquisa, um carro autônomo que ao invés de seguir sua rota em estrito cumprimento das leis de trânsito, se equivoca em uma sinalização, atinge e fere um pedestre em um cruzamento.

Para tanto, investigaremos brevemente os conceitos mais relevantes para entendimento dos tipos culposos e passemos a analisar o caso dos veículos autônomos.

Dentre a individualização de condutas que guardam relevância para o Direito Penal, o tipo culposo se preocupa com condutas mal dirigidas. A culpa geralmente ocorre com finalidades que seriam penalmente relevantes, quase sempre lícitas, mas por inobservância de um dever objetivo de cuidado produz-se um resultado não querido, porém previsível.

Ou seja, o tipo culposo não individualiza a conduta por uma finalidade, mas sim pela forma em que essa finalidade é atingida, qual seja, por meio de uma violação de dever de cuidado (ZAFFARONI, 2015, p. 441). Ressalta-se que mesmo que a conduta culposa não tenha o condão de responsabilizar pela finalidade por si só, não quer dizer que a conduta não tenha finalidade, mas sim que o modo como a conduta é praticada passa a ser mais importante do que seu fim último. Conforme entende Cerezo Mir, a finalidade pretendida pelo autor é em regra irrelevante, porém não os meios escolhidos ou tampouco a forma de sua utilização (MIR, 1997, p. 279).

Enquanto o tipo penal doloso se preocupa em punir uma conduta dirigida a um fim ilícito, o culposo pune uma ação em que sua direção final não é correspondente à diligência devida. Assim, há uma contradição fundamental entre o objetivo e o que é efetivamente praticado pelo agente.

Exemplificativamente, o agente que conduz um veículo e o resultado de sua direção é, de forma não dolosa, a morte de um pedestre, realizou uma ação com finalidade, qual seja, a condução do veículo. O fim de sua ação é a chegar a um local determinado, o que é evidente ser jurídico-penalmente irrelevante. Também é irrelevante para a norma o meio escolhido no caso, sendo este o veículo. Por último, o que será jurídico-penalmente importante é a forma de utilização do meio pelo agente, caso este conduza em violação das normas de trânsito, como com o tráfego acima do limite de velocidade permitido na via, por exemplo.

A análise de tipicidade em crimes culposos perpassa pela identificação da violação do dever de cuidado, da não diligência e, para tanto, cabe ao aplicador penal o julgamento acerca do meio pelo qual a conduta fora praticada. A lesão ou o perigo concreto deverá advir de uma falta de cuidado objetivo devido, configurado como imprudência, negligência ou imperícia, todos de natureza objetiva (BITENCOURT, 2018, p. 545). É importante ressaltar que o aferimento da existência de diligência potencialmente necessária ao autor, deverá ser verificado nas condições concretas, presentes no momento do fato, bem como a necessidade objetiva de naquele instante proteger o bem jurídico.

Tal consideração é importante para a presente pesquisa e, portanto, é de se frisar que, ao se determinar se a conduta de um agente é ajustável a um tipo de injusto culposos, o aplicador penal deverá observar, sob a perspectiva *ex ante*, se no momento da ação ou da omissão era possível, para qualquer pessoa no lugar do agente, identificar o risco proibido e adaptar sua conduta ao cuidado devido, ou seja, se havia a cognoscibilidade ou conhecimento do risco proibido, bem como previsibilidade da produção do resultado típico (BITENCOURT, 2018, p. 545). Restaria ao plano da culpabilidade identificar se o agente reunia as condições necessárias a se determinar para adoção das cautelas devidas.

Assim, a culpabilidade, possui a mesma estrutura em crimes culposos e dolosos, ou seja, imputabilidade, consciência potencial da ilicitude e exigibilidade de comportamento conforme ao Direito. Cabe ao juízo de culpabilidade verificar se as condições pessoais do agente permitiam-lhe agir com a diligência requerida e se esta lhe era exigível diante das circunstâncias do caso concreto.

Para a nossa legislação criminal, só são possíveis de existirem na modalidade culposa, as condutas assim tipificadas expressamente em seus respectivos artigos no Código Penal ou nas leis esparsas. É este o mandamento do artigo 18 do diploma

penal, que diz: “*Salvo os casos expressos em lei, ninguém poderá ser punido por fato previsto como crime, senão quando o pratica dolosamente*” (BRASIL, 1968).

A seguir, estudaremos elementos dos tipos culposos que são necessários de serem analisados, sob o escopo de aplicação do Direito Penal aos crimes cometidos pelos ou via veículos autônomos.

7.2.1. Previsibilidade

Semelhante a necessidade do dolo na abrangência do resultado em injustos dolosos, para os culposos o resultado deve estar contido na previsibilidade do que a conduta poderia causar. Quando se trata da previsibilidade têm-se que esta deve ser objetivamente possível. Com isso, a análise sobre como deveria ter sido a ação típica deve perpassar pela observação das condições concretas, presentes no momento do fato, bem como na necessidade objetiva de o agente proteger o bem jurídico eventualmente lesado.

O aplicador penal, para considerar a previsibilidade em um caso concreto, deve fazer o exercício de se colocar no lugar do agente desde o início da ação, considerando tanto as circunstâncias do ocorrido sob a ótica de uma pessoa de perspicácia comum, quanto as já de conhecimento específico do autor, bem como ainda a experiência normal da época sobre os cursos causais (MIR, 1997, p. 283). Nesse sentido, a previsibilidade em injustos culposos é constatada mediante realização de juízo objetivo, que considera a produção de um resultado típico, sob as circunstâncias existentes de perigosidade da conduta.

Sendo exigível a previsibilidade objetiva para qualificação com injusto culposo, no que tange à previsibilidade subjetiva, quando se trata da sua presença ou não, conclui-se que poderão ser gerados dois tipos de culpa diferentes. Assim, quando mesmo diante do conhecimento do risco na conduta, o agente atua para o alcance de um fim lícito, acreditando possuir o domínio causal, porém sem observação das medidas de cuidado objetivo, estaremos diante da culpa consciente. Do contrário, resulta em culpa inconsciente, caso o agente tenha condições de entender a perigosidade de sua conduta com um mínimo de atenção, mas mesmo assim não o faz, agindo sem medidas de cuidado objetivas essenciais.

A terminologia utilizada gera equívocos, pois ausência de previsibilidade subjetiva, ainda pode significar a existência de previsibilidade objetiva, que é a

realmente importante para qualificação do injusto culposo. Em suma, não havendo culpa consciente, ou seja, previsão do resultado diante do perigo de uma conduta, poderá haver culpa inconsciente, ou seja, apesar do resultado ser previsível para o indivíduo capaz, bem como serem cognoscíveis os fatores de risco, ainda assim não é evitada, por faltar ao agente um conhecimento atual.

De todo modo, para configuração de um injusto culposo sempre deverá existir a previsibilidade, aqui objetiva, sob pena de consagrar-se uma responsabilidade penal objetiva. Nesse sentido, na eventualidade do resultado ser imprevisível, a produção do resultado será considerada mero acaso, um caso fortuito e, por conseguinte, não haverá que se falar em delito algum.

Quando analisado sob os aspectos do funcionamento da inteligência artificial presente em veículos autônomos, o elemento da previsibilidade se torna ainda mais relevante para a análise do cometimento de crimes. Isto em decorrência da própria configuração dos sistemas, uma vez que estes são criados para avaliar autonomamente os dados percebidos por si, mediante padrões de comportamento presentes em seu código, com a produção de uma reação sem influência humana, que podem ser idênticas às já programadas ou completamente diferentes, sempre visando o cumprimento de um objetivo.

Ainda que o fornecedor estude a operação de um agente inteligente complexo por um longo período de tempo, examinando suas reações e tentando prever os resultados, não conseguirá apontar em detalhes qual foi o padrão reconhecido na base de dados, como foi interpretado e qual será a reação exata (GLESS, WEIGEND; 2014, p. 55).

Ademais, inteligências artificiais mais desenvolvidas são dotadas de sistemas abertos, que possuem uma tomada de decisão lacunosa, pois nem todas as situações cotidianas são previsíveis e poderão ser traduzidas por programação em um determinado comportamento. Além disso, deve-se considerar ainda que agentes inteligentes são geralmente dotados de aprendizado autônomo, alterando de sobremaneira o curso das suas ações, inicialmente previstas, à medida em que as executa.

Sabe-se que o que se espera da inteligência artificial é justamente certa imprevisibilidade, para buscar opções mais lógicas e rápidas na solução dos problemas existentes no cotidiano humano. Diante da sua atuação há risco para terceiros, pois pode suceder que uma imprevisão ocasione resultado típico.

Por exemplo, um veículo autônomo pode não conseguir interpretar uma sinalização de trânsito que está coberta por sujeira, impossibilitando a sua leitura pelos sensores e, então, deixar de parar em um cruzamento, resultando em um acidente com vítimas. No caso relatado pode-se defender que o fornecedor do agente inteligente não poderá ser responsabilizado na forma culposa. Isto porque, o veículo autônomo adotou a conduta possível, de acordo com os dados que lhe estavam disponíveis no momento da conduta. A atuação danosa da máquina inteligente não foi prevista e nem era previsível, sendo caso fortuito (GLESS, WEIGEND; 2014, p. 55).

No mesmo caso, pode-se entender que para disponibilizar um veículo autônomo no mercado o fornecedor deve ter se certificado de que todas as possibilidades de eventos danosos estão mapeadas e serão evitadas pela inteligência artificial, ou seja, que qualquer resultado típico é previsível. Diante disso, o Direito Penal padronizaria as condutas de agentes inteligentes como dotadas de previsibilidade e passaríamos a culpar os fornecedores pelos injustos causados, segundo tal argumento.

No entanto, conforme vimos neste trabalho, dotar-se de imprevisibilidade é justamente uma das mais buscadas capacidades da inteligência artificial, pelo o que o homem aceitou o seu funcionamento que conta com certo nível de improvisação para uma evolução constante. Eventual responsabilidade objetiva, ocasionaria um impedimento ao desenvolvimento e utilização da tecnologia pelos indivíduos.

Portanto, considerando tanto a imprevisibilidade das situações cotidianas, bem como das próprias reações da inteligência artificial, este trabalho não contribui para outro entendimento, senão pela não aplicação de crimes culposos por atos causados por veículos autônomos. Entende-se que, o problema da responsabilidade criminal, no que tange à espera de uma resposta do Direito Penal pela sociedade, será tratado mais adiante, nas seções sobre risco permitido e funções da pena.

7.2.2. Violação do dever de cuidado objetivo devido

O dever objetivo de cuidado constitui-se no reconhecimento da existência de um perigo para o bem jurídico tutelado, em que, por preocupar-se com as possíveis consequências da adoção de uma conduta descuidada, o agente deixa de praticá-la ou somente a executa após realizar as suficientes e necessárias preocupações para

evitar danos (BITENCOURT, 2018, p. 548). Isto porque, aspecto relevante do tipo de injusto culposos é a forma em que a conduta se realiza, não somente o próprio resultado causado.

Zaffaroni explica que diante das falhas tentativas em valer-se da causalidade para individualizar uma conduta culposa, surgiu o dever de cuidado para desempenhar um papel primordial na qualificação de injustos culposos (ZAFFARONI, 2015, p. 445). Assim, sendo de fundamental importância para o exame da culpa, o indivíduo deve, em caso de dúvida, abster-se de realizar uma conduta, pois ao arriscar estará assumindo o risco de agir em violação de cuidado, pelo que se tornará autor de crime culposos, em caso de produção de resultado naturalístico.

Para se afirmar que houve violação do dever de cuidado objetivo devido, se requer duas análises. A primeira, diz respeito à investigação do ocorrido no caso concreto, a fim de se determinar quais as ações teriam sido o chamado cumprimento do dever de cuidado. Por sua vez, após determinadas quais seriam essas ações, deve-se questionar se a conduta praticada pelo agente correspondeu a esse determinado comportamento adequado. Somente após resposta negativa na segunda fase da análise, é que se poderá concluir pela reprovabilidade da conduta (BITENCOURT, 2018, p. 548).

Deve-se considerar que diante de uma situação concreta, é esperado que indivíduos se comportem corretamente, observando os deveres de cuidado de uns com os outros. A esse critério criado pela ciência penal contemporânea dá-se o nome de princípio da segurança:

segundo o qual desenvolve-se de acordo com o dever de cuidado a conduta daquele que, em qualquer atividade compartilhada, mantém a confiança em que o outro se comportará conforme ao dever de cuidado, enquanto não tenha razão suficiente para duvidar ou acreditar no contrário (ZAFFARONI, 2015, p. 446).

Assim, tem-se que o dever objetivo de cuidado dirige-se a toda a coletividade, sendo esperando de cada ser humano que se comporte com prudência e inteligência suficiente para o convívio harmônico em sociedade. A confiança pauta as relações sociais, uma vez que um indivíduo presume que o outro com o qual se relaciona guardará suas obrigações como cidadão e com isso somente aquele que cumpre objetivamente seus deveres pode se valer do princípio da confiança (BITENCOURT, 2018, p. 549).

Exemplificando, diante de uma situação de um cruzamento entre veículos, aquele que trafega pela via principal tem preferência na passagem, de acordo com as regras de trânsito, devendo então supor que o condutor do veículo da via secundária irá aguardá-lo, com base no princípio da confiança. No entanto, o condutor da via secundária possui o dever de cuidado objetivo, qual seja, dar a preferência de passagem ao veículo da via principal, não existindo, nestas circunstâncias o mencionado dever a ele.

Nesse sentido, não é simples descartar a tipicidade culposa, bastando tão somente uma violação do dever de cuidado por parte de outra pessoa. Zaffaroni cita o caso do pedestre que cruza a rua fora da faixa de segurança e acaba por ser atropelado por um veículo que trafegava na via. A violação do dever de cuidado vai além de tão somente cumprir as normas de trânsito. No presente caso, o motorista do veículo deverá agir para evitar a causação do acidente, tentando um desvio ou uma frenagem e, em caso de não ser razoavelmente possível, somente assim seria excluída a tipicidade culposa (ZAFFARONI, 2015, p. 446).

No que diz respeito à fabricação e distribuição de produtos, a jurisprudência brasileira é bem clara quanto às regras de cuidado, que vão desde a necessidade de certificação e implementação de exaustivas baterias de testes, antes da introdução de um item no mercado. Ainda depois de atestados o estado atual da ciência e técnica, com a inserção do produto no mercado, deve o fornecedor monitorar frequentemente o seu funcionamento, com base nas avaliações de seus usuários. Em caso de danos ou riscos não esperados, o fornecedor se obriga a advertir consumidores e, dependendo, até a retirar o produto do mercado.

Conclui-se que, tal como se espera que indivíduos cumpram seus deveres de cuidados objetivos, também se esperará que a inteligência artificial a respeite, devendo o fornecedor inserir reações padrões para determinadas situações no código-fonte do sistema inteligente, bem como adotar as ações necessárias à prevenção de danos a bem jurídicos tutelados. Caso diante de uma situação de previsível causa de um resultado naturalístico, deverá estar contida na programação do veículo autônomo defesas razoáveis, tais como frenagem, desvios, mudanças de pista e todas as demais adotadas pelos humanos.

Na eventualidade da reação a ser tomada ser óbvia, sendo possível a qualquer homem habilitado à direção automotiva, e ainda assim o veículo autônomo não observar o dever objetivo de cuidado, agindo de forma negligente ou imprudente,

sugere-se investigar se houve falha humana ou da máquina. Será falha humana, caso o fornecedor não tenha adotado, via código, solução para problemas de trânsito previsíveis, como um veículo na faixa ao lado que realiza uma brusca mudança para a faixa do veículo autônomo, ou até mesmo situações mais evidentes, tais como a observação da sinalização.

No entanto, conforme explicado anteriormente, há possibilidade de determinada reação da máquina ser considerada falha, sob a visão humana da conduta. Ou seja, apesar de parecer ser uma melhor solução para a máquina, produz um resultado naturalístico. Diante dessas situações deve-se observar se o agir descuidado ultrapassou os limites de perigo socialmente aceitáveis no curso da atividade desenvolvida. Este o próximo ponto a ser investigado.

8 O RISCO PERMITIDO

A análise da aplicação do Direito Penal sobre uma determinada conduta, que representa um risco para um bem jurídico tutelado, encontra discussão na recente e ainda em desenvolvimento teoria da imputação objetiva:

Para a teoria da imputação objetiva, o resultado de uma conduta humana somente pode ser objetivamente imputado a seu autor quando tenha criado a um bem jurídico uma situação de risco juridicamente proibido (não permitido) e tal risco se tenha concretizado em um resultado típico (BITENCOURT, 2018, p. 483).

De outro modo, a imputação objetiva do fato requer que o resultado tenha sido causado pelo risco proibido, criado pelo autor. Assim, um resultado naturalístico apenas poderá ser atribuído a um agente, se a conduta for obra sua, não mero produto do azar. Por outro lado, o risco pode também ser socialmente tolerado, quando não haverá imputação objetiva.

Conforme nos ensina Zaffaroni, há muito na doutrina penal já se havia constatado que existem determinados riscos que são permitidos e, por conseguinte, não poderiam dar azo a um delito. Desde então, tem-se tentado definir qual o local de inserção dentro do direito criminal, passando pelo intento de se limitar a relevância da causalidade. Posteriormente, o risco permitido foi transposto para análise junto à culpa, naquele momento ainda situada na terceira fase da teoria do delito, qual seja, a da culpabilidade, enquanto alguns ainda defendiam que o instrumento deveria estar previsto nas causas de justificação (ZAFFARONI, 2015, p. 487).

O doutrinador argentino defende que há diferença entre as atividades que são ditas perigosas, porém fomentadas pela ordem normativa, devendo estar contidas dentre as causas de atipicidade. E as atividades que são perigosas, porém são justificadas pela ordem normativa, constituindo causas de justificação. Exemplo de atividade perigosa justificada, seria a instalação de uma fábrica de explosivos em uma cidade, que o direito apenas permite, enquanto geradora de abastecimento do mercado e desenvolvedora econômica da região, enquanto uma atividade fomentada seria a própria circulação de veículos automotores, mais interessante a esta pesquisa, conforme trataremos a seguir.

8.1.1. Imputação objetiva

Em análise preparatória, deve-se entender como o direito criou o conceito de riscos, que são divididos entre os proibidos e permitidos, para a qualificação dos eventos que seriam eventualmente considerados crimes, de acordo com a teoria do delito. Nesse sentido, a doutrina do Direito Penal identificou a necessidade de buscar uma alternativa ao nexos naturalístico da causação, ocorrida por meio do desenvolvimento da teoria da imputação objetiva.

O doutrinador Damásio de Jesus, tratando do declínio do prestígio da relação de causalidade material objetiva, como elemento do fato típico, cita um exemplo hipotético, com exercício de simulação no Bairro de Zähringen, em Freiburg i. Br., na Alemanha. Na região, havia um bosque que, por razões mineralógicas, é foco de descargas elétricas durante tempestades. Interessado no potencial de acidentes naturais do local, um filho, com interesse em adiantar o recebimento de sua herança, convida seu pai a visitar o bosque no momento de uma tempestade, que acaba sendo atingido por uma descarga e morre (JESUS, 2011. p. 319).

Explica-se, diante do exemplo dado, que a aplicação da teoria do nexos causal material, levaria o filho a responder por homicídio doloso, pois seria objetivamente imputado o resultado morte. No entanto, como se pode ver, o filho tão somente aproveitou dos riscos existentes na vida social, quais sejam, as descargas elétricas advindas de tempestades. Não seria o filho capaz de criar real perigo para a vida da vítima, com seu convite para visitar uma região, pois a morte de seu pai advém de forças naturais, não controláveis pelo filho, este não tem domínio sobre o fato. Assim, o fato de se aproveitar de um risco permitido, a visitação de uma área atrativa de descargas elétricas, não deveria ensejar a responsabilidade penal do filho.

Diante disso, o Direito Penal busca teorias limitadoras do nexos de causalidade objetivo e surge a teoria da imputação objetiva, visando a resolução de problemas que o dogma causal naturalístico e a doutrina finalista não resolveram de forma satisfatória (JESUS, 2011, p. 320).

Para Greco, *a imputação objetiva enuncia o conjunto de pressupostos genéricos que fazem de uma causação, uma causação objetivamente típica* (GRECO, 2014, p. 23). Em uma breve retomada histórica em sua obra “Um panorama da Teoria da Imputação Objetiva”, o doutrinador brasileiro explica que na primeira metade do século XX, tendo em vista que o tipo era reduzido à causalidade, uma mãe que desse

à luz a um filho que viesse, décadas após, a cometer um homicídio, poderia ser responsabilizada, pois o tipo previsto no artigo 121, ou seja, matar alguém, poderia ser entendido como causar morte a alguém (GRECO, 2014, p. 24). Ou seja, caso a mãe não tivesse concebido o autor, este não teria praticado o tipo penal.

No entanto, os defensores da teoria utilizavam os instrumentos do dolo e culpa para defesa dos indivíduos nesse caso. Situados, ainda, tais conceitos dentro da culpabilidade, resulta-se com a análise do exemplo anterior em: a mãe praticou uma conduta típica, dando a luz a um assassino; e também antijurídica, pois não existiram causas de justificação, como estado de necessidade e legítima defesa; porém sua conduta não era culpável, uma vez que não previra o resultado (necessário para o dolo), ou tinha como prevê-lo (necessário para a culpa) (GRECO, 2014, p. 24).

Sob uma perspectiva material, diferente da análise que tange ao tipo objetivo e subjetivo tratada no parágrafo anterior, Greco ressalta a distinção normativa entre desvalor do resultado e desvalor da ação. Apesar dos dois conceitos se referirem às dimensões de desvalor do injusto penal, ressalta o doutrinador que a teoria dominante na primeira metade do século XX somente valorizava o desvalor do resultado (GRECO, 2014, p. 26).

Ou seja, era considerado o que ocorria *ex post*, a consequência do evento danoso, dizendo respeito tão somente aos dados realmente existentes, por conseguinte, reduzia o tipo à mera causalidade, sendo o tipo penal nada mais do que a causação de uma lesão a um bem jurídico, não havendo lugar para uma avaliação de desvalor da ação, propriamente dita (GRECO, 2014, p. 27).

Somente com a adoção da teoria finalista, tratada anteriormente neste trabalho, é que se inicia a resolução dos problemas originados da causalidade, conforme afirma Greco:

O homem age porque antecipa as consequências dos atos a que se propõe e porque pode valer-se do conhecimento de que dispõe a respeito de cursos causais para dirigi-los no sentido que lhe aprouver. Eu sei, por exemplo, que ninguém vive sem respirar, e que se respira pelo nariz, pela garganta etc., e daí deduzo que, se eu quiser matar alguém, basta aperta-lhe a garganta por tempo suficiente. Essa intenção, consciência e vontade de matar alguém, essa finalidade de matar, por dirigir-se a uma conduta típica, chama-se dolo. E o tipo "matar alguém", passa a compreender não apenas a causação da morte, como queria a doutrina anterior, mas também a intenção de o fazer, o dolo (2014, p. 25).

Assim, conforme explicado na seção sobre a tipicidade, a teoria finalista passa a considerar a chamada causalidade somente na metade da teoria do tipo, denominado tipo objetivo, enquanto passa a existir também um tipo objetivo subjetivo, também composto pela finalidade. Nesse momento, até então, o tipo objetivo dos tipos dolosos nada mais era do que a causalidade.

Com a teoria da imputação objetiva o tipo subjetivo e a finalidade recebem uma posição secundária e o tipo objetivo é recolocado no centro das atenções. Na segunda metade do século XX, Roxin lança as bases da teoria moderna da imputação objetiva, reforçando que a possibilidade de se atribuir à conduta humana um resultado como obra sua, depende, essencialmente, dos critérios de avaliação a que submetemos os dados empíricos (2002, p. 145).

Indo além da causação do resultado, o tipo objetivo dos crimes dolosos passa a ser composto também pela criação de um risco juridicamente desaprovado e a consequente realização deste risco no resultado (GRECO, 2014, p. 26):

Um resultado causado pelo agente só deve ser imputado como sua obra e preenche o tipo objetivo unicamente quando o comportamento do autor cria um risco não permitido para o objeto da ação (1), quando o risco se realiza no resultado concreto (2) e este resultado se encontra dentro do alcance do tipo (3) (ROXIN, 2012, p. 104).

Assim, a teoria da imputação objetiva, nas palavras de Bttencourt, deseja reforçar do ponto de vista normativo a atribuição de um resultado penalmente relevante a uma conduta (2015, p. 482). E, para tanto, é importante que o fato imputado objetivamente esteja associado a um resultado que tenha sido causado pelo risco não permitido, que foi criado pelo autor. Ou seja, o resultado deve ser obra do indivíduo e não produto do azar.

Conforme destacado, a teoria objetiva é estruturada sobre o conceito do risco permitido, que pode ser assim sintetizado: *permitido o risco, isto é, sendo socialmente tolerado, não cabe a imputação; se, porém, o risco for proibido, caberá, em princípio, a imputação objetiva do resultado* (BITENCOURT, 2015, p. 483).

Antes de seguirmos para a conceituação de riscos, deve-se esclarecer que a conclusão pela imputação ao tipo objetivo não decide, *ipso facto*, a imputação ao tipo subjetivo. É dizer, com relação aos tipos dolosos após a imputação objetiva, requer-se ainda para determinação da tipicidade que estejam configurados a presença de dolo e dos elementos subjetivos especiais do injusto. No que tange aos tipos culposos,

quando concluída pela imputação objetiva já estará configurada a tipicidade, em razão de possuírem um tipo subjetivo (TAVARES, 2003, p. 278):

A divisão entre tipo objetivo e tipo subjetivo não se aplica aos tipos culposos, vez que nestes a tipicidade decorre de puro juízo objetivo sobre a conduta concretamente realizada e a violação do dever de cuidado, sendo irrelevante a vinculação consciente ou volitiva entre agente e objeto de referência.

Mais importante à conclusão deste trabalho, a seguir veremos como a doutrina trata o conceito de risco permitido e sua contraposição ao risco proibido²⁸.

8.1.2. Conceito de risco permitido

Conforme visto no conceito da imputação objetiva, o Direito Penal somente poderá proibir condutas que são consideradas perigosas. No entanto, deve-se ressaltar que há um certo risco de produção de resultado danoso em quase todas as ações tomadas pelos seres humanos, não sendo interesse da política criminal a vedação da vida em sociedade, mas sim sua possibilidade harmoniosa. É dizer que, a existência de qualquer risco em uma ação não pode embasar sua proibição, sob pena das restrições à liberdade alcançarem uma magnitude que tolheriam de sobremaneira o desenvolvimento social e o bem estar dos indivíduos.

Desse modo, há que se determinar quando um risco poderia ser assumido pela sociedade e quando este deveria ser proibido. Nas palavras de Luís Greco:

o risco permitido nada mais é do que um conceito formal, no sentido de apenas fornecer uma denominação comum para todos os casos em que, apesar de se criar um risco, ele não acaba sendo desaprovado pelo ordenamento jurídico (2005, p. 70).

Em outras palavras, o risco permitido é aquele inerente à vida em sociedade, que se renova constantemente. Isto porque, com o desenvolvimento tecnológico e a

²⁸ Em relação a teoria do risco, para compreensão do contexto geral que explica o seu desenvolvimento, recomenda-se a leitura da obra “A Sociedade do Risco”, de Ulrich Beck, disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5299999/mod_resource/content/1/Ulrich%20Beck%20-%20Sociedade%20de%20risco_%20Rumo%20a%20uma%20Outra%20Modernidade.pdf.

evolução das relações sociais, surgem novas atividades e exigências de novos deveres de cuidados, em razão dos riscos para os bens jurídicos tutelados:

Quando o ordenamento jurídico permite e regula a construção de uma ponte ou a fabricação de um automóvel, um avião, um navio, uma arma de fogo etc., o legislador tem consciência de que a utilização desses bens, ainda que de forma normal, carrega riscos a interesses que ele mesmo pretende proteger. Assim, a condução de veículo motorizado, mesmo que de acordo com as regras regulamentares, traz riscos ao condutor e a todos que se utilizam desse meio de transporte (JESUS, 2011, p. 320-321).

O risco permitido possibilita a convivência da sociedade com ações que poderiam ser desvaloradas pelo direito, mas não o são, tendo em vista as consequências positivas de sua existência. Assim, é possível que um indivíduo pratique uma conduta acobertada pelo risco permitido e objetivamente dê causa a um resultado naturalístico danoso, que integre a descrição de um crime. Por exemplo, um homem na condução regular de seu veículo, observando as leis de trânsito, pratica um acidente automobilístico com vítima fatal. Neste caso, o comportamento deve ser considerado atípico, por lhe faltar a imputação objetiva da conduta, ainda que tenha sido um evento jurídico relevante (JESUS, 2011, p. 321). Por outro lado, segue o doutrinador:

Quem dirige um automóvel de acordo com as normas legais oferece a si próprio e a terceiros um risco tolerado, permitido. Se, contudo, desobedecendo às regras, faz manobra irregular, realizando o que a doutrina denomina “infração de dever objetivo de cuidado”, como uma ultrapassagem perigosa, emprego de velocidade incompatível nas proximidades de uma escola, desrespeito a sinal vermelho de cruzamento, “racha”, direção em estado de embriaguez etc., produz um risco proibido (desvalor da ação) (2011, p. 321).

A realização de um perigo de forma desaprovada conduz à tipicidade da conduta, tanto no cometimento de crimes dolosos ou culposos. É dizer que não há divisão de riscos permitidos ou proibidos para tipos culposos e dolosos, estando ambos abarcados pela teoria. Nesse sentido, a qualificação de perigo para a doutrina é a mesma para quaisquer espécies de infrações penais. Logo, se um condutor no trânsito realiza uma ação desvalorada, com produção de risco desaprovado e acaba por causar um acidente a terceiro, haverá imputação objetiva da conduta e do resultado jurídico.

O risco permitido dará maior guarida à sua interpretação, ou seja, terá sua aplicação facilitada por parte do aplicador da lei penal, quando estiver regulado, tal qual ocorre com as normas de trânsito, de segurança do trabalho e da fabricação de explosivos, por exemplo. Caberá ao aplicador da lei avaliar em que medida a norma pode ser entendida como a concretização acertada do risco permitido (GRECO, 2005, p. 45), ou seja, se a ação considerada dentro dos critérios de risco permitido observou o que se espera dos agentes que nela atuam.

Problema maior existe quando o limite do risco permitido não está bem definido em uma norma ou nem mesmo regulado. Diante disso, defende-se que quando faltar regulação expressa, os critérios que definirão o valor da ação com potencial risco deverão ser fixados a partir da consideração de dados, tais como a regularidade da ação, a qualidade da sua execução, a intensidade dos potenciais danos a serem causados, realizando-se uma ponderação entre a necessidade de se proteger bens jurídicos e o interesse geral de liberdade, oposto à proibições.

Com a adoção de novas tecnologias, é papel do direito se atualizar e se adequar aos novos riscos surgidos, sob pena de inviabilizar o progresso. Conforme ressalta Damásio, se assim não o fosse, seria quase impossível o aproveitamento por parte da sociedade de variadas formas de produção de energia, tais quais elétrica, gás, nuclear; ou a extração de minerais, produção industrial e agrícola, bem como o uso de medicamentos e tratamentos médicos (JESUS, 2011, p. 321). Todos os riscos advindos dessas atividades foram sopesados em um contraponto aos benefícios trazidos à sociedade, passando a serem considerados riscos permitidos pela ordem jurídica.

No que tange ao caso dos veículos autônomos, deve-se levar em consideração a potencialidade que a inteligência artificial possui de resolver problemas de trânsito e evitar produção de resultados naturalísticos.

8.1.3. A inserção dos veículos autônomos no tráfego de veículos deveria ser um risco permitido pelo Direito Penal?

O Ministério da Saúde estima que nos últimos 5 anos cerca de 35 mil pessoas morreram por ano em acidentes de veículos, somente no Brasil²⁹ (DATASUS, 2020), com o País correspondendo a 3% do total de óbitos de forma global (SENADO, 2020). No mundo, mais de 1,3 milhão de pessoas morrem todos os anos neste tipo de acidente, com uma média de 3.287 mortes por dia (OECD/ITF, 2020). Jovens adultos entre 15 e 44 anos são os maiores responsáveis pelas mortes no trânsito e esta é a maior causa de óbito em jovens adultos entre 15 e 29 anos, sendo a 9ª maior causa de mortes do mundo (OECD/ITF, 2020)³⁰.

Os números no país são relevantes e alarmantes, tendo o governo brasileiro adotado diversas estratégias em uma tentativa de reduzi-los, visando também se adequar à campanha de conscientização global organizada pela Organização das Nações Unidas. Levando-se em conta o crescimento vertiginoso dos números de óbitos no tráfego de veículos, a ONU criou em 11 de maio de 2011 a Década de Ação pela Segurança do Trânsito, que contou com a participação de 178 países, que tiveram que apresentar um plano para estabilizar e reduzir o número de mortes (BRASIL, 2020).

No Brasil, por exemplo, foram implementadas ações educativas, tais como o Maio Amarelo e a Semana Nacional de Trânsito; foram intensificadas a fiscalização, com a implantação da blitz da Lei Seca, por exemplo; aprimorados os requisitos de segurança de veículos; e as medidas de engenharia de tráfego, como com a modernização de rodovias. Nesse mesmo sentido, o poder legislativo atuou no sentido de alterar disposições do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), a fim de aumentar o rigor nas normas relativas à circulação de veículos.

As ações mencionadas têm demonstrado eficácia, à medida em que se vê redução no número de mortes ocorridas por acidentes com veículos, conforme se pode observar:

Figura nº 7: gráfico de sinistros de trânsito no Brasil

²⁹ Acesso ao relatório completo disponível em < <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/obt10uf.def> >

³⁰ Acesso ao relatório completo disponível em < https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/irtad-road-safety-annual-report-2020_0.pdf >.

SINISTROS DE TRÂNSITO

Em 10 anos no Brasil, 400.000 pessoas morreram em acidentes de trânsito e 472.000 indenizações por mortes foram pagas. O trânsito brasileiro gera mais mortes do que uma guerra civil.

Mortes no Trânsito em todo o Brasil 2011-2019

Infografia: Mel Murialdo / Fontes: Sistema Único de Saúde (DataSUS) | Seguro DPVAT



Fonte: Portal do Trânsito³¹.

De todo modo, é notório que o número de acidentes fatais ou com vítimas em estado grave é elevado, chegando a uma média de 300 mil pessoas indenizadas pelo seguro DPVAT por ano, no Brasil, dos quais 67% são relativos a casos de invalidez permanente (CZERWONKA, 2020). Apesar de incalculáveis os danos relacionados à perda de vidas humanas, danos psíquicos e estresses traumáticos aos quais as vítimas de trânsito e seus familiares estão sujeitos após eventos desta natureza, acrescenta-se que as implicações ultrapassam o problema relacionado a vidas perdidas e lesões graves, alcançando também prejuízos de ordem econômico-financeira.

Sob o ponto de vista econômico, dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada e da Associação Nacional de Transportes Públicos estima que a sociedade brasileira, em um cálculo simplificado, pela dificuldade de se calcular todas as variáveis envolvidas, perde cerca de R\$ 50 bilhões por ano com os acidentes de trânsito, onde se destacam os custos relativos à perda de produção das vítimas e

³¹ Disponível em < <https://www.portaldotransito.com.br/noticias/em-2020-80-pessoas-morreram-por-dia-em-consequencia-de-acidente-de-transito-no-pais/> > Acesso em 16 de jul. 2021.

também os custos hospitalares (CARVALHO, 2020, p. 11). Assim, da pesquisa se extrai que o custo por acidente no Brasil gira em torno de R\$ 270 mil reais, sendo estimado em R\$ 665 mil quando se trata de vítima fatal, incluídos custos como perda de produção, hospitalares, institucionais e danos à propriedade e danos a veículos.

E é cediço que os prejuízos econômicos não se limitam ao Brasil, sendo o custo de acidentes de carros anualmente nos Estados Unidos estimado em US\$ 242 bilhões, sendo US\$ 99 bilhões relativos ao custo de assistência médica e perdas de produtividades devido a lesões. Ou seja, significando um valor de cada US\$ 500 para cada motorista licenciado no País (BELTZ, 2021).

Considerando as perdas relacionadas, não somente as econômicas, mas principalmente as vidas envolvidas em acidentes de trânsito, deve-se adotar estratégias para a redução de eventos desta natureza, sendo este um interesse global. Outrossim, para se combater as várias causas de acidentes de trânsito, há várias estratégias que podem ser abordadas, tais como a realização de campanhas educativas (CARVALHO, 2021, p. 15):

Essas campanhas devem chamar a atenção dos condutores para os principais motivos associados aos acidentes, como: a desatenção no trânsito (o uso de celular na direção se encaixa nesse grupo), o consumo de álcool e o desrespeito a normas elementares de trânsito como a ultrapassagem em locais proibidos e o excesso de velocidade. As campanhas não podem ser esporádicas, elas devem ser perenes e focar diretamente o público-alvo traçado no projeto de comunicação. A tendência nos últimos anos é a realização de campanhas com imagens chocantes para que os motoristas despertem para a seriedade do problema.

Outro ponto relevante a ser considerado para redução de acidentes de trânsito, é a adoção de medidas regulatórias e estruturas de gestão e fiscalização efetivos. No entanto, a situação no Brasil é de uma sensação de impunidade, aqui tratando especificamente da penalização de condutores responsáveis pela causa de acidentes de trânsito graves, principalmente por negligência, tais como direção sob efeito de álcool e drogas ou comportamento perigoso no trânsito, como com o excesso de velocidade e desrespeito às demais normas do Código de Trânsito Brasileiro.

Diante dos fatos e dos dados apresentados, conclui-se que acidentes de trânsito ocorrem em sua grande maioria por uma razão, erro humano na condução dos veículos. Segundo José Ramalho, diretor-presidente do Observatório Nacional de Segurança Viária (ONSV), 90% dos acidentes de trânsito são causados por causas

humanas, pela imprudência na direção do veículo, sendo apenas 5% decorrentes de falhas mecânicas (SARAGIOTTO, 2020).

Dados da Insurance Institute for Highway Safety, uma organização norte-americana sem fins lucrativos, informa as cinco principais causas de acidentes em acidentes de trânsito, quais sejam: (i) erros de detecção e percepção, distração do motorista, visibilidade impedida e falha no reconhecimento de perigos antes que seja tarde demais; (ii) erros de previsão, quando o motorista julga mal uma lacuna no trânsito, estimando incorretamente a velocidade de outro veículo e fazendo uma suposição incorreta a respeito do que esse outro usuário faria; (iii) erros de planejamento e decisão, dirigir em excesso de velocidade ou muito abaixo para as condições da estrada, dirigir agressivamente ou deixar pouca distância do veículo à frente; (iv) erros de execução e desempenho, com manobras evasivas inadequadas ou incorretas; e (v) incapacitação, com comprometimento da capacidade de dirigir devido ao uso de álcool ou drogas, de problemas médicos ou de fadiga/sonolência ao volante (IIHS, 2019).

Ainda tratando de estatísticas, informações da pesquisa europeia sobre a causalidade de acidentes, chamada European Accident Causation Survey (EACS), realizada em 5 países, com uma base de 1.674 acidentes, demonstra que somente com um primeiro nível de automação em veículos, com uma ferramenta de inteligência artificial para aviso de saída e centralização de pista, 42% do total de acidentes com vítimas e 67% dos acidentes com vítimas fatais seriam evitados (SFERCO, PAGE, 2018, p. 1). Cita-se ainda dados divulgados pela Waymo, empresa de tecnologia fundada pela Google, para desenvolvimento de veículos autônomos, integrada também pelo sistema de navegação do Waze e do Google Maps, bem como pela empresa de tecnologia urbana Sidewalk Labs, que realizou testes por mais de 9,8 milhões de quilômetros com a presença de motorista de segurança e ainda quase 105 mil quilômetros de forma completamente autônoma, representando mais de 500 anos de condução para o motorista médio licenciado nos EUA. Na pesquisa, os veículos estiveram envolvidos em somente 47 acidentes, dos quais todas foram culpa de algum motorista ou pedestre humano, tendo nenhum resultado em ferimento grave ou risco de vida (TEMPLETON, 2021).

Ante o apresentado, se existisse um modo de evitarmos 90% dos acidentes de trânsito de forma global, deveria a sociedade continuar a desenvolvê-lo e implementá-lo? Por meio dos veículos autônomos será possível evitar a maior fonte de acidentes

automobilísticos existentes, qual seja, o erro humano. Cabendo-nos verificar se é este um caso de integração ao risco permitido.

Impeditivo à adoção da teoria para o caso em análise poderia ser a necessidade de investigação ampla acerca das situações dilemáticas, com avaliação de todas as possibilidades existentes, sobre o que o veículo autônomo deve fazer em uma conjuntura ou outra, que não será objeto deste estudo, devendo ser apartada para o campo filosófico. Nesta contenda, adotando uma postura conservadora, poder-se-ia imaginar que uma das possíveis hipóteses e, teoricamente, mais segura, seria aguardar vários anos até que a tecnologia esteja integralmente desenvolvida, contempladas todas as variáveis possíveis quando da operação dos veículos autônomos, com abstrata perfeita proteção dos direitos fundamentais dos indivíduos.

No entanto, aguardar que a tecnologia constante na inteligência artificial esteja imune a acidentes de trânsito para ser implementada no tráfego de veículos, seria o mesmo que aceitar a ocorrência de mais mortes. Isto porque, há possibilidade, desde já, de se evitar ocorrência de erros humanos, por meio do aproveitamento dos benefícios da tecnologia no estado em que se encontra. Para melhor entendimento, em situação hipotética e considerando somente duas variáveis, média de mortes por ano e número de anos, se os benefícios trazidos incluírem somente a redução de 10% no número de acidentes, esperar por mais vinte anos para adoção da disrupção advinda dos veículos autônomos, significaria 2,6 milhões de vidas poupadas no mundo. Para tanto, deve-se considerar o *trade-off* existente entre a adoção da tecnologia e suas vantagens e desvantagens.

Com ferramentas como assistente de permanência na faixa, câmera de ré, frenagem automática de emergência (AEB), programa eletrônico de estabilidade (ESP) e sensores de objetivos as empresas já têm inovado e garantido um trânsito mais seguro para os indivíduos. Contudo, com a adoção de veículos nos últimos níveis de automação, o objetivo das empresas que investem em condução robótica é atingir uma qualidade de zero acidentes em carros equipados com a tecnologia. Logo, com redução drástica dos acidentes, diminuem também as mortes no trânsito e, com isso, aprimora-se a qualidade de vida e redução dos gastos com saúde pública. Ademais, pesquisa da Universidade de Cambridge comprova que veículos autônomos trabalhando em conjunto poderiam apresentar aumento de 35% na velocidade média do tráfego urbano (UNIVERSITY OF CAMBRIDGE, 2019), com conseqüente redução dos congestionamentos.

Pelo demonstrado, diante de todas as vantagens advindas da adoção dos veículos autônomos pela sociedade, ainda deve-se levar em consideração que existem riscos e estes, pelas características da tecnologia, são difíceis de serem controlados. É possível que a ameaça de uma responsabilidade penal leve a uma redução ou mesmo a interrupções na produção de agentes inteligentes, devido a sua incontornabilidade.

Em um primeiro momento, poder-se-ia entender que há vantagens, em termos de segurança, em obstar o fornecimento de veículos autônomos. No entanto, no médio e longo prazo, conforme visto, a inovação não só tem o potencial de salvar vidas humanas, quanto também de auxiliar a sociedade em diversos problemas atualmente existentes, como a perda econômica com congestionamentos ou a locomoção de sua população mais idosa.

Conforme visto, a existência de riscos em uma atividade social não deve ser motivo para que se renuncie totalmente a ela. Se se considera não só razoável, mas também até necessário o uso de carro autônomos, a solução é a redução da exigência de cuidados devidos (GLESS, WEIGEND, 2014, p. 57).

Para tanto, caberia ao ordenamento jurídico definir quais os riscos permitidos e quais os proibidos, no que tange aos criados pelo fornecedor para os usuários e terceiros envolvidos no uso da tecnologia, *“isto porque parece injusto que a sociedade, gozando das utilidades da inovação, pudesse transferir totalmente ao fornecedor ou operador, por meio do Direito Penal, os inevitáveis riscos a ela ligados”* (GLESS, WEIGEND, 2014, p. 57). Defende-se, portanto, que os riscos sejam excluídos na máxima abrangência possível, desde que devidamente estabelecidos quais os deveres de cuidado deverão ser observados pelos fornecedores, para que atos preventivos, tais quais fornecer o máximo de transparência razoável a seus consumidores, obrigatoriedade de monitoramento constante para aprimoramentos na tecnologia e retirada do mercado produtos com falhas e defeitos, bem como todas as demais ações necessárias para prover à sociedade o maior ganho possível com a utilização de veículos autônomos.

9 A CULPABILIDADE OU A RESPONSABILIDADE PESSOAL

O último ponto necessário de analisar dentro da teoria do delito serão as implicações que tangem à culpabilidade. Conforme destacado por Bitencourt, o aperfeiçoamento da teoria da culpabilidade significa a evolução do Direito Penal como um todo, tendo em vista que o seu objetivo é a justificativa do porquê e para quê existe a pena (2015, p. 639).

Considerado por Zaffaroni o conceito mais debatido da teoria do delito, a culpabilidade, em suas palavras, enfrenta o homem mais do que nunca (ZAFFARONI, 2015, p. 521). Conforme ensina o doutrinador, a culpabilidade pode ser entendida do seguinte modo:

Já fornecemos o seu conceito geral: é a reprovabilidade do injusto ao autor. O que lhe é reprovado? O injusto. Por que se lhe reprova? Porque não se motivou na norma. Por que se lhe reprova não haver-se motivado na norma? Porque lhe era exigível que se motivasse nela. Um injusto, isto é, uma conduta típica e antijurídica, é culpável quando é reprovável ao autor a realização desta conduta porque não se motivou na norma, sendo-lhe exigível, nas circunstâncias em que agiu, que nela se motivasse. Ao não se ter motivado na norma, quando podia e lhe era exigível que o fizesse, o autor mostra uma disposição interna contrária ao direito (ZAFFARONI, 2015, p. 521).

Como exemplo, Zaffaroni cita o caso do sujeito que, apresentando razoável grau de instrução, com condições sociais, sem que seja obrigado, coagido ou apresente doença psicológica, decide pela prática de um crime, mesmo podendo se motivar pela norma e sendo exigível que se motivasse. Assim, tendo em vista a reprovação do injusto, conclui-se que a sua conduta é dotada de reprovação, é culpável. Em suma, o agente reúne condições de fazer algo distinto do que fez, sendo, nas circunstâncias do caso, exigível que tomasse conduta diferente, do que a causadora de uma conduta reprovável.

Nulla poena, nullum crimen, nulla lex poenalis, nulla iniuria sine culpa (T15, T23 e T30), são os axiomas que expressam no sistema garantista de Ferrajoli o princípio da culpabilidade (FERRAJOLI, 2002, p. 390). Sendo aqui necessário citar as palavras exatas do penalista para formulação do nosso raciocínio, Ferrajoli esclarece que:

Por exigir dita condição, que corresponde ao chamado “elemento subjetivo” ou “psicológico” do delito, nenhum fato ou comportamento

humano é valorado como ação se não é fruto de uma decisão; conseqüentemente, não pode ser castigado, nem sequer proibido, se não é intencional, isto é, realizado com consciência e vontade por uma pessoa capaz de compreender e de querer (FERRAJOLI, 2002, p. 390).

O princípio da culpabilidade deve ser entendido, então, como repúdio a qualquer espécie de responsabilidade pelo resultado, ou seja, uma responsabilidade objetiva. O motivo de sua existência é exigir que a pena seja atribuída tão somente quando a conduta do sujeito, mesmo quando associada casualmente a um resultado, seja dotada do aspecto subjetivo (BATISTA, 2011, p. 101).

Outro aspecto da culpabilidade diz respeito à reprovabilidade da conduta, fundamental para a sua caracterização, que faz a segunda fase da teoria do delito ir além dos traços subjetivos da conduta. A reprovação contribui para fundamentar e limitar a própria pena.

Conforme defende Nilo Batista, cabe ao princípio da culpabilidade a inclusão do aspecto da subjetividade na responsabilidade penal. Com isso, afasta-se no Direito Penal uma responsabilidade puramente objetiva, por meio de associação causal exclusiva da conduta com o resultado da lesão ou perigo para um bem jurídico tutelado.

Sobre a ótica processual, ensina o doutrinador:

No nível do processo penal, a exigência de provas quanto a esse aspecto conduz ao aforisma "a culpabilidade não se presume", que, no terreno dos crimes culposos (negligentes), nos quais os riscos de uma consideração puramente causal entre a conduta e o resultado são maiores, figura como constante estribilho em decisões judiciais: "a culpa não se presume". A responsabilidade penal é sempre subjetiva (BATISTA, 2011, p. 104).

Ainda nesse sentido, a culpabilidade envolve ainda a personalidade do agente. Ou seja, a pena deve ser individualizada e não poderá exceder a pessoa do crime, tais como os autores e os partícipes. É importante termos em consideração que a responsabilidade penal é sempre pessoal, o que será relevante para conclusão deste trabalho.

Ainda sobre o princípio em discussão, no que tange à conceituação e explanação da culpabilidade, ressalta-se que esta possui, além do aspecto individual, um aspecto coletivo, um fundamento social. Isto porque, a culpabilidade foi

desenvolvida a partir de um longo processo, cujo objetivo é o de explicar as razões e finalidades da sociedade recorrer ao último recurso do ordenamento jurídico, qual seja, a pena, e ainda em qual medida esta deve ser utilizada (BITENCOURT, 2018, p. 89).

Para o mencionado penalista, há um triplo conceito de culpabilidade, que devidamente esclarecido contribui para o entendimento da intervenção no caso dos veículos autônomos.

Em um primeiro momento, conforme explicado anteriormente, a culpabilidade como fundamento da pena, ou seja, como um juízo de valor que torna capaz de atribuímos responsabilidade a um indivíduo, pela comissão ou omissão de um fato típico e antijurídico, com lesão a outro indivíduo, para que ao final sejamos capazes de cominarmos uma penalidade. Para tanto, são exigidos requisitos, como capacidade de culpabilidade, consciência da ilicitude e exigibilidade da conduta, sendo estes os elementos positivos específicos da culpabilidade enquanto conceito dogmático, obrigatoriamente valorados para a definição quanto à existência ou não da culpabilidade na prática do crime. Portanto, para conclusão afirmativa da culpa, devem existir todos os elementos em conjunto, pois a ausência de qualquer deles é suficiente para impedir a aplicação de sanção penal.

A culpabilidade também deve ser compreendida como elemento da determinação ou medição da pena, funcionando como o limite desta, não como seu fundamento. Ou seja, de acordo com a gravidade do injusto, a pena deverá ser imposta, de forma proporcional, considerando os critérios de política criminal e com as próprias funções do Direito Penal.

Em sua terceira divisão conceitual, o princípio da culpabilidade opera como instrumento contrário à responsabilidade objetiva, outrora dominante nas aplicações de sanções criminais. Tratando aqui da imprevisibilidade, tema carente à dinâmica da própria inteligência artificial, conforme explicado, ninguém poderá responder por resultado absolutamente imprevisível, caso não tenha concorrido, no mínimo, com dolo ou culpa, para a ocorrência do resultado.

De acordo com a tríade do conceito do princípio da culpabilidade, pode-se mencionar três consequências materiais à sua existência (BITENCOURT, 2018, p. 90):

- a) inadmissibilidade da responsabilidade objetiva pelo simples resultado;
- b) somente cabe atribuir responsabilidade penal pela prática de um fato típico e antijurídico, sobre o qual recai o juízo de culpabilidade, de modo que a responsabilidade é pelo fato e não pelo autor; e
- c) a culpabilidade é a medida da pena.

Percebe-se que o princípio da culpabilidade possui papel central na observação das garantias fundamentais inseridas no processo de atribuição de responsabilidade criminal, devendo a composição da culpabilidade respeitar devidamente seus elementos, sob pena de comprometer a finalidade do Direito Penal. Como terceira fase da teoria do delito, conclui-se que uma conduta pode afetar a finalidade geral da ordem jurídica, sendo contrária à norma, todavia, diante da falta de caracterização de culpabilidade, entende-se que não se poderia exigir do agente comportamento diverso, não guardando requisitos para a afirmação do delito e conseqüente punição de seu causador.

Retomando o que nos ensina Ferrajoli, para que possamos nos adentrar na análise dos veículos autônomos quanto à culpabilidade, a sua evolução é exemplificada pelo desenvolvimento de teorias específicas, as quais citamos três. Na teoria psicológica, acreditava-se que entre a conduta e o resultado existia relação psicológica, sendo um conceito eminentemente subjetivo. A teoria apresentava problemas, pois não conseguia explicação para condutas cometidas diante da culpa inconsciente e da imputabilidade, podendo ser utilizada não na culpabilidade, mas para qualificação do aspecto subjetivo do tipo (FERRAJOLI, 2002, p. 523).

Em relação à teoria complexa, esta trata da reprovabilidade da conduta e sua aferição, conservando os aspectos psicológicos do comportamento, como o dolo, que é entendido como conteúdo não desvalorado, ou como pressuposto da culpabilidade e ainda como conteúdo desvalorado.

Por último e mais importante, a teoria normativa traz a culpabilidade como reprovabilidade, pressupondo a possibilidade de compreensão da antijuridicidade da conduta e que o âmbito de autodeterminação do sujeito tenha tido certa amplitude. Para que uma conduta seja culpável, é necessário que o agente seja capaz de compreender a sua ilicitude, bem como ser capaz de se autodeterminar para a comissão ou omissão causadora de um potencial delito (FERRAJOLI, 2002, p. 525). Nesse sentido, a culpabilidade requer a exigibilidade da possibilidade de compreender a antijuridicidade, que falta quando o sujeito não tem capacidade psíquica para isto

(primeira hipótese de inimputabilidade); se acha em erro invencível a respeito da antijuridicidade (erro de proibição). Requer ainda que (FERRAJOLI, 2002, p. 531):

de acordo com as circunstâncias, seu âmbito de autodeterminação se encontra num limite mínimo, o que não ocorre quando há necessidade exculpante; inexigibilidade de outra conduta motivada na norma, nos casos contemplados na parte especial; não pode dirigir suas ações conforme à compreensão da antijuridicidade (segunda hipótese de inimputabilidade).

Compreendido o princípio da culpabilidade e a sua participação na teoria do delito, bem como os elementos da culpabilidade, cumpre-nos observar os seus reflexos nas condutas praticadas pelos agentes não-humanos.

9.1.1. Da (im)possibilidade de se considerar a existência de consciência e vontade em veículos autônomos

Verifica-se um súbito desenvolvimento dos sistemas construídos baseados no uso da inteligência artificial, que tem representado um grande avanço na tecnologia. Com isso, o funcionamento de diversos setores é impactado, diplomas legais precisam ser atualizados, são iniciadas ou revividas discussões éticas e relativizada a exclusividade do domínio de habilidades e sensibilidades humanas (HALLEVY, 2010, p. 171).

Ao tratarmos da culpabilidade na teoria do delito, verificamos que a doutrina a trata como o elemento psicológico, a análise da subjetividade na conduta. Conforme defendido por Ferrajoli, nenhum fato ou comportamento humano será valorado se não for fruto de uma decisão, intencional, sendo estas as realizadas com consciência e vontade, realizado por um indivíduo capaz de compreender e querer (2002, p. 390).

No entanto, com o intuito de esclarecer o motivo de não haver que se falar em responsabilidade da própria inteligência artificial, trataremos brevemente de seu funcionamento no estado da arte, no que diz respeito aos aspectos do elemento subjetivo.

A crença social na potencialidade dos sistemas de computador se tornarem conscientes remonta a obras produzidas ainda na década de 60, como no livro de ficção científica de Arthur C. Clarke, em que o robô HAL 9000, ao se tornar ciente da intenção de ser desligado, tomou a decisão de eliminar os seres humanos (CLARKE,

1968, p. 70). Isto demonstra que, já à época, existia não só o temor da sociedade em relação à inteligência artificial, mas também a crença na habilidade de sistemas inteligentes terem capacidade psíquica, com consciência e vontade, aqui tratados dentro da concepção do Direito Penal, sem interesse em nos estendermos no conceito de consciência, de modo geral. Contudo, conforme será exposto adiante, defende-se neste trabalho a impossibilidade de se falar em consciência da inteligência artificial.

Para John R. Searle, defensor da teoria do naturalismo biológico, a consciência consiste em estados subjetivos qualitativos e processos internos de sensação e consciência (1998, p. 3). Para a ocorrência de estados conscientes e manifestação de vontade, é necessário o fenômeno biológico, constituído pelos aspectos da qualitatividade, subjetividade e unidade (1998, p. 4). Toda experiência consciente gera sensações, algo impossível de ser experienciado por sistemas de computador. Além disso, as experiências geradas são subjetivas, ou seja, cada indivíduo possui uma percepção diferente sobre determinada conduta, não podendo ser replicada em outro ser de modo idêntico. Por último, a unidade diz respeito a todas as experiências serem experimentadas de forma concomitante, sem que haja divisão do trabalho em um processamento, mas sim todas processadas ao mesmo tempo de forma interligada pelo cérebro.

Em suma, consciência é entendida por Searle do seguinte modo (PRATA, 2011, p. 565):

(i) a consciência é causada por processos cerebrais e suas características são causalmente explicáveis através dos processos cerebrais; (ii) as capacidades causais da consciência são as mesmas que as dos processos cerebrais, sendo a consciência uma propriedade sistêmica do cérebro; (iii) a consciência é um fenômeno biológico e ontologicamente irreduzível a fenômenos objetivos; por último, (iv) as características da consciência não podem ser expressas em termos objetivos.

A título de ilustração de seu entendimento, Searle propôs em 1984 a chamada experiência conceitual do quarto chinês. Tal experimento consiste em imaginar um agente isolado em uma sala, que recebe instruções em seu próprio idioma para escolher um cartão de resposta, com símbolos individuais, podendo ser relacionado a perguntas escritas em chinês por meio da simbologia dos cartões e, assim, pelo motivo exclusivo de efetuar a correlação simbólica correta, consegue responder a determinadas perguntas em chinês, mesmo não tendo conhecimento do idioma

(SEARLE, 1984, p. 428). O que o experimento propõe é que apesar do sistema proposto exibir um comportamento possível de se associar à consciência humana e simular propriedades cognitivas que poderão ser atribuídas a experiências conscientes, não há compreensão ou intencionalidade que possa relacionar as respostas às perguntas formuladas em idioma desconhecido.

Com isso, a teoria apresentada defende que condutas de programas de computador, como a inteligência artificial, adotam um comportamento funcional puramente sintático, que, nas palavras de Searle, não são suficientes para ensinar a semântica. Portanto, não se pode falar de consciência em atos produzidos pelos agentes autônomos, pelo qual se poderia utilizar a chamada tese da inteligência artificial fraca ou conexionismo para justificar a inaplicabilidade da culpabilidade nas condutas praticadas pelos veículos autônomos.

Contribuindo com essa conclusão, as discussões realizadas entre o matemático Ronald Cicurel e o neurofisiologista Miguel Nicolelis resultaram na elaboração da teoria do cérebro relativístico, previstas no livro “O cérebro relativístico: como ele funciona e por que ele não pode ser simulado por uma máquina de Turing” (CICUREL, NICOLELIS, 2015).

O que os cientistas se propuseram foi, de modo mais simples, comprovar que a inteligência artificial não reúne condições de funcionar como um cérebro humano, e, por conseguinte, é possível afirmar que não há tomada de consciência e vontade em suas ações.

Para tanto, foi necessário estudar o sistema computacional responsável pelo funcionamento do mais complexo elemento do sistema nervoso humano, o cerebral, que, no entendimento de Nicolelis e Cicurel, é essencialmente híbrido digital-analógico (HDACE - *Hybrid Digital-Analog Computational Engine*). Assim, o aspecto digital do cérebro é composto por potenciais de ação produzidos por redes de neurônios distribuídos e o analógico é definido pela superposição de campos eletromagnéticos neurais (NEMFs – *neural electromagnetic fields*), constituídos por um fluxo de cargas elétricas, em múltiplos feixes circulares de nervos, que formam a substância branca do cérebro (CICUREL, NICOLELIS, 2015, p. 24).

Segundo o entendimento dos cientistas, a combinação dos chamados NEMFs compõem o elemento fisiológico agregador que forma o continuum espaço-temporal cerebral, que por sua vez define o espaço mental, ou seja, um substrato analógico neural, responsável pela emersão de todas as funções cerebrais superiores e

complexas, sendo a mais importante delas a nossa consciência (CICUREL, NICOLELIS, 2015, p. 26).

Desse modo, os autores sugerem e comprovam ao longo do trabalho por meio da realização de diversos experimentos, que a gênese de funções complexas cerebrais se dá no substrato analógico do cérebro. Logo, é impossível se falar em experiências conscientes no estado atual da inteligência artificial, pois não há um aspecto analógico de funcionamento, que, em seres humanos, surge por meio dos campos eletromagnéticos neurais, responsáveis pela causação do chamado mecanismo computacional digital-analógico híbrido.

Portanto, em que pese o exponencial desenvolvimento da tecnologia em termos computacionais, considerando habilidades como aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural e o grande volume de dados disponível para tratamento, que tornaram os seres humanos capazes de originar máquinas inteligentes simuladoras do comportamento humano, capazes de produzir veículos de condução autônoma, não significará que a inteligência artificial ali presente atuará com base em estados conscientes (CICUREL, NICOLELIS, 2015, p. 78).

9.1.2. O problema da culpabilidade

Como vimos nos capítulos anteriores, a partir do momento em que o legislador ou o aplicador penal passar a aceitar condutas praticadas pela inteligência artificial, dotando-a também de capacidade para realização de fatos típicos, imediatamente o próximo passo seria atestar a antijuridicidade e, enfim, a resposta quanto à possibilidade dos agentes autônomos se fazerem culpáveis. Com isso, poder-se-ia qualificar o desvalor da ação de uma máquina de busca que recebe um *input* para procurar um determinado nome e retorna com conteúdos difamatórios? Ou de um robô cirurgião que erra levando o paciente à morte? Quando um veículo autônomo avança um sinal e atropela um pedestre, há que se analisar a culpa da própria inteligência artificial?

Como visto, no tocante à responsabilidade civil, estes poderão ser entendidos como sujeitos *sui generis*, dotados de responsabilidade - com base em um fundo de reserva para indenizações pré-constituído, semelhante ao que ocorre com o DPVAT -, pelo qual poderão ser responsabilizados pelos prejuízos causados. Já no âmbito do Direito Penal, há discussões realizadas na doutrina alemã, como as trazidas por

Sabine Gless e Thomas Weigend, acerca da possibilidade de atribuir aos agentes autônomos a capacidade de culpabilidade, considerando os aspectos que constituem seu funcionamento, tais quais o aprendizado de máquina e a memória (GLESS, WEIGEND, 2014, p. 48).

Contudo, os pesquisadores citados ressaltam que uma eventual responsabilidade penal esbarraria no princípio da culpabilidade, pois a punibilidade pressupõe uma responsabilidade pessoal do autor por sua conduta, pressupondo que a conduta deveria ter sido evitada, caso o agente empregasse esforços adequados e exigíveis e, não o fazendo, então haveria reprovação do injusto (2014, p. 48). Cita-se, ainda, o Tribunal Federal de Justiça alemã³², que se manifestou de modo a contribuir para exclusão da culpabilidade no caso, senão vejamos:

O fundamento interno da reprovação da culpabilidade reside no fato de que o homem está investido de uma liberdade de autodeterminação, responsável e moral, e, por isso, é capaz de se decidir pelo justo contra o injusto, de adaptar seu comportamento aos mandamentos jurídicos e evitar o que seja juridicamente proibido, assim que ele tenha alcançado a maturidade moral (...) (BGH, *apud*, GLESS, WEIGEND, 2014, p. 48-49).

Assim, tem-se que também em países com a tecnologia e a discussão sobre veículos autônomos estão mais avançadas, categoricamente se exclui da culpabilidade penal os agentes inteligentes. Isto porque, a inteligência artificial não é considerada capaz de uma autodeterminação moral (KAPLAN, 2015, p. 123), mas tão somente programas de computador que agem em conformidade com seu código, executando tarefas conforme lhes foi ordenado em uma programação. Não adentraremos na recente discussão introduzida pela Neurociência no campo do Direito Penal, no que diz respeito à análise do livre-arbítrio e determinação à luz da responsabilidade penal, bastando-nos partir do pressuposto de que não há, por parte de um agente inteligente, determinação própria, uma vez que não há vontade livre, tampouco a ideia de consciência, conforme tratado anteriormente.

Assim, tem-se que a inteligência artificial presente nos veículos autônomos não apresenta condições de valorar seu próprio comportamento, bem como as suas

³² Em alemão *Bundesgerichtshof*, identificado pela sigla BGH.

tomadas de decisão, em consonância com um sistema de referência ético, com base na evolução e adaptação de parâmetros sociais atuais.

Nesse sentido, ao ser incapaz de agir conforme a sua própria consciência, com vontade livre, não há como considerá-la sujeito de direito, ou seja, objeto de atribuição de responsabilidade e culpabilidade, uma vez que nenhum diálogo ético seria possível com um objeto que apenas simula capacidades humanas (GLESS, WEIGEND, 2014, p. 50). Seria o mesmo que atribuir culpabilidade a um animal selvagem, a uma pessoa jurídica ou uma pessoa que padece de sérias alucinações. E, em todos estes casos, o que se pode fazer é controlar riscos por meio de medidas de defesa, mas não cominar penas.

10 A PENA: POR QUÊ PUNIR?

Quando nos propusemos a analisar os atos cometidos pela inteligência artificial para verificar as razões de utilização do Direito Penal na proteção de bens jurídicos tutelados, colocou-se em questionamento se, quando e como punir, proibir e julgar. Para além dos pontos até aqui levantados, será fundamental para a nossa conclusão o estudo do porquê.

Como se sabe e visto até aqui, nosso Direito Penal foi constituído para regular relações humanas e exclui, desse modo, a possibilidade de que outros entes, tais quais os animais e pessoas jurídicas, serem punidos por suas ações defeituosas. Sabe-se que no caso do ordenamento jurídico brasileiro, particularmente, por legislação esparsa criou-se a responsabilidade penal da pessoa jurídica. Todavia, ainda assim, essas sanções, que são predominantemente econômicas, atingem em última instância não o ente em si, mas sim as pessoas naturais que por ela são responsáveis.

No âmbito das punições aos agentes inteligentes e ou aos humanos envolvidos em seu processo de fornecimento, estas, caso possíveis, deverão corresponder ao sentido e a finalidade da aplicação de uma penalidade no direito criminal. Nesse diapasão, cumpre-nos investigar as teorias da pena, a fim de firmar entendimento quanto ao uso ou não da política criminal nos atos cometidos pelos veículos autônomos.

10.1. As teorias da pena

A pena encontra diversas justificativas de ser, sendo demasiadamente importantes para o próprio fundamento do Direito Penal as razões que explicam o porquê de a uma comunidade política qualquer ser permitido exercer uma violência legal, agregando-a a uma violência ilegal pretérita (FERRAJOLI, 2002, p. 199). Este poder, chamado de pretensão punitiva ou direito de punir, deve tutelar bens jurídicos fundamentais sobre o viés moral, político e social, de forma a produzir o maior bem-estar e a maior segurança social, através da imposição de sanções penais.

Para tanto, Luigi Ferrajoli, em sua obra *Direito e Razão* (2002), doutrina que será utilizada para estudarmos o porquê de se punir, analisa também questões relativas ao porquê das escolhas que antecedem a definição dos pressupostos penais,

bem como o porquê das formas e procedimentos de individualização dos delitos e aplicação das penas, tecendo críticas ainda ao Direito Penal mínimo e ao Direito Penal máximo, realizando análises éticas e metaéticas, em um estudo abrangente das ideologias penais.

Neste trabalho focaremos nas justificações da pena e no atingimento de suas finalidades, para avaliarmos o caso dos veículos autônomos. O fim último da investigação proposta neste capítulo é o de se verificar se há eficiência na persecução dos objetivos sociais a que o Direito Penal se destina, no que tange aos possíveis crimes praticados pela inteligência artificial.

Com isso, Ferrajoli inicia esclarecendo que as razões de se punir encontram respostas de dois tipos, as positivas e as negativas. As primeiras, são chamadas de justificacionistas, uma vez que explicam os custos do Direito Penal com objetivos, razões, ou funções moralmente ou socialmente irrenunciáveis (2002, p. 200). Por outro lado, as negativas são denominadas abolicionistas, ou seja:

que não reconhecem justificação alguma ao direito penal e almejam a sua eliminação, quer porque contestam o seu fundamento ético-político na raiz, quer porque consideram as suas vantagens inferiores aos custos da tríplice constrição que o mesmo produz, vale dizer, a limitação da liberdade de ação para os que o observam, a sujeição a um processo por aqueles tidos como suspeitos de não observá-lo, e a punição daqueles julgados como tais (FERRAJOLI, 2002, p. 200).

Dentre as teorias justificacionistas, encontramos duas divisões gerais, as teorias absolutas e as chamadas relativas, ou utilitaristas. São absolutas todas as teorias que concebem a pena como um fim em si própria, como um castigo, reação, reparação, ou, como também podem ser chamadas, por puro retributivismo pelo crime cometido. Estas não são um meio, ou um custo, senão um dever metajurídico que possui em si seu próprio fundamento (FERRAJOLI, 2002, p. 204), dizem respeito especificamente ao passado. Já as chamadas teorias relativas, advindas da filosofia do utilitarismo, conferem à pena a função de prevenção de futuros crimes, ou seja, referem-se ao futuro.

Em uma subdivisão, as teorias absolutas são divididas com base em um valor moral ou jurídico que é atribuído à reação penal. Já as teorias utilitaristas, têm como característica constituírem o pressuposto necessário de toda e qualquer doutrina penal que disponha sobre os limites punitivos do Estado (FERRAJOLI, 2002, p. 209),

podendo ser segmentadas entre prevenção especial, que atribuem o caráter preventivo da sanção ao autor do delito, e a prevenção geral, que o remete à própria sociedade. Por último, as teorias utilitaristas preventivas são ainda divididas entre as positivas, quando há a intenção de correção do agente ou a integração disciplinas de todos os cidadãos, ou negativas, quando o interesse é pela própria neutralização do delinquente ou pelo menos da intimidação destes (FERRAJOLI, 2002, p. 205).

Adentrando mais especificamente em cada uma das teorias que serão importantes para este trabalho, a primeira delas é a justificacionista absoluta. Sendo a primeira das ditas teorias positivas, ou seja, que possuem o intento de produzir um bem para alguém, sabe-se que o Retributivismo diz respeito a concepção da pena por si só, exaurindo-se em sua própria existência. Constitui uma espécie de castigo ou retribuição pelo fato delituoso cometido pelo agente, sem se importar com os custos humanos de sua implementação (FERRAJOLI, 2002, p. 204). Assim, sendo de interesse apenas o fato ocorrido, as teorias ditas absolutas constituem uma defesa para a atuação do Estado de modo proporcional ao injusto causado pelo indivíduo.

No modelo retributivista vigente, um agente será moral e penalmente responsável pela prática de uma ação desvalorada que sabia ser errada, sendo merecedor, desse modo, de uma penalidade, conforme afirma Derk Pereboon (2003, p. 159). Logo, o viés retributivista permite que a sociedade retribua o mal perpetrado pelo delinquente com outro mal, na grande maioria das vezes, por meio da cominação de uma pena privativa de liberdade.

Por outro lado, as teorias utilitaristas sempre conferiram ao Direito Penal um objetivo único, o da prevenção de futuros delitos, sendo mais afeitos ao ideal garantista, quando comparados aos modelos retributivistas (FERRAJOLI, 2002, p. 204). No que diz respeito as teorias da prevenção especial, estas representam o ideário ao final do século XIX e início do XX, em um momento em que se passa a intencionar punir melhor ao invés do objetivo de se punir menos iluminista. Sendo a positiva com razão de ser na reeducação do réu e a negativa, por sua vez, na sua eliminação ou neutralização, reforça Ferrajoli que estas não são excludentes, mas sim *concorrem, cumulativamente, para a definição do objetivo da pena enquanto fim diversificado e dependente da personalidade, corrigível ou incorrigível, dos condenados* (2002, p. 213).

As teorias preventivas especiais dizem respeito mais ao réu, do que ao crime, ou seja, mais aos autores do que ao fato em si, constituindo não apenas um meio de

prevenção de delitos, mas, pelo modo como se estrutura, acaba por resultar em um anseio pela transformação das personalidades desviantes, pela utilização de técnicas de amputação e de melhoria social (2002, p. 14).

A prevenção especial positiva, também chamada de teoria da reabilitação, possui a intenção de se utilizar a pena para a ressocialização de um agente causador, atribuindo um aspecto positivo para a penalidade cominada. Conforme defende Zaffaroni, reabilitar possui o condão de alterar a intenção ou motivação do indivíduo desviante, para provê-lo de educação na forma da lei:

Seguindo primeiramente o modelo moral e depois o médico policial, tentou-se legitimar o poder punitivo atribuindo-lhe uma função positiva de melhoramento do próprio infrator. Hoje, através das ciências sociais, está comprovado que a criminalização secundária deteriora o criminalizado e ainda mais o prisionado. Conhece-se o processo interativo e a fixação de papéis que induz desempenhos de acordo com o estereótipo e o efeito reprodutor da maior parte da criminalização. Sabe-se que a prisão compartilha as características das instituições totais ou de sequestro e a literatura aponta unanimemente seu efeito deteriorante, irreversível a longo prazo (ZAFFARONI, 2011, p. 126).

O modelo de prevenção especial positiva também é reforçado pela teoria da epistemologia genética postulada pelo biólogo suíço Jean Piaget. Inspirado pela tese kantiana sobre a existência de duas morais (autonomia e heteronomia), Piaget decidiu estudar empiricamente os processos cognitivos responsáveis pelo juízo moral na criança e, conseqüentemente, também nos adultos. Consoante defendido pelo biólogo suíço Piaget, inspirado pelo ideal kantiano, a reabilitação seria capaz de elevar o indivíduo a um nível de desenvolvimento moral, promovendo a internalização e generalização das regras para a vida em sociedade (MEDEIROS, 2014, p. 108).

Já no tocante a prevenção especial negativa, também chamada de dissuasão representa uma das grandes justificativas consequencialistas para a punição. Ou seja, a pena encontra razão na prevenção de novos crimes, sendo aceitável, pela sociedade, a cominação de um castigo ao agente causador. Sua intenção, ao final, é o de produzir menos sofrimento comum do que sua retenção, com base em causação de um sofrimento ao criminoso. Nesse sentido, a dissuasão encontra três fatores principais na prevenção de crimes, sendo estes a severidade da punição, a sua certeza e a sua celeridade (SCHICHOR, 2006, p. 31).

Acrescenta ainda Zaffaroni que um segundo aspecto desejado pela prevenção especial negativa diz respeito à garantia de publicidade da punição, como meio para demonstração a eventuais personalidades desviantes a potencial consequência de suas condutas (ZAFFARONI, 2011, p. 127):

A prevenção geral negativa, tomada em sua versão pura, pretende obter com a pena a dissuasão dos que não delinquiram e podem sentir-se tentados a fazê-lo. Com esse discurso, a criminalização assumiria uma função utilitária, livre de toda consideração ética e, por conseguinte, sua medida deveria ser a necessária para intimidar aqueles que possam sentir a tentação de cometer delitos, embora tenha a doutrina imposto limites mais ou menos arbitrários a tal medida.

Ou seja, verifica-se na teoria uma razão intimidatória de ser, seja pela persuasão ou pela efetiva condenação. A pena é utilizada como demonstração a potenciais criminosos do que poderá advir suas ações desviantes, esperando-se que com isso mais crimes sejam prevenidos.

No que diz respeito às teorias utilitaristas de prevenção geral, estas poderão ser integradoras ou intimidadoras, sendo assim descritas suas finalidades (ZAFFARONI, 2002, p. 212):

Com efeito, as quatro finalidades preventivas comumente indicadas pelo utilitarismo penal como justificações da pena, quais sejam a emenda ou correção do réu, a sua neutralização ou colocação em uma condição na qual não possa causar mal, o fato de conseguir dissuadir todos os outros de imitar-lo por meio do exemplo da punição ou de sua ameaça legislativa, a integração disciplinar destes com aqueles e o consequente reforço da ordem mediante a reafirmação dos valores jurídicos lesados dizem respeito somente à prevenção dos delitos.

É chamada de teoria da prevenção geral positiva aquela que também se vale da dissuasão para evitar o cometimento de crimes, não como intimidadora de indivíduos, mas sim com o intuito de criar um sentimento coletivo na sociedade de que o Direito Penal é eficaz e promove o bem estar. Assim, a pena é utilizada como elemento de coesão do sistema político-social, pela dotação de capacidade de reestabelecimento da confiança coletiva, que por ora é abalada pelas transgressões, bem como conferir estabilidade ao ordenamento, ou seja, renovar a fidelidade dos cidadãos no que tange às instituições (FERRAJOLI, 2002, p. 222).

O caráter integrador da prevenção geral positiva acaba por desviar o foco do agente que pratica delitos, para a sociedade, que têm o desejo de sentirem que a justiça foi realizada. Zaffaroni diferencia as duas teorias de prevenção geral do seguinte modo:

Em última análise, as duas versões de prevenção geral não se encontram tão distantes: enquanto a negativa considera que o medo provoca a dissuasão, a positiva chega a uma dissuasão provocada pela satisfação de quem acha que, na realidade, são castigados aqueles que não controlam seus impulsos e, por conseguinte, acha também que convém continuar controlando-os. Quanto às consequências sociais de sua lógica, a prevenção geral positiva não difere da negativa: quanto mais conflituosa for uma sociedade, em razão de sua injustiça estrutural, haverá menos consenso, e logo maiores penas serão aplicadas para produzir um nível de consenso necessário ao sistema (2011, p. 122).

A teoria da prevenção geral negativa é descrita por Ferrajoli como a “pena exemplar”. Também chamada pelo doutrinador de teoria da intimidação, visa fornecer um exemplo à generalidade por meio da aplicação da pena, que se dá com a condenação, além de representar uma ameaça às liberdades individuais de potenciais personalidades desviantes, por meio da cominação das penas na legislação (2002, p. 223). A mencionada teoria se vale de certo terrorismo penal legislativo para evitar o cometimento de crimes, respeitando aqui a máxima maquiavélica de que os fins justificam os meios:

Por derradeiro, a função preventiva geral, em razão do caráter abstrato da previsão legal quer dos delitos, quer das penas, enfocam o delito e não o delinquente individualmente, protegendo estes de tratamentos desiguais e personalizados com fins corretivos de emenda ou de terapia individual ou social ou para fins políticos de repressão exemplar (FERRAJOLI, 2002, p. 224).

Tratadas de forma geral as teorias da pena, torna-se possível compilar as informações e em um exercício de simplificação afirmar que há eminentemente duas funções para a pena no ordenamento jurídico, quais sejam, a de retribuição ao agente e a de prevenção de novos delitos. Assim, excetuado entendimento das teorias abolicionistas, a cominação de penas é justificada quando a utilidade da penalidade atribuída ao indivíduo desviante é superior ao sofrimento a ele causado. Os benefícios advindos da punição relacionam-se, em suma, aos seguintes pontos: (i) dissuasão

geral, ou seja, desincentivar potenciais criminosos ao cometimento de crimes; (ii) incapacitar o indivíduo de cometer crimes, por se encontrar privado de sua liberdade; e (iii) reabilitação e educação moral, isto é, a alteração da intenção ou motivação da personalidade desviante no objetivo de cometer um injusto.

Remetendo-nos à discussão acerca da responsabilização penal, analisaremos, então, os agentes envolvidos na inserção dos carros autônomos no tráfego de veículos. Inicialmente, levantamos o questionamento acerca do atingimento das funções e finalidades da pena, ao se cogitar a punição dos próprios agentes inteligentes.

No que diz respeito à retribuição, sabe-se que pena, em sua etimologia, advém de dor:

A sociedade industrial oculta-lhe até a própria etimologia, pois pena provém da latina poena, que tem por origem a voz grega poné, que corresponde a vingança, sentido que lentamente se foi acercando ao de dor, do pain inglês através da dupla Valencia ativa: castigar; passiva: sofrer (ZAFFARONI, 2003, p. 91).

Considerando o estado da arte da inteligência artificial, conforme tratado em seções anteriores, a máquina é incapaz de sentir. A dor e a “vingança” desejada pela sociedade com a adoção de uma teoria retributivista não seria efetiva, pois a punição pessoal não feriria a liberdade, sua autodeterminação e a vontade de convivência em sociedade, como fere a de pessoas naturais. Ainda que a pena se assemelhasse a uma pena de morte, como por exemplo, com a determinação da total destruição física ou a total reprogramação do agente inteligente, ainda não atingiria a inteligência artificial como atingiria um indivíduo, pois esta não é dotada de um desejo de (sobre)viver humano (GLESS, WEIGEND, 2014, p. 53), tal qual ocorre na ficção científica, tendo como exemplo HAL 9000, na série “Uma Odisseia no Espaço”.

As teorias utilitaristas também não fariam sentido neste caso. Seja por não ser possível desincentivar outros agentes autônomos do cometimento de crimes, no caso de aplicação de uma pena exemplar a um agente delituoso, uma vez que, incapazes de sentir, o medo não seria uma justificativa para alteração de sua programação e limites de atuação; por não fazer sentido eventual neutralização de um veículo envolvido em situação delituosa, já que diversos outros carros autônomos, de mesmo código fonte estariam em comercialização, enquanto um estaria privado de seu funcionamento; ou por estes não serem capazes de valorar o próprio comportamento

diante de uma consequência negativa, tal qual a sua privação de liberdade, em uma tentativa de reeducação forçada, além de tal tentativa ser desnecessária, pois encontra-se outras formas de se alterar uma programação de sistema de modos mais razoáveis e não absurdos.

Tarefa menos óbvia é apresentar razões para as finalidades da pena não serem efetivas também no caso dos agentes humanos por trás dos agentes inteligentes. Importa-nos os casos em que o condutor ou os indivíduos envolvidos no processo de fornecimento, não atuam com dolo, mas sim observando os deveres de cuidado e diligência, com ações dentro dos parâmetros legais e que se esperam do cidadão capaz de se autodeterminar, mas ainda assim diante da utilização dos veículos autônomos são produzidos resultados danosos, seja à propriedade privada, integridade física ou vida, por exemplo.

Sem levar em consideração o debate moral da teoria retributivista ou da dissuasão, parece-nos injusto que os seres humanos envolvidos no evento que produz dano a um bem jurídico, porém não possuam controle da vontade, em um típico caso fortuito, ou seja, em que a conduta não pode ser abrangida no tipo sob a forma de culpa e muito menos de dolo (ZAFFARONI, 2002, p. 378), devam sofrer as consequências da pena, para sofrimento por si só, ou para alijamento social. Além disso, neutralizar um indivíduo que de algum modo estava envolvido em um dano produzido por acidente de trânsito com veículo autônomo, não obstará ou mesmo potencialmente reduzirá a mesma ocorrência em outros casos, uma vez que não há controle operacional por parte dos seres humanos, sendo este um sistema independente de tomada de decisões.

No que diz respeito às demais teorias utilitaristas, considerando o objetivo de reeducação ou de convencimento pelo exemplo, defende-se também que não seriam eficazes na prevenção de novos delitos. Isto porque, conforme já informado, ocorrem cerca 1,3 milhão de acidentes no trânsito por ano, enquanto a venda de veículos encontra-se próxima ao número de 90 milhões anualmente. Ou seja, a punição de crimes ocorridos no trânsito não obsta a fabricantes e consumidores continuarem se valendo dos veículos para sua locomoção.

Nesse sentido, defende-se que seria inefetivo aplicar pena a seres humanos, com a intenção de transformar condutas praticadas pelo agente causador, quais sejam, a cessação da sua fabricação ou de algum modo influenciar a decisão de compra do carro independente. Do mesmo modo, também não é eficaz tornar os

agentes humanos exemplo para potenciais fornecedores e consumidores da tecnologia dos veículos autônomos, pois, semelhante ao que já ocorre, veículos seguem sendo a principal ferramenta de locomoção, mesmo diante da existência de tipos penais, inclusive específicos para regulamentação do trânsito.

Por último, viu-se que as teorias relativas foram construídas com base na seguinte premissa:

Nessa perspectiva, fica claro que a pena é um mal, porque não produz felicidade a quem é aplicada, mas do ponto de vista da utilidade pública (a suprema das felicidades individuais) é um bem, porque poupa dor mediante a prevenção particular e geral (ZAFFARONI, 2002, p. 247)

Se a intenção da aplicação da pena for, então, a redução da dor e sua prevenção particular, o Direito Penal não será o diploma correto para seu atingimento. Isto porque, consoante o exposto em seções anteriores, 90% dos acidentes de trânsito possuem causas humanas (SARAGIOTTO, 2020), e, em uma perspectiva de dissuasão, neutralizar a fonte de danos causados no tráfego de veículos é justamente afastar o ser humano da sua condução.

Em outras palavras, conforme defendido na seção que trata de risco permitido nesse trabalho, o ordenamento jurídico, com o fim de poupar sofrimento e dor a membros de sua sociedade, deverá incentivar a automação dos veículos, pois é de interesse geral a redução no número de acidentes de trânsito, um melhor tráfego urbano e rural, bem como, e em principal, a preservação de vidas.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inserção de veículos autônomos no cotidiano humano é um fenômeno que desafia a ordem jurídica e, como não poderia deixar de ser, também o Direito Penal. Os reveses encontrados pela justiça criminal diante de casos advindos da inteligência artificial não podem ser diretamente respondidos com recursos da dogmática tradicional. Em exame de *ultima ratio*, tão somente a existência de agentes autônomos, no grau de independência existente, são suficientes para que até mesmo a doutrina penal, ramo do direito criado exclusivamente para regulação de condutas humanas, passe a se questionar sobre o que especificamente de humano tem o ser humano.

As bases dogmáticas do Direito Penal, sobretudo no que tange à responsabilização de sujeitos, requer uma revisão instrumental apropriada, para regular a relação existente entre as máquinas inteligentes - cada vez mais ingerentes ao cotidiano humano – e as pessoas naturais, cada vez mais dependentes desta tecnologia.

Nesse sentido, foi verificado que a criação de uma punibilidade de veículos autônomos deve permanecer somente no campo das ideias, podendo ser revisitada a questão caso os pesquisadores sejam capazes de atingir o mais alto nível de liberdade para a inteligência artificial, podendo-se afirmar, com exatidão, a existência de funções cerebrais superiores e complexas, como a percepção sensorial, a capacidade de sentir dor, o senso de ser, a autodeterminação e a consciência (CICUREL, NICOLELIS, 2015, p. 26). A inteligência artificial embarcada nos carros autônomos não é sensível à pena, nem possui a capacidade de entendê-la, tampouco de assimilar verdadeiramente a reprovação ética ligada a um tipo penal, tal qual mencionado com a experiência conceitual do quarto chinês (SEARLE, 1984, p. 428), de modo que a aplicação do Direito Penal contra esse não sujeito não faria sentido sob a ótica pessoal, esvaziando as finalidades e funções da pena.

Conforme analisado, é factível se pensar em uma espécie de neutralização da máquina, por meio da suspensão de comercialização de seu *software*, destruição do banco de dados, da reprogramação ou até mesmo da sua própria eliminação. Todavia, quaisquer dessas penalidades recairiam não sobre a máquina, mas sim sobre seu fornecedor ou proprietário, não devendo uma responsabilidade penal genuína do próprio agente inteligente ser ajuizadamente considerado, enquanto este não tiver se

tornado também um agente moral. Ressalta-se ainda que, o conceito de conduta perpassa pelas ações humanas, assim como quase toda a legislação penal, sobretudo a brasileira, não sendo possível atribuir punibilidade aos agentes inteligentes também pela própria arquitetura basilar das normas penais.

Análise que se faz ainda mais complexa é a que diz respeito à responsabilidade dos agentes humanos relacionados à operação dos sistemas inteligentes de veículos autônomos. No que tange a causação de uma lesão a um bem jurídico tutelado pelo Direito Penal, deve-se punir o autor imediato sempre que o veículo autônomo tiver sido utilizado mediante sua vontade ou com conhecimento de que estava praticando uma ação desvalorada em tipo penal. Ou seja, sempre que um indivíduo se valer da inteligência artificial embarcada em carros para a prática de crimes, havendo dolo na conduta, deverá ser responsabilizado pelo Direito Penal, seja ele o fornecedor ou o proprietário. Isto porque, seria injusto que um ser humano pudesse transferir sua vontade ao agente inteligente, quando o utiliza como mero instrumento para a prática de crimes, desejando ou sabendo e aceitando que estes seriam cometidos.

Por sua vez, em se tratando da potencialidade de cometimento de crimes culposos, é dizer, quando a operação de um veículo autônomo levar a um resultado penalmente relevante, porém sem o conhecimento ou vontade dos agentes humanos envolvidos, surgem os problemas relativos às características do funcionamento da inteligência artificial. Consoante ao apresentado, para a configuração de condutas típicas culposas é necessária a configuração da inobservância de um dever objetivo de cuidado, de uma não diligência, que deve ser analisado nas condições concretas e no momento do fato.

Assim, sobrevém o problema da imprevisibilidade e da incontrollabilidade, pois, uma vez que os veículos autônomos não são totalmente previsíveis em seus comportamentos, interrompe-se o nexo de imputação entre a culpa e os resultados gravosos praticados, por parte dos sujeitos humanos que disponibilizam ou utilizam os carros inteligentes. Ademais, ressalta-se que há hermética dificuldade em se individualizar a conduta de agentes humanos por trás da tecnologia, considerando as capacidades de racionalidade, versatilidade e criatividade das máquinas inteligentes, tornando-se praticamente irrastrável a sua lógica na tomada de decisões.

Analisou-se ainda que há certos deveres de diligência que, considerada a sua razoabilidade, deverão ser tomados pelos desenvolvedores, operadores, cientista de dados e demais agentes humanos envolvidos no processo de fornecimento dos

veículos autônomos. É possível se estabelecer via programação original da máquina proteções básicas aos direitos dos indivíduos, ainda que esta conste com uma aprendizagem com base no intenso processamento de dados. No entanto, considerando o risco de desenvolvimento, espera-se que máquinas inteligentes cometam o que seria considerado por seres humanos falhas, cabendo aos operadores do direito a determinação dos limites de perigo socialmente aceitáveis no curso da tomada de decisões dos veículos autônomos.

Tratando-se da limitação aos deveres de cuidado objetivo, entendeu-se que a inserção de carros inteligentes no mercado automobilístico deverá ser compreendida como risco permitido, no que tangem aos riscos remanescentes, oriundos da sua capacidade de criatividade e adaptação para resolução de problemas, tendo em vista a relevante serventia social da adoção de tecnologia no transporte. Isto é, considerando a impossibilidade de se planejar completamente a árvore de decisões da inteligência artificial, bem como a imprevisão das soluções que por ela serão propostas, sendo estas capacidades justamente o que se espera da tecnologia quando de sua criação, o ordenamento jurídico não deverá desaproveitar toda e qualquer conduta danosa praticada por veículos autônomos, devendo determinar quais riscos são permitidos e quais são proibidos nas consequências advindas do tráfego de veículos autônomos.

Assim, no que diz respeito à aplicação do Direito Penal, verificou-se que há razoabilidade na exoneração de responsabilidade, com exceção dos atos relativos às condutas dolosas, no que diz respeito aos agentes humanos por detrás da operação de veículos autônomos. O benefício social geral que vem sendo e será cada vez mais aproveitado pela sociedade no aprimoramento da tecnologia dos veículos, justifica a aceitação dos riscos a eles inerentes. Para mitigação das ameaças aos direitos dos indivíduos, é coerente que a ordem jurídica normatize quais os deveres de cuidado devem ser razoavelmente adotados pelos fornecedores e pelos consumidores, bem como quais os riscos de desenvolvimento serão aceitáveis, do ponto de vista do dever de diligência.

Eventuais responsabilidades deverão pertencer ao campo do direito administrativo, consumerista e ou civil, enquanto a compreensão da tecnologia e a evolução das bases dogmáticas do Direito Penal não forem suficientes para previsão de condutas típicas, antijurídicas e culposas dos agentes humanos envolvidos no processo de fornecimento ou condução, ou, em última instância, até mesmo dos

próprios veículos autônomos. Para tanto, os trabalhos da esfera cível, tanto na Europa, quanto no Brasil, caminham para a recomendação de adoção de um regime de responsabilização objetiva da pessoa jurídica, disponibilização de seguros por danos causados pela inteligência artificial ou fundos de responsabilidade, bem como de um sistema de pontuação colaborativo global, visando uma maior acurácia da tecnologia, no que tange à prevenção de acidentes (GLESS, WEIGEND, 2014, p. 52).

A relação a ser equilibrada exigirá do aplicador do direito responsabilidade, criatividade e raciocínio lógico, para proposição de soluções que não tolha a sociedade de se valer dos irrecusáveis benefícios advindos da disrupção causada pela inteligência artificial no âmbito da mobilidade e segurança, e que, todavia, não signifiquem riscos intoleráveis para o funcionamento seguro da sociedade.

A aceitação social da tecnologia em estudo passará pela maximização da segurança e a minimização dos riscos. De todo modo, argumenta-se que o uso de veículos autônomos tem o potencial de redução de mais de 90% de mortes no trânsito, melhora em 60% na prevenção de emissão de gases poluentes, 10% de melhora no uso de combustíveis, 40% de redução no tempo de viagens, 500% de acréscimo na capacidade das vias e extinção do chamado *stop and go*, representando uma valorosa evolução na proteção de vidas humanas, na qualidade de vida e na economia global, números suficientes para se justificar o interesse na adoção cada vez maior dos veículos autônomos (KPMG, 2015).

Desse modo, diante do trabalho apresentado, sugere-se que os carros inteligentes deverão aceitos pela sociedade, devendo-se a ordem jurídica se adaptar com o intuito de promover a maior segurança jurídica aos indivíduos, sejam eles fornecedores, consumidores, pedestres ou motoristas. Acredita-se que somente mediante profundo debate doutrinário, com a realização de investigações complexas e, conseqüentemente, proposições de entendimentos e até mesmo sugestões normativas, será viabilizada a segurança jurídica necessária para a inclusão de carros autônomos no tráfego viário, garantindo-se que a sociedade possa se beneficiar das vantagens advindas do uso da inteligência artificial.

Portanto, o objetivo da pesquisa foi a contribuição e evolução do debate, tendo-se concluído pela dificuldade na utilização do Direito Penal, no estado em que se encontra, para regulação da tecnologia. Diante disso, espera-se que a pesquisa seja capaz de gerar contribuições heurísticas suficientes para desenvolvimento do debate, visando potencializar os próximos trabalhos doutrinários e normativos nesta área.

12 BIBLIOGRAFIA DO TRABALHO

ABBOTT, Ryan. *I Think, Therefore I Invent: Creative Computers and the Future of Patent Law*. In *Boston College Law Review*, 2016, v. 57, p. 1084.

ADAPTIVE AUTOMATED DRIVING. *Advancing Automated Driving // Automated Driving Applications and Technologies for Intelligent Vehicles*. 2014. Disponível em: < https://www.adaptive-ip.eu/index.php/AdaptIVe_A4_factsheet-file=files-adaptive-content-downloads-Factsheets-AdaptIVe_A4_factsheet.pdf >. Acesso em 11 de mai. 2021.

_____. *Consortium*. 2014. Disponível em: < <https://www.adaptive-ip.eu/index.php/consortium.html> >. Acesso em 11 de mai. 2021.

AGÊNCIA BRASIL. *Carros autônomos deverão estar no mercado até 2025, diz pesquisador*. Disponível em < <https://www.istoedinheiro.com.br/carros-autonomos-deverao-estar-no-mercado-ate-2025-diz-pesquisador/> >. Acesso em 12 fev. 2020.

ALARIE, Benjamin; NIBLETT, Anthony; YOON, Albert H. *How Artificial Intelligence Will Affect the Practice of Law*. Universidade de Toronto, 2017. Disponível em < <https://ssrn.com/abstract=3066816> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3066816> >. Acesso em 01 jun. 2018.

ASIMOV, Isaac. *I, Robot*. Greenwich, Conn: Fawcett Publications, 1950.

BALKIN, Jack M. *The Three Laws of Robotics in the Age of Big Data*. Ohio State Law Journal, v. 78, p.1217-1241, 2017.

BARKER-PLUMMER, David. *Turing Machines*. Disponível em: < <http://plato.stanford.edu/entries/turing-machine/> >. Acesso em 04 de abr. 2021.

BATISTA, Nilo. *Introdução crítica ao direito penal brasileiro*. 12. ed. Rio de Janeiro: Revan, 2011.

BBC. *Tesla: acidente com carro 'sem motorista' mata 2 pessoas nos EUA*. 2021. Disponível em: < <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-56806154> >. Acesso em: 16 de mai. 2021.

BECK, Ulrich. *A Sociedade do Risco. ed. brasileira*. São Paulo: Editora 34 Ltda, 2010. Disponível em: < https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5299999/mod_resource/content/1/Ulrich%20Beck%20-%20Sociedade%20de%20risco_%20Rumo%20a%20uma%20Outra%20Modernidade.pdf >. Acesso em: 04 de jul. 2021.

BELLMAN, Richard E. *Dynamic Programming*. In Princeton University Press, New Jersey, 1957.

BELTZ, Brian. *100+ Car Accident Statistics [Updated for 2021]*. Disponível em: < <https://safer-america.com/car-accident-statistics/#impact> >. Acesso em 05 mai. 2021.

_____. *Mais de 100 estatísticas de acidentes de carro [atualizado para 2021]*. Disponível em < <https://safer-america.com/car-accident-statistics/#impact> >. Acesso em 15 de mai. 2021.

BENJAMIN, Antônio Herman de Vasconcellos; MARQUES, Cláudia Lima; BESSA, Leonardo Roscoe. *Manual de direito do consumidor*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1991.

BETZ, Sunny. *The Top 25 Self-Driving Car Companies Paving the Way for an Autonomous Future*. Disponível em: < <https://builtin.com/transportation-tech/self-driving-car-companies> >. Acesso em: 05 de mai. 2021.

BEVILAQUA, Clóvis. *Código Civil dos Estados Unidos do Brasil comentado*. Edição histórica. Rio de Janeiro: Ed. Rio, 1976.

BITENCOURT, Cezar Roberto. *Tratado de direito penal*. São Paulo: Saraiva, 2007.

BRANDÃO, Cláudio R. C. B. *Teorias da conduta no direito penal*. 2000. Disponível em: < https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/48334027/teorias_da_conduta-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1628077992&Signature=eJkso2FbK7tRRvFf~NvbBuHiF2by~1WUzFV0k1iYoiS5hze146DdWC2A4pXCYOXHD55J0nr2JPdeGMKohtzbb~IX63wnhjZtOtOrmh0KZtZ5QVoMdvFgeJDCveb8u4wm9mdujcNkT-bv8-Pp85vb7yuV3Yzn9QhyPvuSACXm3VP4gDR5zdBq9v-xrd-Kz7TUHWZ79KHbl08NK0TmspEmzVfn~NkNWonJ6cbtYsrhtHrTz3FxQpxa72NLeRg0BSf2fKZuPtoz8ZM-p3~IQXBtHRiJ8GymPLc-e0togsNs9s8zX20lpQtxi5DsEmNmhffWqpykFe1xvYT8P5SoZiHug__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA >. Acesso em: 04 de jun. 2021.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*, de 05 de outubro de 1988. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm >. Acesso em: 04 de mai. 2021.

_____. Lei Federal nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. *Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências*. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078compilado.htm >. Acesso em 12 de jul. 2021.

_____. Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. *Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências*. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm >. Acesso em 25 de jun. 2021.

_____. Projeto de Lei nº 5.051, de 16 de setembro de 2019. *Estabelece os princípios para o uso da Inteligência Artificial no Brasil*. Disponível em: < <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=8007560&ts=1624912281688&disposition=inline> >. Acesso em 13 de jul. 2021.

_____. Projeto de Lei nº 872, de 12 de março de 2021. *Dispõe sobre o uso da Inteligência Artificial*. Disponível em: < <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=8939920&ts=1626457977511&disposition=inline> >. Acesso em 13 de jul. 2021.

BRODT, Luís A. S.; MENEGHIN, Guilherme D. S. Responsabilidade penal da pessoa jurídica: um estudo comparado. *Revista dos Tribunais*, vol. 961, 2015.

BRUNO, Aníbal. *Direito Penal: Parte Geral*. Rio de Janeiro: Forense, 5 ed., 1967.

BUSATO, Paulo C.; GRECO, Luís. *Responsabilidade Penal de Pessoas Jurídicas*. São Paulo: Editora Tirant Lo Blanch Brasil, 2018.

CALLEGARI, André L.; LINHARES, Raul M. *Direito penal e funcionalismo: um novo cenário da teoria geral do delito*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2017.

CALO, Ryan. *Artificial Intelligence Policy: A Primer and Roadmap*. Davis: University of California, 2017.

_____. *Robotics and the Lessons of Cyberlaw*. *California Law Review*, v. 103, n. 3, p. 513-563, 2015.

CAMACHO, Adriano. *Em parceria com Facebook e WhatsApp, TSE espera identificar robôs*. Disponível em: < <https://www.tecmundo.com.br/redes-sociais/204570-parceria-facebook-whatsapp-tse-espera-identificar-robos.htm> >. Acesso em: 15 de jan. 2021.

CANO, R. Jiménez. *Carro sem motorista da Uber provoca primeiro acidente fatal*. Nova York: El País, 2018.

CAPEZ, Fernando. *Curso de direito penal: parte geral*. 10. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

CARDOSO, Renato C. *Livre Arbítrio. Uma Abordagem Interdisciplinar*. Belo Horizonte: Editora Artesã, 2017.

CARVALHO, Carlos H. R. *Custos dos Acidentes de Trânsito no Brasil: estimativa simplificada com base na atualização das pesquisas do IPEA sobre custos de acidentes nos aglomerados urbanos e rodovias*. Disponível em: < <https://www.ipea.gov.br/atlasviolencia/arquivos/artigos/7018-td2565.pdf> >. Acesso em 19 abr. 2021.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. *Global Road Safety*. Disponível em: < <https://www.cdc.gov/injury/features/global-road-safety/index.html#:~:text=Every%20day%2C%20almost%203%2C700%20people%20are%20killed%20globally,those%20killed%20are%20pedestrians%2C%20motorcyclists%2C%20and%20cyclists.%204> >. Acesso em 04 mai. 2021.

CHAKRABORTY, Monomita. *The Spectacular Growth of Artificial Intelligence*. Disponível em: < <https://www.analyticsinsight.net/the-spectacular-growth-of-artificial-intelligence-today/> >. Acesso em 05 de jul. 2021.

CHALMERS D. J. *The Conscious Mind: in a Search of a Theory of Conscious Experience*. Santa Cruz: University of California, 1995.

CHARNIAK, Eugene; McDermott, Drew V. *Introduction to Artificial Intelligence*. 1987. Disponível em: < <https://archive.org/details/introductiontoar00euge> >. Acesso em: 01 jul. 2021.

CHINA. *Governance Principles for a New Generation of Artificial Intelligence: Develop responsible artificial intelligence*. 2017. Disponível em: < <https://perma.cc/V9FL-H6J7> >. Acesso em 12 jul. 2021.

CHRISTIANO, Paul. *Prosaic AI Alignment*. 2016. Disponível em: < <https://ai-alignment.com/prosaic-ai-control-b959644d79c2> >. Acesso em: 01 jul. 2021.

CICUREL, R. NICOLELIS, M. A. L. *O cérebro relativístico: como ele funciona e por que ele não pode ser simulado por uma máquina de Turing*. 1 ed. São Paulo: Kios Press, 2015.

CLARKE, Arthur, C. *Uma odisseia no espaço*. 1968, 221 páginas. Disponível em: < <http://www.portugues.seed.pr.gov.br/arquivos/File/odisseia.pdf> >. Acesso em 22 de jul. 2021.

COHEN, Esther. *Law, Folklore and Animal Lore, Past and Present*. Oxford University Press. 1986. Disponível em: < <https://www.jstor.org/stable/650647?seq=1> >. Acesso em 11 de fev. 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. *Painel CNT do Transporte Rodoviário*. Disponível em: < <https://www.cnt.org.br/painel-cnt-transporte-rodoviario> >. Acesso em: 05 mai. 2021.

COPELAND, B. *The Essential Turing: The Ideas that Gave Birth to the Computer Age*. Oxford: Clarendon Press, 2006, p. 29.

CRASH AVOIDANCE METRICS PARTNERS LLC (CAMP). *Automated Vehicle Research for Enhanced Safety (AVR) Project*. 2013. Disponível em: < <https://www.campllc.org/avr/> >. Acesso em 11 de mai. 2021.

CZERWONKA, Mariana. *Em 2020 foram pagas mais de 33 mil indenizações por mortes no trânsito brasileiro*. Disponível em: < <https://www.portaldotransito.com.br/noticias/em-2020-foram-pagas-mais-de-33-mil-indenizacoes-por-mortes-no-transito-brasileiro/> >. Acesso em 04 abr. 2021.

DAVID, Shichor. *The Meaning and Nature of Punishment*. Long Grove: Waveland Press, 2006.

DEHAENE, Stanislas. *Consciousness and the Brain: Deciphering How the Brain Codes Our Thoughts*. New York: Penguin Books, 2014.

ËNGLANDER, Armin. *O veículo autônomo e o tratamento de situações dilemáticas*. Traduzido por Heloísa Estellita. São Paulo: Marcial Pons, 2016.

ENGLISH, Trevor. *How Do Self-Driving Cars Work?* Disponível em: < <https://interestingengineering.com/how-do-self-driving-cars-work> >. Acesso em 14 mai. 2021.

ESTADÃO. *Twitter é acusado de racismo por priorizar fotos de pessoas brancas*. Disponível em: < <https://link.estadao.com.br/noticias/geral,twitter-e-acusado-de-racismo-por-priorizar-fotos-de-pessoas-brancas,70003446490> >. Acesso em 18 de fev. 2021.

ESTADOS UNIDOS. *Executive Order on Maintaining American Leadership in Artificial Intelligence*. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/executive-order-maintaining-american-leadership-artificial-intelligence/>.

Acesso em: 12 jul. 2021.

_____. *House Resolution 153: Supporting the development of guidelines for ethical development of artificial intelligence*. Disponível em: < <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-resolution/153/text> >. Acesso em: 12 jul. 2021.

_____. *House Resolution 2231: Algorithmic Accountability Act*. Disponível em: <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/2231/text>. Acesso em: 12 jul. 2021.

_____. *House Resolution 4625: Future of Artificial Intelligence Act*. Disponível em: <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/4625?q=%7B%22search%22%3A%5B%22the%22%5D%7D>. Acesso em: 12 jul. 2021.

_____. *National Transportation Safety Board: Public Meeting of November 19, 2019, Collision Between Vehicle Controlled by Developmental Automated Driving System and Pedestrian*, p. 1-5, 2019. Disponível em: <https://www.nts.gov/news/events/Documents/2019-HWY18MH010-BMG-abstract.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2019.

ESTIGARRIBIA, Juliana. *Direção sem as mãos? Ford quer vender 100.000 carros “hands free” em 2021*. 2020. Disponível em: < <https://exame.com/negocios/direcao-sem-as-maos-ford-quer-vender-100-000-carros-hands-free-em-2021/> >. Acesso em 12 de mai. 2021.

ETHERINGTON, Darell. *Tesla hires deep learning expert Andrej Karpathy to lead Autopilot vision*. Disponível em: < <https://techcrunch.com/2017/06/20/tesla-hires-deep-learning-expert-andrej-karpathy-to-lead-autopilot-vision/> >. Acesso em 08 de jun. 2021.

EUROPEAN FIELD STUDIES TELL US. *França: Laboratório de Acidentologia, Biomecânica e Comportamento Humano da PSA Peugeot Citroen Renault*, 2018.

EVANNS, Edward P. *The Criminal Prosecution and Capital Punishment of Animals*. *Lawbook Exchange*. 2013. Disponível em: < <https://www.gutenberg.org/ebooks/43286> >. Acesso em 05 de fev. 2021.

EWING, Jack. *How Germany Hopes to Get the Edge in Driverless Technology*. 2021. Disponível em: < <https://www.nytimes.com/2021/07/14/business/germany-autonomous-driving-new-law.html> >. Acesso em: 16 de jul. 2021.

FERRAJOLI, Luigi. *Direito e razão: teoria do garantismo penal*. 3. ed. revista. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2002.

FERREIRA, Mariana S. P; ARAÚJO, Vitor E. L. *Os males da prisionização: a pena privativa de liberdade como fomentadora da violência*. Disponível em: < https://www.ibccrim.org.br/media/posts/arquivos/32/Liberdades27_DireitosHumanos_04.pdf >. Acesso em: 02 jul. 2021.

FREITAS, Tainá. *Justiça dos EUA decide os culpados por morte em acidente com carro autônomo da Uber*. Startse, 2019.

GALUPPO, Marcelo. C. *Metodologia de pesquisa*. Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2007, 66p.

_____. *Da Ideia à Defesa: Monografias e Teses Jurídicas*. 2 ed. Belo Horizonte: Mandamentos, 2008.

GLESS, Sabine B; WEIGEND, Thomas K. *Agentes Inteligentes e o Direito Penal*. Traduzido por Heloísa Estellita. São Paulo: Marcial Pons, 2014.

GOMES, Luiz F. *Proibição do “regressus ad infinitum”*. 2011. Disponível em: < <https://professorlfg.jusbrasil.com.br/artigos/121922810/proibicao-do-regressus-ad-infinitum> >. Acesso em: 28 de mar. de 2021.

GOVERNO DO BRASIL. *Brasil registra queda em número de mortes no trânsito*. Disponível em: < <https://www.gov.br/pt-br/noticias/transito-e-transportes/2020/09/brasil-registra-queda-em-numero-de-mortes-no-transito> >. Acesso em 18 abr. 2021.

GRANT, Kristin W. *How To Think About Artificial Intelligence The Music Industry*. Disponível em: < <https://www.forbes.com/sites/kristinwestcottgrant/2017/12/10/how-to-think-about-artificial-intelligence-in-the-music-industry/#3c8055557d4a> >. Acesso: em 02 jul. 2018.

GRECO, Luís. *Um panorama da teoria da imputação objetiva*. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 4ª ed. rev. atualizada, 2014.

GREENE, Joshua; COHEN, Jonathan. *For the law, neuroscience changes nothing and everything*. Phil. Trans. Royal Society, London. B(2004)359, 1775–1785. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1693457/>>. Acesso em 04 ago. 2021.

GUSTIN, Miracy Barbosa de Sousa; DIAS, Maria Tereza Fonseca. *(Re)pensando a pesquisa jurídica: teoria e prática*. Belo Horizonte: Del Rey, 2002.

HALLEVY, Gabriel. *The Criminal Liability of Artificial Intelligence Entities – From Science Fiction to Legal Social Control*. Akron, 2010, 4 ed.

HAWKINS, Andrew J. *Elon Musk called lidar a ‘crutch,’ but now Tesla is reportedly testing Luminar’s laser sensors*. Disponível em: <<https://www.theverge.com/2021/5/24/22451404/tesla-luminar-lidar-elon-musk-autonomous-vehicles>>. Acesso em 06 abr. 2021.

HAWKINS, Andrew J. *Fiat Chrysler plans to launch a robot taxi service in China*. Disponível em: <<https://www.theverge.com/2020/2/10/21131588/fiat-chrysler-autox-self-driving-taxi-china>>. Acesso em 05 fev. 2020.

HEBB, Donald O. *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*. New York: Wiley & Sons, 1949. Disponível em <https://pure.mpg.de/rest/items/item_2346268_2/component/file_2346267/content>. Acesso em: 02 abr. 2021.

HILGENDORF, Eric. *Direito e Máquinas Autônomas. Um esboço do problema*. Traduzido por Heloísa Estellita. São Paulo: Marcial Pons, 2015.

HOLLISTER, Sean. *Tesla's new self-driving chip is here, and this is your best look yet*. 2019. Disponível em: < <https://www.theverge.com/2019/4/22/18511594/tesla-new-self-driving-chip-is-here-and-this-is-your-best-look-yet> >. Acesso em 06 de jun. 2021.

HUNTER, Lawrence. *Artificial Intelligence And Molecular Biology*. Boston: MIT Press Classics, 1 ed, 1993, p. 12-15.

HUTTER, Marcus. *Universal Artificial Intelligence: Sequential Decisions based on Algorithmic Probability*. Berlim: Springer, 2005, p. 125.

IEEE Global *Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems*. Disponível em: <https://standards.ieee.org/industry-connections/ec/autonomous-systems.html>. Acesso em 13 jul. 2021.

IIHS. *Fatality Facts 2019 Yearly Snapshot*. Disponível em: < <https://www.iihs.org/topics/fatality-statistics/detail/yearly-snapshot> >. Acesso em 03 mai. 2021.

INGLATERRA. *Vehicle Technology and Aviation Bill 2016-17*. Disponível em: < <https://services.parliament.uk/bills/2016-17/vehicletechnologyandaviation.html> >. Acesso em 24 jan. 2020.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. *IEEE Standard Classification for Software Anomalies, IEEE Std 1044-2009 – Revision of IEEE Std 1044-1993*. New York: IEEE Computer Society, 2010. p. 5-6.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO/TC 204 Intelligent transport systems*. Disponível em: < <https://www.iso.org/committee/54706.html> >. Acesso em 11 de mai. 2021.

INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM. *Road Safety Annual Report 2019*. Disponível em: < <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/irtad-road-safety-annual-report-2019.pdf> >. Acesso em 02 mai. 2021.

_____. *Road Safety Annual Report 2020*. Disponível em: < <https://www.itf-oecd.org/road-safety-annual-report-2020#:~:text=Road%20Safety%20Annual%20Report%202020%20The%20Road%20Safety,on%20road%20safety%2C%20known%20as%20the%20IRTAD%20Group.> >. Acesso em 02 mai. 2021.

ISTOÉ DINHEIRO. *Carros autônomos ultrapassam 100 mil viagens em Las Vegas*. Disponível em: < <https://www.istoedinheiro.com.br/carros-autonomos-ultrapassam-100-mil-viagens-em-las-vegas/> >. Acesso em 04 fev. 2020.

_____. *Drone autônomo atacou soldados na Líbia por conta própria*. Disponível em: < <https://www.istoedinheiro.com.br/drone-autonomo-atacou-soldados-na-libia-por-conta-propria/> >. Acesso em: 13 de mai. 2021.

JESCHECK, Hans-Heinrich; WEIGEND, Thomas. *Tratado de derecho penal: parte general*. Trad. Miguel Olemdo Cardenete, 5. ed. Granada: Comares, 2002.

JESUS, Damásio E. de. *Direito Penal: Parte Geral*. 32 ed. São Paulo: Saraiva, 2011. Disponível em: < <https://direitouninvest.files.wordpress.com/2016/08/damasio-de->

jesus-direito-penal-1-parte-geral-32c2aa-edic3a7c3a3o.pdf >. Acesso em: 05 de ago. 2020.

JORDAN, John. *ROBOTS*. Cambridge: MIT Press, 2016. Disponível em: < https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=yQ9DDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP7&dq=robots&ots=gN4pmxXWY9&sig=_ra8KUSnNrCroTBFoceWg1Fa-RQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false >. Acesso em 02 de jul. 2021.

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

KIM, J. H.; LEE, C. H.; KUPPUSWAMY, N. *Evolving personality of a genetic robot in ubiquitous environment*. In: 16yh IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, 2007, p. 848-853.

KPMG. *Connected and Autonomous Vehicles – The UK Economic Opportunity*. Disponível em: < <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/images/2015/05/connected-and-autonomous-vehicles.pdf> >. Acesso em 01 mai. 2021.

KURTZWEIL, Ray. *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. Toronto: Penguin Books, 2005.

LANCTOT, Roger. *Accelerating the Future: The Economic Impact of the Emerging Passenger Economy*. 2017. Disponível em: < <https://newsroom.intel.com/newsroom/wp-content/uploads/sites/11/2017/05/passenger-economy.pdf> >. Acesso em 07 de jun. 2021.

LANDMARK DIVIDEND. *Self-Driving Car Technology: How Do Self-Driving Cars Work?* Disponível em: < <https://www.landmarkdividend.com/self-driving-car/> >. Acesso em 01 mai. 2021.

LIBET, Benjamin. *Do we have a free will.* Disponível em: < <https://philpapers.org/rec/LIBDWH> >. Acesso em 04 de ago. 2021.

LISBOA, Alveni. *Twitter constata que seu algoritmo de corte de fotos é mesmo racista.* Disponível em: < <https://canaltech.com.br/apps/twitter-constata-que-seu-algoritmo-de-corte-de-fotos-e-mesmo-racista-185388/> >. Acesso em: 15 mai. 2021.

LISZT, Fran V. *Tratado de Direito Penal Alemão.* Tradução da última edição e comentado por José Higinio Duarte Pereira. Tomo I, Rio de Janeiro: Briguiet e C. Editores, 1899.

LOHR, Jason D.; LOVELLS, Hogan. *Managing Patent Rights in the Age of Artificial Intelligence.* Law.com, 2016. Disponível em: < <https://www.law.com/legaltechnews/almID/1202765385194/Managing-Patent-Rights-in-the-Age-of-/?slreturn=20180603173326> >. Acesso em: 01 dez. 2017.

LOPES, Giovana F. P. *Inteligência Artificial (IA): considerações sobre personalidade, imputação e responsabilidade.* 2020. Disponível em: < <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/34056> >. Acesso em: 05 mar. 2021.

LOUKIDES, Mike; LORICA, Ben. *What is Artificial Intelligence?* Califórnia: O'Reilly Media, 2016.

MACDONALD, Fiona. *Stephen Hawking Says Most of Our History Is “The History of Stupidity” and We Are About to Make Another Big Mistake*. In: Science Alert, 2016. Disponível em < <https://www.sciencealert.com/stephen-hawking-says-most-of-our-history-is-the-history-of-stupidity> > Acesso em 04 dez. 2018.

MARRA, William C.; MCNEIL, Sonia K. *Understanding “The Loop”: Regulating the Next Generation of War Machines*. In Harvard Journal of Law and Public Policy, v. 36, n. 3, 2013. Disponível em: < <https://ssrn.com/abstract=2043131> > Acesso em 01 jul. 2018.

MASSIMINI, Marcello; TONONI, Giulio. *Sizing Up Consciousness: Towards an Objective Measure of the Capacity for Experience*. New York: Oxford University Press, 2018.

MATTERN, Shannon. *Mapping Intelligent Agents*. Disponível em: < https://placesjournal.org/article/mappings-intelligent-agents/?gclid=CjwKCAjwuvmHBhAxEiwAWAYj-COHDcUsU07h8lZ_Xj583aeYG9FOeoTcGSmrT_gZ_IKCGnKrvD-J-BoCHXwQAvD_BwE&cn-reloaded=1#ref_2 >. Acesso em: 03 de abr. 2021.

MATTHIAS, Andreas. *The responsibility gap: ascribing responsibility for the actions of learning automata*. Ethics and Information Technology, v. 6, n. 3, p. 175-183, 2004.

MAURACH, Reinhart. *Tratado de Derecho Penal*. Tradução e notas de Juan Córdoba Roda. Barcelona: Ediciones Ariel, 1962.

MCCARTHY, John.; MINSKY, Marvin; ROCHESTER, Nathaniel; SHANNON, Claude. E. *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*. Disponível em: < <http://raysolomonoff.com/dartmouth/boxa/dart564props.pdf> >. Acesso em 01 fev. 2020.

MCDERMOTT, Drew. *Artificial intelligence meets natural stupidity*. In: HAUGELAND, John. *Mind design: philosophy, psychology and artificial intelligence*. Cambridge: The MIT Press, 1981.

MEDEIROS, Alberto R. *Direito e Liberdade: reflexões sobre a natureza humana no plano da Jusfilosofia e da Neurociência*. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 126 p., 2014.

MICHAELIS. *Dicionário Português Brasileiro*. 2021. Disponível em: < <https://michaelis.uol.com.br/busca?id=4Gyp> >. Acesso em: 03 jul. 2021.

MIR, José C. *Curso de Derecho Penal Español*. Madrid: Tecnos, 1997.

MULHOLLAND, Caitlin. *Responsabilidade Civil e Processos Decisórios Autônomos em Sistemas de Inteligência Artificial (IA): Autonomia, imputabilidade e responsabilidade*. In: FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin (Orgs.). *Inteligência Artificial e Direito: Ética, regulação e responsabilidade*. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2019, p. 325-348.

NAÇÕES UNIDAS. UNESCO's *Report of COMEST on robotics ethics*. 2017. Disponível em: < <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253952> >. Acesso em: 10 de jul. 2021.

OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA. *90% dos acidentes são causados por falhas humanas, alerta observatório*. 2017. Disponível em: <https://www.onsv.org.br/90-dos-acidentes-sao-causadospor-falhas-humanas-alerta-observatorio/>. Acesso em: 10 jul. 2018.

ONDRUS, Jan; KOLLA, Eduard; VERTAL, Peter; SARIC, Zejko. *How do autonomous cars work*. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146520300995> >. Acesso em 06 mai. 2021.

OPEN COMMUNITY FOR ETHICS IN AUTONOMOUS SYSTEMS – OCEANIS. *About*. Disponível em: < <https://ethicsstandards.org/> >. Acesso em 13 jul. 2021 >

PEREBOOM, Derk. *Living without free will*. Nova Iorque: Cambridge University, 2002.

PINHEIRO, Guilherme Pereira; BORGES, Maria Ruth; MELLO, Flávio Luis de. *Danos envolvendo veículos autônomos e a responsabilidade civil do fornecedor*. Revista Brasileira de Direito Civil – RBDCivil, Belo Horizonte, v. 21, p. 247-267, 2019.

PINKER, Steven. *Como a mente funciona*. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

PRATA, Tárík. A. *Dificuldades da Concepção de John Searle sobre a Redução da Consciência: O Problema das Capacidades Causais*. Natal: Revista da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, v. 15, p. 5-29, 2008.

RAVID, Shlomit Y.; LIU, Xiaoqiong J. *When Artificial Intelligence Systems Produce Inventions: The 3A Era and An Alternative Model for Patent Law*. In *Cardozo Law Review*, 2017.

RAWLS, John. *The idea of an overlapping consensus*. Disponível em: < <https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/oxfjls7&div=7&id=&page=>>. Acesso em: 01 jul. 2021.

REINO UNIDO. *AI in the UK: Ready? Willing and Able?* Disponível em: < <https://publications.parliament.uk/pa/ld201719/ldselect/ldai/100/100.pdf> > Acesso em: 12 jul. 2021.

RICHARDS, Neil M.; SMART, William D. *How should the law think about robots?* In: CALO, Ryan; FROOMKIN, A. Michael; KERR, Ian (orgs.) *Robot Law*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2016.

ROACH, John. *Microsoft researchers build a bot that draws what you tell it to*. Microsoft, 2018. Disponível em: < <https://blogs.microsoft.com/ai/drawing-ai/> >. Acesso em: 02 jul. 2018.

RODRIGUES, J. C. *Os 5 níveis de autonomia em carros autônomos*. Disponível em: < <https://www.updateordie.com/2017/06/08/os-5-niveis-de-autonomia-em-carros-autonomos/> >. Acesso em: 12 fev. 2020.

RODRIGUEZ, Henrique. *Quase autônomo, novo Mercedes Classe E chega por R\$ 309.900*. 2016. Disponível em: < <https://quatorrodas.abril.com.br/noticias/quase-autonomo-novo-mercedes-classe-e-chega-por-r-309-900/> >. Acesso em 13 de mai. 2021.

ROXIN, Claus. *Funcionalismo e imputação objetiva no direito penal*. Tradução: Luís Greco. Rio de Janeiro: Renovar, 2002.

_____. *Política criminal e sistema jurídico-penal*. Tradução: Luís Greco. Rio de Janeiro: Renovar, 2002.

_____. *Estudos de Direito Penal*. Tradução: Tradução: Luís Greco. Rio de Janeiro: Renovar, 2006.

RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. *Artificial Intelligence: a modern approach*. 3. ed. New Prentice-Hal, 2010.

SCHWAB, Klaus. *A Quarta Revolução Industrial*. São Paulo: Edipro, 2016.

SEARLE, John Rogers. *Mind, brains and programs. Behavioural and Brain Sciences*. In: MA: MIT Press, 1984, v.3, 417-457.

_____. *The Rediscovery of the Mind*. Londres: MIT Press, 1992.

_____. *O Mistério da Consciência*. Tradução de André Pinheiro e Vladmir Safatle. São Paulo: Paz e Terra, 1998.

_____. *Mind: a brief introduction*. Oxford: Oxford University Press, 2004.

SFERCO, Raimondo; PAGE, Yves; COZ, Jean-Yves L.; FAY, Paul A. *POTENTIAL EFFECTIVENESS OF ELECTRONIC STABILITY PROGRAMS (ESP) – WHAT EUROPEAN FIELD STUDIES TELL US*. Disponível em: < <https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2001-06-0192/> >. Acesso em 03 mai. 2021.

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS (SAE INTERNATIONAL). *Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*. Disponível em: < https://www.sae.org/standards/content/j3016_201609/ >. Acesso em 10 de mai. 2021.

SOCIETY OF AUTOMOBILE ENGINEERS. *Levels of driving automation*. Disponível em: < <https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic> >. Acesso em: 15 jan. 2020.

_____. *Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*. Disponível em: < https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/ >. Acesso em 10 de mai. 2021.

_____. *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 10 de mai. 2021.

SOON, Chun S.; BRASS, Marcel; HEINZE, Hans-Jochen; HAYNES, John-Dylan. *Unconscious determinants of free decisions in the human brain*. Disponível em: < <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0021612> >. Acesso em: 04 ago. 2021.

SOUSA, Alberto R. D. *Estado de necessidade: um conceito novo e aplicações mais amplas*. Rio de Janeiro: Forense, 1979.

SUSSKIND, Richard. *Tomorrow's Lawyers: An Introduction to Your Future*. Oxford: Oxford University Press, 2013.

SUTHERLAND, N.S. *The International Dictionary of Psychology*. In: Continuum, New York, 1989.

TALBOTT, Selika J. *The Political Economy Of Autonomous Vehicles*. Disponível em: < <https://www.forbes.com/sites/selikajosiahtalbott/2020/06/23/the-political-economy-of-autonomous-vehicles/?sh=148c7c0b1555> >. Acesso em: 09 de mai. 2021.

TAVARES, Juarez. *Direito Penal da Negligência. Uma contribuição à teoria do crime culposos*. 2ª ed. rev. amp. Rio de Janeiro: Lúmen Júris, 2003.

TEIXEIRA, J.F. *On Chalmers Theory of Consciousness*. Psicologia USP, São Paulo, v.8, n.2, p.109-128, 1997.

TEMPLETON, Brad. *Waymo study says their cars can prevent accidents caused by other drivers*. Disponível em: < <https://www.forbes.com/sites/bradtempleton/2021/03/08/waymo-study-says-their->

cars-would-be-very-good-at-avoiding-accidents/?sh=3c372f8721f6 >. Acesso em 20 de jul. 2021.

_____. *Elon Musk's War On LIDAR: Who Is Right And Why Do They Think That?* 2019. Disponível em: < <https://www.forbes.com/sites/bradtempleton/2019/05/06/elon-musks-war-on-lidar-who-is-right-and-why-do-they-think-that/?sh=230aedcf2a3b> >. Acesso em 16 de jun. 2021.

TEPEDINO, Gustavo; SILVA, Rodrigo. *Inteligência Artificial e Elementos da Responsabilidade Civil*. Disponível em: < <https://rbdcivil.emnuvens.com.br/rbdc/article/view/465> >. Acesso em: 10 de jul. 2021.

TURING, Allan M. *Computing Machinery and Intelligence*. In *Mind*, vol. 49, p. 433-460. 1950.

UNIÃO EUROPEIA. *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Artificial Intelligence for Europe (COM/2018/237)*. Bruxelas: Comissão Europeia, 2018. Disponível em: < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2018%3A237%3AFIN> >. Acesso em: 03 de mai. 2021.

_____. *European Parliament resolution of 16 February 2017 with recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics (2015/2103-INL)*. Estrasburgo: Parlamento Europeu, 2017. Disponível em: < http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_EN.html >. Acesso em: 11 jul. 2021.

UNIVERSITY OF CAMBRIDGE. *Driverless cars working together can speed up traffic by 35 percent.* Disponível em: < www.sciencedaily.com/releases/2019/05/190519191641.htm >. Acesso em 03 fev. 2021.

VALENTE, Jonas. *Brasil está atrasado na corrida por inteligência artificial.* Disponível em: < <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-08/brasil-esta-atrasado-na-corrida-pelo-desenvolvimento-da-inteligencia> >. Acesso em: 04 abr. 2021.

VALLEJO, Manuel J. *El concepto de accion em la dogmática penal.* Colex, 1994, p.22, citando a obra Grundzugen do autor.

VLADECK, David C. *Machines Without Principles: Liability Rules and Artificial Intelligence.* Washington Law Review, v. 89, n. 01, p. 117-150, 2014.

WAINWRIGHT, Martin. *Robot fails to find a place in the sun.* The Guardian, 20 jun. 2002. Disponível em: <http://www.theguardian.com/uk/2002/jun/20/engineering.highereducation>. Acesso em: 29 out. 2019.

WALTER, E. V. *Nature on Trial: The Case of the Rooster That Laid an Egg. Comparative Civilizations.* Disponível em: < <https://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1075&context=ccr> >. Acesso em 02 de fev. 2021.

WAYMO. 2017. *Scenes from the street*. Disponível em: < <https://medium.com/waymo/scenes-from-the-street-7a20c21ae930> >. Acesso em 10 de mar. 2021.

_____. *Seeing the road ahead*. Disponível em: < <https://waymo.com/company/#blog> >. Acesso em: 06 de mai. 2021.

WEBER, J.; SUCHMAN, L. *Human-machine autonomies*. In N. Bhuta, S. Beck, R. Geiß, H. Liu, & C. Kreß (Eds.), *Autonomous Weapons Systems: Law, Ethics, Policy*, Cambridge: Cambridge University Press, 2016, p. 75-102.

WELZEL, Hans. *Derecho penal aleman: parte general*. Santiago: Ed. Jurídica de Chile, 1976.

_____. *Derecho Penal: Parte Geral*. Buenos Aires: Roque Depalma Editor, 1956. Disponível em: < <https://img.lpderecho.pe/wp-content/uploads/2017/09/Legis.pe-Derecho-penal.-Parte-general-Hans-Welzel.pdf> >. Acesso em 06 de mai. 2021.

WINSTON, Clifford; KARPILOW, Quentin. *Autonomous Vehicles The Road to Economic Growth?* Washington D.C.: Brookings Institution Press, 2020.

WINSTON, Patrick. H. *Artificial Intelligence*. 3 ed. In Addison-Wesley Publ., 1992.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Global status report on road safety 2018*. Disponível em: < <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684> >. Acesso 14 abr. 2021.

ZAFFARONI, Eugênio R. *Tratado de derecho penal*. Parte Geral, t. 3. Buenos Aires: Comercial, 1981.

ZAFFARONI, Eugenio R. BATISTA, Nilo. ALAGIA, Alejandro. SLOKAR, Alejandro. *Direito Penal Brasileiro: Teoria Geral do Direito Penal*. v.1. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

ZAFFARONI, Eugênio R. *Direito Penal Brasileiro*. Primeiro volume. Teoria Geral do Direito Penal. São Paulo: Editora Revan, 2011.

ZAFFARONI, Eugênio. R; PIERANGELI, José. H. *Manual de Direito Penal Brasileiro: parte geral*. 11 ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015.

ZIMBARDO, Philip. *O efeito Lúcifer*. 3. ed. Record: 2012.