

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE DIREITO  
DEPARTAMENTO DE DIREITO PRIVADO E PROCESSO CIVIL

Nícolas Ribeiro Capa

A responsabilidade civil pelos danos causados por carros autônomos: culpa,  
risco e imputação

Porto Alegre

2021

Nícolas Ribeiro Capa

A responsabilidade civil pelos danos causados por carros autônomos: culpa,  
risco e imputação

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Bacharel em Direito pela Faculdade de Direito da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tula Wesendonck

Porto Alegre

2021

### CIP - Catalogação na Publicação

Capa, Nicolas Ribeiro

A responsabilidade civil pelos danos causados por carros autônomos: culpa, risco e imputação / Nicolas Ribeiro Capa. -- 2021.

90 f.

Orientadora: Tula Wesendonck.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade  
de Direito, Curso de Ciências Jurídicas e Sociais,  
Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. carros autônomos. 2. responsabilidade civil. 3.  
culpa. 4. risco. 5. pressupostos de imputação. I.  
Wesendonck, Tula, orient. II. Título.

Nícolas Ribeiro Capa

A responsabilidade civil pelos danos causados por carros autônomos: culpa,  
risco e imputação

Trabalho de conclusão de curso apresentado como  
requisito parcial para obtenção de grau de Bacharel  
em Direito pela Faculdade de Direito da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Aprovado em 23 de novembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tula Wesendonck (Orientadora)  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Tassinari Cardoso Fleischmann  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Felipe Kirchner  
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

## RESUMO

O presente trabalho examina a aplicabilidade dos fundamentos de imputação de responsabilidade civil no caso de acidentes automobilísticos causados por carros autônomos. Perquire se a culpa terá papel relevante ou se os pressupostos de imputação baseados no risco serão mais adequados. Para tanto, analisa-se a natureza opaca e autônoma do funcionamento da inteligência artificial empregada nos veículos autônomos. Percorre-se as relevantes questões dos riscos do desenvolvimento e da atribuição de personalidade jurídica à inteligência artificial. O estudo leva em consideração a classificação internacional que divide os automóveis comandados por inteligência artificial em seis níveis de autonomia, o que possibilita a diferenciação do regime de responsabilidade aplicável conforme o grau de autonomia. A metodologia aplicada foi a de pesquisa em legislação e doutrina brasileiras e, em menor medida, também estrangeiras. Ao final, conclui-se que a culpa é fundamento inadequado para a imputação de responsabilidade civil no caso de veículos de autonomia máxima, impondo-se a sua superação, salvo nos casos em que a inteligência artificial exerce apenas papel auxiliar. Identifica-se, que para responsabilizar os agentes de comercialização e desenvolvimento dos veículos autônomos, os fundamentos mais adequados são aqueles de imputação de responsabilidade objetiva presentes nos artigos 12 e 14 do Código de Defesa do Consumidor, bem como aqueles presentes nos artigos 927, parágrafo único, e 931, do Código Civil, competindo à jurisprudência e à doutrina a discussão de qual é mais apropriado. Constatou-se que a teoria da guarda da coisa pode ser utilizada para justificar a responsabilização objetiva e solidária do proprietário do veículo autônomo. Por fim, destaca-se que, caso nenhum dos fatores de imputação abordados sejam aceitos pelos Tribunais, poder-se-ia recorrer à instituição de fundos de compensação ou seguros obrigatórios.

Palavras-chave: carros autônomos; responsabilidade civil; culpa; risco; pressupostos de imputação.

## **ABSTRACT**

The present work examines the applicability of the grounds to attribute civil liability in the case of automobile accidents caused by autonomous cars. Inquires whether fault will have a relevant role or the grounds for imputation based on risk will be more appropriate. In order to do that, the opaque and autonomous nature of the operation of artificial intelligence is analyzed. This work covers relevant issues such as risks of development and the assignment of legal personhood to artificial intelligence. The study takes into account an international classification that divides automobiles controlled by artificial intelligence into six levels of autonomy, enabling the distinction of the liability regime applicable in accordance with the degree of autonomy. The methodology applied consisted in research in mostly Brazilian law and doctrine. In conclusion, it was inferred that fault is an inadequate ground to attribute civil liability in the case of maximum autonomy vehicles, becoming necessary its overcoming, except in the cases where the artificial intelligence plays an auxiliary role. It was identified that the most adequate grounds for imputation of the agents involved in development and commercialization of autonomous vehicles are the ones of strict liability located in articles 12 and 14 of the Consumer Protection Code, as well as articles 927, sole paragraph, and 931, both from the Civil Code, leaving up to the jurisprudence and the doctrine the discussion regarding which one is the most appropriate. It was made clear that the “theory of the asset keeper” can be used to justify the autonomous car owner joint and several liability, regardless of fault. Lastly, it was highlighted that in case none of the factors of imputation addressed are accepted by the Courts, compensation funds or mandatory car insurance could be established.

Keywords: autonomous cars; civil liability; fault; risk; grounds for imputation.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2 PANORAMA GERAL DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DOS CARROS AUTÔNOMOS</b> .....	<b>11</b>
2.1 PRINCIPAIS CONCEITOS RELATIVOS À IA.....	12
2.1.1 Algoritmos e <i>machine learning</i> .....	13
2.1.2 <i>Deep learning</i> e redes neurais.....	16
2.2 CARROS AUTÔNOMOS .....	17
2.2.1 Breve história dos carros autônomos .....	20
2.2.2 Níveis de autonomia.....	22
2.2.3 Tecnologias Vision e LIDAR .....	25
2.3 INICIATIVAS DE REGULAÇÃO.....	30
2.4 BLACK BOX E OPACIDADE DA TECNOLOGIA .....	35
<b>3 RESPONSABILIDADE CIVIL POR ACIDENTES CAUSADOS POR AUTOMÓVEIS AUTÔNOMOS</b> .....	<b>38</b>
3.1 POSSÍVEIS FUNDAMENTOS PARA A RESPONSABILIZAÇÃO DOS AGENTES ENVOLVIDOS.....	41
3.1.1 Culpa .....	42
3.1.2 Cláusula geral de responsabilidade civil objetiva.....	45
3.1.3 Responsabilidade por produtos postos em circulação.....	50
3.1.4 Responsabilidade pela guarda da coisa .....	53
3.1.5 Responsabilidade do fornecedor por defeito no produto .....	58
3.1.6 Teoria do <i>deep pocket</i> .....	63
3.1.7 Responsabilidade da inteligência artificial: concessão de personalidade jurídica.....	64
3.2 RESPONSABILIDADE POR ATAQUES CIBERNÉTICOS .....	67
3.3 RESPONSABILIDADE POR JAILBREAK .....	70

3.4 RESPONSABILIDADE POR RISCOS DO DESENVOLVIMENTO.....	72
3.5 ALTERNATIVAS À RESPONSABILIZAÇÃO .....	75
3.5.1 Fundo de compensação .....	75
3.5.2 Seguros obrigatórios.....	77
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>78</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>82</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Existem invenções que seguramente impactaram a forma como a sociedade vive: a roda, o domínio do fogo e a máquina a vapor contribuíram sobremaneira para o desenvolvimento da espécie humana. Possivelmente, a inteligência artificial (IA) representará uma invenção do mesmo patamar das acima referidas, configurando-se como a força motriz da sociedade da informação.

As suas aplicações nos cercam, embora nem sempre perceptíveis aos leigos. Sistemas de recomendação de *e-commerce*, de séries e de filmes, assistentes pessoais – como a Siri –, robôs cuidadores de idosos, entre outros, são turbinados por uma inteligência artificial. Trata-se, aparentemente, de instrumentos benéficos e seguros; porém, a sua capacidade de gerar danos fica mais evidente quando a inteligência artificial é humanizada, tomando a forma de robôs antropomórficos, os androides, que o imaginário popular, muito em razão da indústria cinematográfica, teme que escapem ao controle do seu criador.

Mesmo que não assuma forma humana, outro potencial causador de danos é o veículo autônomo, objeto do presente estudo. Como a inteligência artificial em geral assume diversas formas, com modos de funcionamento, desenvolvimento e graus de riscos variados, optou-se pela abordagem focada nos carros autônomos, que comporta uma interessante subdivisão entre seis níveis de autonomia – a ser oportunamente abordada –, que é amplamente adotada, o que permite uma discussão de toda a doutrina partindo dos mesmos pressupostos fáticos – determinado grau de autonomia e suas peculiaridades –, bem como uma abordagem mais individualizada ao caso concreto.

Uma decisão equivocada pode implicar a morte do passageiro e de terceiros. Em maior escala, um ataque cibernético ao *software* de uma empresa do ramo pode acarretar milhares de colisões simultâneas, em uma situação digna de figurar em uma obra distópica. É nesse ponto que se encontra uma interessante intersecção com o Direito Privado: a Responsabilidade Civil.

Apesar da iniciativa de algumas empresas, como a Volvo, em declarar que assumirão responsabilidade total por acidentes causados por seus automóveis que

estiverem em modo autônomo<sup>1</sup>, nem sempre o agente responsável será tão evidente. Pode-se questionar se o passageiro, o proprietário, ou algum agente da cadeia de fornecimento – como comerciante, desenvolvedor do *software* inteligente, ou fabricante – serão responsáveis, e em que medida. Ademais, será a culpa o pressuposto adequado de imputação, ou existem fundamentos mais apropriados no ordenamento pátrio?

A característica mais notória de um sistema comandado por inteligência artificial é a sua autonomia. As suas decisões tornam-se imprevisíveis até mesmo para o desenvolvedor do algoritmo subjacente, em razão do aprendizado de máquina. Logo, aventar dolo, imprudência, negligência ou imperícia dos agentes responsáveis pela IA poderia ser uma impropriedade.

O trabalho foi dividido em dois capítulos, com uma metodologia de pesquisa em doutrina e legislação majoritariamente brasileiras. Em razão da abordagem do tema ser incipiente em território nacional, pesquisou-se também doutrina estrangeira, particularmente no que se refere à contextualização dos carros autônomos e da inteligência artificial. Ademais, algumas legislações estrangeiras foram consultadas para apresentar um breve panorama das iniciativas de regulação mundo afora.

O primeiro capítulo é de cunho introdutório e de contextualização. Aborda os conceitos-chave de inteligência artificial, *machine learning*, *deep learning* e algoritmo, expondo de modo breve a história da inteligência artificial e dos automóveis autônomos. Explica os níveis de autonomia dos carros autônomos e o estado da arte das principais tecnologias utilizadas nos carros autônomos. Ainda, expõe as iniciativas de regulação da inteligência artificial e dos carros autônomos, no Brasil e no exterior, bem como o problema da opacidade da tecnologia, enquadrado no conceito de *black box*.

O segundo capítulo aborda a responsabilidade civil pelos danos causados por carros autônomos, ancorando-se nas noções desenvolvidas no primeiro capítulo, especialmente quanto aos níveis de autonomia. São abordados os principais fundamentos de imputação que poderiam ser aplicados aos agentes envolvidos no desenvolvimento e na utilização da inteligência artificial: a culpa, a cláusula geral<sup>2</sup> de

---

<sup>1</sup> KOROSEC, Kirsten. Volvo CEO: we will accept all liability when our cars are in autonomous mode. *Fortune*, [s. l.], 07 out. 2015. Disponível em: <https://fortune.com/2015/10/07/volvo-liability-self-driving-cars/>. Acesso em: 22 out. 2021.

<sup>2</sup> Opta-se, neste trabalho, pelo uso da expressão "cláusula geral", pois é como a norma é mais conhecida. Porém, não se olvida a lição de Felipe Kirchner, que aponta que o art. 927, parágrafo

responsabilidade objetiva, a responsabilidade do empreendedor pelos produtos postos em circulação, a responsabilidade pela guarda da coisa e a responsabilidade do fornecedor por defeito do produto – todos esses presentes no ordenamento jurídico brasileiro. Além destes, expõe-se a teoria do *deep pocket*, de origem norte-americana, e a atribuição de personalidade jurídica à IA, para responsabilizá-la diretamente como ente autônomo. Em seguida, são apresentadas as situações peculiares de ataque cibernético e de *jailbreak* envolvendo veículos autônomos, com uma proposta de resolução dos casos partindo dos fundamentos de imputação antes debatidos. Traz-se à baila, também, a questão dos riscos do desenvolvimento, que pode ser tanto uma excludente de responsabilidade como um fundamento dela. Por fim, aponta-se alternativas à responsabilização, ventiladas sobretudo para atender à circunstância hipotética de não admissão da responsabilidade civil de atos da inteligência artificial por nenhum dos fundamentos abordados no trabalho.

---

único, do Código Civil, melhor se caracteriza como um conceito jurídico indeterminado, haja vista que, embora também seja uma espécie de norma aberta, tem a consequência de sua incidência predeterminada – no caso, a imputação de responsabilidade –, ao passo que as cláusulas gerais não estabelecem de antemão os corolários de sua aplicação. Ver mais em: KIRCHNER, Felipe. A responsabilidade civil objetiva no art. 927, parágrafo único, do CC/2002. *Revista dos Tribunais*, v. 871, p. 36-66, maio 2008.

## 2 PANORAMA GERAL DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DOS CARROS AUTÔNOMOS

A popularização da noção de inteligência artificial no imaginário popular é devida, em parte, à indústria cinematográfica. Ela é retratada de diferentes modos: na série *Person of Interest*, de 2011, aparece como um supercomputador; no filme *Ex Machina*, de 2014, como robôs personificados. As tecnologias modernas também têm um grande papel nessa difusão da IA, mas o seu surgimento remonta à década de 1940.

A primeira obra a ser considerada inteligência artificial foi a de Warren McCulloch e Walter Pitts, em 1943, quando desenvolveram um modelo de rede de neurônios artificiais capazes de ser estimulados pelos seus neurônios adjacentes<sup>3</sup>.

Na década de 1950, Alan Turing desenvolveu um teste, batizado com o sobrenome de seu criador, em que uma máquina se passava por um ser humano em uma conversa por texto, sendo aprovada se o interlocutor humano não identificasse que estava falando com uma inteligência artificial. Esperava-se que “o processamento imbatível dos microprocessadores permitisse à máquina, eventualmente, se ‘emancipar’ e, de fato, emular o comportamento humano”<sup>4</sup>. Posteriormente, Turing reformula o teste, indicando que a solução deste envolveria o enfrentamento das principais objeções à proposta de que máquinas podem pensar<sup>5</sup>.

O termo “inteligência artificial” só viria a ser cunhado em 1956, pelo cientista da computação John McCarthy, quando convocou outros especialistas para estudar como máquinas “usam a linguagem, formam abstrações e conceitos, resolvem problemas reservados para humanos e se aprimoram”. Dois anos depois, McCarthy publicou um artigo em que descreveu o *Advice Taker*, um programa hipotético que usaria conhecimento para procurar soluções para problemas e pode ser visto como o primeiro sistema completo de inteligência artificial<sup>6</sup>.

Em 1997, a IA Deep Blue, da IBM, venceu o campeão mundial de xadrez Garry Kasparov em uma partida amistosa, tornando-se o primeiro programa de computador

---

<sup>3</sup> RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. *Artificial Intelligence: a modern approach*. 3rd ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2014.

<sup>4</sup> FALEIROS JÚNIOR, José Luiz de Moura. A evolução da inteligência artificial em breve retrospectiva. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021. p. 7.

<sup>5</sup> Ibidem.

<sup>6</sup> RUSSEL; NORVIG, op. cit.

a derrotar um humano. Desde então, outros campeões em xadrez conseguiram empatar com a máquina, mas mais recentemente os humanos não são páreos face aos computadores no que diz respeito a esse jogo<sup>7</sup>.

O ano de 2014 foi marcado pelo primeiro computador que passou no teste de Turing<sup>8</sup>. Atualmente, o teste ainda é usado no desenvolvimento de interfaces humanizadas de voz e *chatbots*<sup>9</sup>, que são robôs geralmente utilizados no atendimento automatizado de serviços que se passam por humanos<sup>10</sup>.

Como visto, de um modelo que visava a simular um neurônio, idealizado por McCulloch e Pitts, a IA se expandiu para muitas outras aplicações na atualidade. Entre os usos da inteligência artificial, um dos que mais terá imbricação com o campo jurídico, na responsabilidade civil, será possivelmente o dos carros autônomos. Estes podem acarretar um medo em face do desconhecido, e já foram registrados acidentes com a tecnologia<sup>11</sup>. Cabe ponderar se o instituto da responsabilidade civil está apto a lidar com os desafios que essa tecnologia apresentará. Antes, faz-se necessária a introdução de alguns conceitos que serão mencionados ao longo do presente trabalho.

## 2.1 PRINCIPAIS CONCEITOS RELATIVOS À IA

Stuart Russel e Peter Norvig enquadraram diferentes definições de IA em quatro categorias: sistemas que pensam como humanos; sistemas que pensam racionalmente; sistemas que agem como humanos; e sistemas que agem racionalmente. Segundo os autores, as duas primeiras categorias estão relacionadas

---

<sup>7</sup> RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. *Artificial Intelligence: a modern approach*. 3rd ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2014.

<sup>8</sup> PENATTI, Giovana. *Um computador passou pela primeira vez no teste de Turing*. Tecnoblog, [s. l.], 09 jun. 2014. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/157935/computador-passou-primeira-vez-teste-de-turing/>>. Acesso em: 26 abr. 2021.

<sup>9</sup> TEIXEIRA, Tarcisio; CHELIGA, Vinicius. *Inteligência artificial: aspectos jurídicos*. 3. ed. Salvador: JusPodivm, 2021.

<sup>10</sup> Também há utilização para fins educativos, como a iniciativa do “Robô Ed”, que interage com alunos para fornecer informações sobre o meio ambiente.

<sup>11</sup> Um dos acidentes de maior repercussão ocorreu no Estado norte-americano de Arizona. Um Uber autônomo, em fase de testes e com um motorista de segurança, atropelou um pedestre, levando-o a óbito. (NEW vídeo shows moments before fatal self-driving Uber crash. [S. l.: s. n.], 2018. 1 vídeo (1 min). Publicado pelo canal ABC News. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ufNNuafuU7M>. Acesso em: 04 abr. 2021.)

a processos de pensamento e raciocínio e as duas últimas se referem ao comportamento<sup>12</sup>.

Inteligência artificial é uma expressão de mais de um sentido. É tanto o “ramo da ciência destinado ao estudo de máquinas e sistemas para realizar atividades de modo autônomo”<sup>13</sup> como “qualquer sistema computacional dotado de capacidades que imitam as habilidades intelectivas do humano na execução de tarefas, auxiliado por tecnologias variadas, que envolvem algoritmos”<sup>14</sup>. Na visão de Ben Coppin, “Inteligência Artificial envolve utilizar métodos baseados no comportamento inteligente de humanos e outros animais para solucionar problemas complexos”<sup>15</sup>.

Como se vê, a inteligência artificial usa algoritmos em seu funcionamento. O processo que permite à IA a imitação de habilidades intelectivas do humano é o aprendizado de máquina (*machine learning*) ou, em sistemas mais complexos, o aprendizado profundo de máquina (*deep learning*), que opera com base em redes neurais. Esses termos são essenciais à compreensão do funcionamento da inteligência de máquina, de modo que mister sua conceituação.

### 2.1.1 Algoritmos e *machine learning*

Ethem Alpaydin define um algoritmo como “uma sequência de instruções que deve transformar um *input* em um *output*”<sup>16</sup>. O autor exemplifica com um algoritmo de ordenação, em que o *input* seria um grupo de números, e o *output* uma lista desses números ordenados. Existem diversos algoritmos possíveis para essa tarefa.

Em casos como esse, sabemos os algoritmos possíveis para realizar a tarefa. Em outros, não conhecemos o algoritmo, como para realização de reconhecimento facial, ou para diferenciação de e-mails de *spam* de email legítimos.

<sup>12</sup> RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. *Artificial Intelligence: a modern approach*. 3rd ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2014.

<sup>13</sup> SOARES, Flaviana Rampazzo. Levando os algoritmos a sério. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021. p. 45.

<sup>14</sup> SOARES, loc. cit.

<sup>15</sup> COPPIN, Ben. *Inteligência Artificial*. Rio de Janeiro: LTC, 2013. p. 4. *E-book*. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2936-8/epubcfi/6/10%5B%3Bvnd.vst.idref%3Dcopyright%5D!4/20/2%400:35.1>. Acesso em: 10 maio 2021.

<sup>16</sup> Tradução livre. No original: “An algorithm is a sequence of instructions that should be carried out to transform the input to output” (ALPAYDIN, Ethem. *Introduction to machine learning*. 3rd ed. Cambridge, MA: The MIT Press, 2014. p. 2.)

Humanos são capazes de reconhecimento de faces com extrema facilidade. Ao vermos um rosto conhecido, de pronto o conectamos mentalmente a seu dono. Porém, não sabemos descrever como o processo é feito. Chegamos do *input* ao *output* automaticamente, e não conhecemos o algoritmo.

Em relação aos e-mails de *spam*, sabemos que o *input* é um email com uma sequência de caracteres, enquanto o *output* é uma resposta de sim ou não quanto a ser ou não um *spam*. Não somos capazes de escrever um algoritmo que identifique os padrões de um email indesejado. Porém, como possuímos diversos dados – ou somos capazes de os fornecer, pois podemos classificar manualmente milhares de e-mails – fazemos o computador extrair automaticamente o algoritmo para essa tarefa, por meio de *machine learning*<sup>17</sup> ou aprendizado de máquina, que é, em essência, “programar computadores para otimizar um critério de performance utilizando dados de exemplo ou experiência do passado”<sup>18</sup>.

Uma das aplicações mais disruptivas do aprendizado de máquina é a leitura de pensamentos e de sonhos<sup>19</sup>. Sobre outros usos, discorre Alpaydin:

A aplicação de métodos de aprendizado de máquina em grandes bancos de dados é chamada *data mining*. [...] Suas áreas de aplicação são abundantes: além do varejo, instituições financeiras analisam seus dados do passado para usar em aplicações de crédito, detecção de fraude, e bolsa de valores. Em processos de produção, modelos de aprendizagem são usados para otimização, controle e resolução de problemas. Na medicina, programas de aprendizagem são usados para diagnósticos médicos. Nas telecomunicações, padrões de telefonemas são analisados para otimização da rede e maximização da qualidade do serviço. Na ciência, grandes quantidades de dados em física, astronomia e biologia só podem ser analisadas com suficiente rapidez por computadores.<sup>20</sup>

<sup>17</sup> ALPAYDIN, Ethem. *Introduction to machine learning*. 3rd ed. Cambridge, MA: The MIT Press, 2014.

<sup>18</sup> Tradução livre. No original: “Machine learning is programming computers to optimize a performance criterion using example data or past experience” (Ibidem, p. 3)

<sup>19</sup> Por meio de uma ressonância magnética funcional, descobre-se quais partes do cérebro do indivíduo são ativadas quando certas características faciais lhe são mostradas, e alimenta-se um banco de dados com essas informações. Então, um algoritmo com aprendizado de máquina analisa os dados e é capaz de reconstruir o rosto que o sujeito está imaginando. Em outra aplicação, o algoritmo é capaz de prever, em linhas gerais, o conteúdo de um sonho. Uma variação dessa tecnologia poderia ser utilizada, no futuro, para produção de prova no processo penal, desde que superadas as questões éticas do procedimento. (MIND reading. [S. l.: s. n.], 2019. 1 vídeo (22 min). Publicado pelo canal Vsauce. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AgbeGFYluEA>. Acesso em: 01 fev. 2021.)

<sup>20</sup> Tradução livre. No original: “Application of machine learning methods to large databases is called data mining. [...] Its application areas are abundant: In addition to retail, in finance banks analyze their past data to build models to use in credit applications, fraud detection, and the stock market. In manufacturing, learning models are used for optimization, control, and troubleshooting. In medicine, learning programs are used for medical diagnosis. In telecommunications, call patterns are analyzed for network optimization and maximizing the quality of service. In science, large amounts of data in physics, astronomy, and biology can only be analyzed fast enough by computers.” (ALPAYDIN, op. cit., p. 2-3)

Correlacionando com a inteligência artificial, o autor prossegue aduzindo que um sistema, para ser inteligente em um ambiente em transformação, deve poder aprender, de modo que quem criou a IA não precise antever as soluções para todos problemas possíveis<sup>21</sup>.

Em outras palavras, *machine learning* é

um processo baseado em tentativa e erro que vai gerando catalogação de resultados (os logs) e tornando algoritmos mais preparados para solução de problemas, na medida em que a continuidade das tentativas os treina para serem melhores na apresentação de resultados.<sup>22</sup>

Costuma-se dividir o aprendizado de máquina em três tipos: supervisionado, não supervisionado e por reforço. O primeiro consiste em ensinar pelo exemplo. Um programador fornece um grupo de dados que possuem *input* e *output* conhecidos, e a máquina deve encontrar o algoritmo, o padrão entre os dados, para fazer previsões. Ao longo do processo, essas previsões são corrigidas pelo responsável, até que se atinja alto nível de acurácia<sup>23</sup>.

O aprendizado não supervisionado consiste em não fornecer instruções à máquina. Esta deve determinar por sua conta, a partir de um conjunto de dados em que o *output* é desconhecido, as melhores correlações entre as informações. Os dados devem ser agrupados, por semelhança de características, entre categorias anteriormente desconhecidas<sup>24</sup>.

A terceira e última categoria é a do aprendizado por reforço, que é utilizado no treinamento da inteligência artificial dos carros autônomos<sup>25</sup>. De acordo com Alpaydin, nesse tipo de aprendizado “o aprendiz é um agente que toma decisões, que age em um ambiente e recebe uma recompensa (ou penalidade) por suas ações ao tentar resolver um problema”<sup>26</sup>. A inteligência artificial aprende, por tentativa e erro, a melhor sequência de ações para resolver um problema, ou seja, aquela em que houver a maior recompensa cumulada. A recompensa é o *feedback* que o programador recebe.

<sup>21</sup> ALPAYDIN, Ethem. *Introduction to machine learning*. 3rd ed. Cambridge, MA: The MIT Press, 2014.

<sup>22</sup> FALEIROS JÚNIOR, José Luiz de Moura. A evolução da inteligência artificial em breve retrospectiva. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021. p. 20.

<sup>23</sup> LAGE, Fernanda de Carvalho. *Manual de inteligência artificial no direito brasileiro*. Salvador: JusPodivm, 2021.

<sup>24</sup> Ibidem.

<sup>25</sup> Ibidem.

<sup>26</sup> Tradução livre. No original: “In reinforcement learning, the learner is a decision-making agent that takes actions in an environment and receives reward (or penalty) for its actions in trying to solve a problem.” (ALPAYDIN, op. cit., p. 517.)

Enquanto no aprendizado supervisionado é como aprender com um professor, que ensina como fazer, no aprendizado por reforço é como aprender com um crítico, que se limita a avaliar, *a posteriori*, o que foi feito<sup>27</sup>.

### 2.1.2 *Deep learning* e redes neurais

O *deep learning*, ou aprendizado profundo de máquina, é um tipo de aprendizado de máquina mais complexo, conceituado como “o processo aplicado à Inteligência Artificial que se concentra na criação de grandes modelos de redes neurais que são capazes de tomar decisões precisas baseadas em dados”<sup>28</sup> O *deep learning* estrutura algoritmos em camadas<sup>29</sup>. Mais especificamente, trata-se de algoritmos que

permitem a um computador extrair (ou aprender) funções de um conjunto de dados compartilhado com uma rede neural que emula a estrutura sináptica do cérebro humano e usa uma estratégia de ‘dividir e conquistar’ – supervisionada ou não – para aprender uma função: cada ‘neurônio’ na rede aprende uma função simples, e a função geral (mais complexa e definida pela rede), é criada pela combinação dessas funções mais simples e das soluções indicadas por elas.<sup>30</sup>

Como se vê, conceito de *deep learning* está atrelado ao de redes neurais. Estas são “modelos computacionais com capacidades de adaptar, aprender, generalizar, agrupar ou organizar dados, nos quais a estrutura operacional é baseada em processamento paralelo”<sup>31</sup>. O modelo computacional de um neurônio biológico, de McCulloch e Pitts, em 1943, deu início aos estudos na área. Uma Rede Neural Artificial (RNA) é “um modelo matemático de um neurônio biológico, que consiste na conexão de várias unidades básicas denominadas elementos de processamento”<sup>32</sup>.

<sup>27</sup> ALPAYDIN, Ethem. *Introduction to machine learning*. 3rd ed. Cambridge, MA: The MIT Press, 2014.

<sup>28</sup> FALEIROS JÚNIOR, José Luiz de Moura. A evolução da inteligência artificial em breve retrospectiva. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021. p. 21.

<sup>29</sup> LAGE, Fernanda de Carvalho. *Manual de inteligência artificial no direito brasileiro*. Salvador: JusPodivm, 2021.

<sup>30</sup> FALEIROS JÚNIOR, op. cit., p. 21.

<sup>31</sup> LIMA, Isaías; PINHEIRO, Carlos A. M.; SANTOS, Flávia A. Oliveira. *Inteligência Artificial*. Rio de Janeiro: LTC, 2014. *E-book*. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595152724/epubcfi/6/2%5B%3Bvnd.vst.idref%3Dht ml-cover-page%5D!/4/2/2/4%5Bvst-image-button-962677%5D%400.00:0.00>. Acesso em: 24 jul. 2021. p. 46.

<sup>32</sup> *Ibidem*, p. 51.

Esclarecidas as definições desses elementos de notável relevância, prossegue-se a uma abordagem da inteligência artificial utilizada especificamente nos carros autônomos. No próximo tópico, demonstra-se, por meio de estudos, qual será o aumento de segurança no trânsito esperado com a introdução da tecnologia, e apresenta-se a história do desenvolvimento dos veículos autônomos, a tecnologia empregada e uma classificação entre diferentes níveis de autonomia.

## 2.2 CARROS AUTÔNOMOS

A perspectiva da introdução de carros autônomos – veículos automotores comandados ou auxiliados por inteligência artificial – nas ruas tem sido vista por muitos com receio, talvez em razão da visão de que a tecnologia pode fugir do controle e causar fatalidades. Contudo, essa aplicação da inteligência artificial pode vir para ser solução, e não problema.

Conforme a Organização Mundial da Saúde<sup>33</sup>, o número de mortes por acidentes automobilísticos está crescendo. Enquanto no ano 2000 contabilizou-se 1.15 milhões de mortes por essa causa, em 2016 o montante perfez 1.35 milhões. Um relatório do Departamento de Transportes dos Estados Unidos aponta que neste país, em 2017, 37.133 pessoas morreram em acidentes com veículos motores, sendo 5.977 destes, pedestres<sup>34</sup>. O mesmo documento informa que 94% de todos acidentes sérios são causados por fatores relacionados ao motorista: direção sob influência de álcool ou drogas, distração, excesso de velocidade ou manobras ilegais. A perspectiva de ruas repletas de veículos governados pela inteligência artificial representa a eliminação do fator erro humano.

Estima-se que quando a presença de veículos autônomos nos Estados Unidos for de 10%, já haverá 4% menos acidentes automobilísticos, e 1.342 menos mortes por ano, com economia de 1,4 bilhões de dólares em gastos com saúde. Já com uma frota de 90% de veículos autônomos circulando nas ruas norte-americanas, haverá

---

<sup>33</sup> WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global status report on road safety 2018. [Genebra], 2018. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>. Acesso em 15 jul. 2021.

<sup>34</sup> U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. *Automated vehicles 3.0: preparing for the future of transportation*. [S. l], 2018. Disponível em: <https://www.transportation.gov/av/3/preparing-future-transportation-automated-vehicles-3>. Acesso em: 21 jul. 2021.

77% menos acidentes, 25.842 menos mortes por ano, e uma economia de 27 bilhões de dólares gastos anualmente com saúde<sup>35</sup>.

Um estudo da empresa KPMG<sup>36</sup> estima que com a introdução de carros autônomos decorrerá uma redução de 80% na frequência de acidentes automobilísticos até 2040, ou uma média de 0,009 acidentes por veículo. A empresa ressalta, todavia, que os acidentes não desaparecerão, pois continuarão existindo fatores como clima, condições da estrada, invasão de animais na pista e falhas da tecnologia.

Uma perspectiva menos otimista é trazida pelo *Insurance Institute for Highway Safety*. A instituição considera um cenário em que todos os carros que trafegam são autônomos, e estima que haverá redução de apenas um terço dos acidentes, porque apenas esse percentual é causado por erros humanos que se espera que o sistema de IA evite, a não ser que se sacrifique a conveniência e a velocidade em prol da segurança. Para chegar a essa conclusão, os pesquisadores analisaram cinco mil relatórios policiais de acidentes<sup>37</sup>.

Até mesmo as estimativas mais conservadoras trazem perspectivas positivas. Observando esse nicho de mercado como uma oportunidade inigualável, diversas empresas iniciaram uma corrida pela autonomia. Movidas pela perspectiva de lucros estratosféricos para o primeiro a se estabelecer no ramo, sociedades empresárias como Waymo, Tesla, General Motors, Mobileye e a chinesa Baidu começaram, em variados momentos da última década, o desenvolvimento de seus próprios algoritmos de inteligência artificial.

Por um lado, o grande aporte financeiro direcionado por investidores, aliado à forte concorrência de muitas empresas, podem indicar que a autonomia completa está muito próxima. Por outro, fatores como as desistências de algumas empresas em investimentos no desenvolvimento da tecnologia, e acidentes envolvendo os carros em fase de testes, arrefecem essa previsão.

---

<sup>35</sup> LUTTRELL, Kevin; WEAVER, Michael; HARRIS, Mitchel. The effect of autonomous vehicles on trauma and healthcare. *Journal of trauma and acute care surgery*, Boston, v. 79, n. 4, p. 678-682, 2015.

<sup>36</sup> KPMG. *Automobile insurance in the era of autonomous vehicles*. [S. l.], out. 2015. Disponível em: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2016/06/id-market-place-of-change-automobile-insurance-in-the-era-of-autonomous-vehicles.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

<sup>37</sup> INSURANCE INSTITUTE FOR HIGHWAY SAFETY. *Self-driving vehicles could struggle to eliminate most crashes*. [S. l.], 4 jun. 2020. Disponível em: <https://www.iihs.org/news/detail/self-driving-vehicles-could-struggle-to-eliminate-most-crashes>. Acesso em: 10 ago. 2021.

Na verdade, os fatores citados não obstarão a chegada da tecnologia. As empresas Uber e Lyft, de fato, desistiram de investir em desenvolvimento de tecnologia própria para a autonomia completa, que tem custo total estimado em até 10 bilhões de dólares<sup>38</sup>. Referidas empresas, contudo, já declararam que pretendem incorporar veículos autônomos em sua frota por meio de parcerias com outras companhias que seguem desenvolvendo esses algoritmos.

No tocante à segurança, muitos acidentes com esse tipo de automóvel são fortemente explorados pela mídia, o que faz a tecnologia ser malvista. Há de se considerar que o que gera mais cliques são manchetes como “carro sem motorista se envolve em acidente”, enquanto o resultado da apuração da culpa pelo mesmo acidente que fora divulgado outrora não ganha tamanha repercussão.

Muitas vezes, a conclusão da apuração do acidente indica desatenção do condutor<sup>39</sup>, mal uso da tecnologia<sup>40</sup> ou a não ativação do sistema de inteligência artificial no momento da colisão, mas o que causa mais impacto são as manchetes alarmantes.

Entre janeiro de agosto de 2020, o estado norte-americano da Califórnia, sede de testes de muitas empresas do ramo, registrou apenas 24 colisões com veículos autônomos, sendo que estes, na maior parte das vezes, foram alvo de colisão traseira, e, portanto, provavelmente não deram causa à ocorrência<sup>41-42</sup>.

---

<sup>38</sup> METZ, Cade. The costly pursuit of self-driving cars continues on and on and on. *The New York Times*, Nova Iorque, 25 maio 2021. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2021/05/24/technology/self-driving-cars-wait.html>. Acesso em: 19 jul. 2021.

<sup>39</sup> É o caso de uma colisão de um automóvel da Tesla em um caminhão, ocorrida em 2016, que resultou em morte, em uma rodovia no estado da Florida, nos Estados Unidos. No ano seguinte, as autoridades concluíram que foi o motorista que não freou a tempo, e que o piloto automático funcionou como esperado. (BOUDETTE, Neal E. Tesla’s self-driving system cleared in deadly crash. *The New York Times*, Nova Iorque, 19 jan. 2017. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2017/01/19/business/tesla-model-s-autopilot-fatal-crash.html>. Acesso em: 19 jul. 2021.)

<sup>40</sup> Em outro acidente com um carro da Tesla, as autoridades concluíram que o motorista – que veio a óbito – estava jogando videogame em seu celular no momento da colisão, e confiou demais na função *Autopilot*, que é apenas semiautônoma. (KAJI, Mina; MAILE, Amanda. Distracted driver in fatal 2018 Tesla crash was playing video game: NTSB. *ABC News*, [s. l.], 25 fev. 2020. Disponível em: <https://abcnews.go.com/Politics/distracted-driver-fatal-2018-tesla-crash-playing-video/story?id=69207784>. Acesso em: 19 jul. 2021.)

<sup>41</sup> STRICKLAND, Grace; MCNELIS, John. Autonomous vehicles reporting data is driving AV innovation right off the road. *Techcrunch*, [s. l.], 04 ago. 2020. Disponível em: <https://techcrunch.com/2020/08/04/autonomous-vehicle-reporting-data-is-driving-av-innovation-right-off-the-road/>. Acesso em: 13 jul. 2021.

<sup>42</sup> De modo similar, um estudo de 2015 concluiu que, apesar de os carros autônomos – então em fase inicial de testes – estarem envolvidos em mais acidentes que os veículos tradicionais, em nenhum dos casos analisados eles foram culpados pelos eventos danosos, que, em maioria, foram colisões traseiras. (SCHOETTLE, Brandon; SIVAK, Michael. *A preliminary analysis of real-world crashes*

Em tempos em que o público consumidor de mídias digitais se atenta muito mais a manchetes do que ao texto integral das notícias<sup>43</sup>, pode-se estar eivando demasiadamente a tecnologia.

Feita essa ponderação, em contrapartida, deve-se enfatizar que existem acidentes cuja culpa – ou melhor, contribuição causal – reside inteiramente na inteligência artificial. Talvez não haja muitos casos justamente porque a parcela de distância percorrida sob o comando de inteligência artificial ainda é muito menor comparada com a de humanos. Em uma escala maior, mantido o percentual de colisões, estas ocorreriam também em número superior.

O estudo da responsabilidade civil por acidentes causados por carros autônomos é uma necessidade imediata, ainda que atualmente a maioria desses veículos opere em um nível de autonomia que se caracteriza por ser responsabilidade dos usuários a supervisão dos sistemas inteligentes. A maior dificuldade de atribuição de culpa em acidentes automobilísticos será no futuro próximo, quando as vias passarem a ser ocupadas por carros com completa autonomia junto aos automóveis conduzidos por humanos.

### 2.2.1 Breve história dos carros autônomos

A busca pela autonomia veicular remonta ao século XX. Em 1925, o Linriccan Wonder, um carro Chandler, foi adaptado para ter uma antena de transmissão e ser operado por um outro carro que o seguia, enviando sinais de rádio com os comandos<sup>44</sup>. Em 1926, ocorreu outra demonstração semelhante, com ondas de rádio em um veículo apelidado de *Phantom Auto*.

A empresa RCA Labs, em 1953, apresentou um carro em miniatura controlado e guiado por cabos no chão de um laboratório, com tecnologia baseada em ondas de rádio. Dois anos depois, os engenheiros Leland Hancock e L. N. Ress levaram a

---

*involving self-driving vehicles*: Report No. UMTRI-2015-34. University of Michigan Transportation Research Institute, out. 2015. Disponível em: <http://websites.umich.edu/~umtriswt/PDF/UMTRI-2015-34.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2021.)

<sup>43</sup> Um estudo de autoria de pesquisadores da Universidade de Columbia, Nova Iorque, e do *Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique* aponta que 59% dos links compartilhados na rede social Twitter não são abertos. (GABIELKOV, Maksym et al. Social clicks: what and who gets read on Twitter?. *HAL Archives Ouvertes*, Antibes Juan-les-Pins, jun. 2016. Disponível em: <https://hal.inria.fr/hal-01281190>. Acesso em: 19 jul. 2021.)

<sup>44</sup> BIMBRAW, Keshav. Autonomous cars: Past, present and future [...]. In: *12th International Conference on Informatics in Control Automation and Robotics*, 12., 2015, Colmar. p. 191-198. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7350466>. Acesso em: 24 jul. 2021.

miniatura a uma rodovia, instalando a infraestrutura necessária e realizando o experimento por cerca de 121 metros<sup>45</sup>.

Na década de 1960, o *Transport and Road Research Laboratory* do Reino Unido testou veículos autônomos com cabos magnéticos incorporados no asfalto, que foram capazes de alcançar e manter velocidades de 130km/h, sem sair da faixa, e em qualquer condição climática.

A agência norte-americana *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) financiou o projeto *Autonomous Land Vehicle* (ALV), que resultou, na década de 1980, no primeiro veículo a utilizar *Light Detection and Ranging* (LIDAR) e *Computer Vision*, tecnologias hoje muito difundidas.

Em 1995, um veículo da Mercedes-Benz dirigiu da Alemanha à Dinamarca, realizando até mesmo ultrapassagens, e necessitando uma intervenção do motorista de segurança a cada nove quilômetros. No mesmo ano, um veículo semiautônomo dirigiu sem intervenções por 98,2% de sua jornada de cinco mil quilômetros, em uma iniciativa da Universidade de Carnegie Mellon chamada *No Hands Across America*. Nesse caso, a movimentação do volante era deixada a cargo da inteligência artificial e os pedais eram controlados pelo motorista.

A agência DARPA também promoveu competições de 2003 a 2005, em que veículos autônomos deveriam completar uma rota predeterminada. Em 2007, um novo desafio requeria dos veículos autônomos que obedecessem às leis de trânsito. Quatro competidores tiveram sucesso<sup>46</sup>.

Em 2010 a *VisLab Intercontinental Autonomous Challenge* introduziu pedestres e ciclistas na rota que deveria ser seguida pelos carros. O desafio, que foi cumprido com sucesso, consistia em dois carros autônomos, um líder e um “seguidor”, dirigirem através de diversos países, com diferentes condições climáticas e viárias, inclusive fora da estrada<sup>47</sup>.

Até então, a maioria das tentativas de alcançar a autonomia foram feitas no contexto de competições ou de projetos experimentais. A década que se seguiu foi marcada pela entrada de diversas empresas na corrida pela autonomia, com objetivos

---

<sup>45</sup> BIMBRAW, Keshav. Autonomous cars: Past, present and future [...]. In: *12th International Conference on Informatics in Control Automation and Robotics*, 12., 2015, Colmar. p. 191-198. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7350466>. Acesso em: 24 jul. 2021.

<sup>46</sup> BRUMMELEN, Jessica Van et al. Autonomous vehicle perception: the technology of today and tomorrow. *Transportation Research Part C*. [S. l.], v. 89, p. 384-406, 2018.

<sup>47</sup> Ibidem.

econômicos, seja para vender carros autônomos, caminhões autônomos, ou oferecer serviços de táxis sem motorista. Os principais competidores do ramo são Waymo, Tesla, General Motors, Mobileye e a chinesa Baidu.

### 2.2.2 Níveis de autonomia

Muitos são os tipos de sistemas inteligentes que os carros fornecem para auxiliar os condutores. Por exemplo, *Cruise Control* refere-se à manutenção da velocidade sem precisar pisar no acelerador; *Adaptive Cruise Control* é a manutenção da velocidade, quando possível, e de uma distância de segurança do carro imediatamente à frente; *Lane Keeping Assist* ajuda o condutor a permanecer na sua faixa.

Logo, os veículos que buscam a automatização completa – ainda não atingida por nenhum fabricante – podem possuir um ou mais desses sistemas inteligentes. Para viabilizar uma discussão global sobre a crescente tendência de automatização dos carros motores, em que todos interlocutores estejam nos mesmos termos, foi necessário padronizar os níveis de autonomia.

A classificação mais adotada para enquadrar os graus de autonomia de um carro autônomo é da *Society of Automotive Engineers (SAE)*<sup>48</sup>. É nela que se baseou a agência norte-americana *National Highway Traffic Safety Administration* para elaborar, em conjunto ao *U.S. Department of Transportation*, um relatório com diretrizes com uma abordagem proativa para garantir a segurança dos carros autônomos, que já se encontra em sua quarta versão<sup>49</sup>. A padronização da SAE divide a autonomia em cinco níveis, do zero ao cinco.

O nível zero corresponde a *no automation*: a tarefa de direção compete inteiramente ao condutor. Apesar de serem considerados não autônomos, também estão inseridos nessa categoria carros com sistemas de alerta ou assistência momentânea, como frenagem de emergência, alerta de ponto cego e alerta de mudança não intencional de faixa.

---

<sup>48</sup> Trata-se do SAE Standard J3016\_202104. (SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. *Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles: J3016\_202104*. [S. l.], 2021. Disponível em: [https://www.sae.org/standards/content/j3016\\_202104/](https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/). Acesso em: 11 jul. 2021.)

<sup>49</sup> NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION. *Automated vehicles for safety*. [Washington, 202-?]. Disponível em: <https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety>. Acesso em: 16 maio 2021.

O nível um, *driver assistance*, engloba os automóveis em que o sistema inteligente controla apenas o movimento longitudinal (aceleração, frenagem) ou apenas o movimento lateral (mover o volante). Considera-se que é o condutor quem dirige, mesmo que o pé esteja fora dos pedais ou as mãos fora da direção. Ele deve supervisionar os recursos de assistência à direção, permanecendo atento.

O nível dois, *partial automation*, é caracterizado pela presença de sistemas de controle de ambos movimentos, longitudinal e lateral. Será de nível dois o veículo que possuir tanto o sistema de centralização na faixa como de *Adaptive Cruise Control*. Ainda se considera que quem dirige é o motorista. Tanto em veículos motores de nível um, como de nível dois, o condutor deve perceber falhas sistêmicas evidentes e reagir a elas, sem aguardar um alerta do carro que o avise do problema.

O nível três, *conditional automation*, refere-se a sistemas capazes de conduzir todos aspectos da direção do veículo em determinadas condições (geográficas, ambientais, relativas à presença de luz solar ou a características de rodovia ou tráfego). Assim como nos próximos dois níveis, não se considera que o motorista é quem dirige o carro, mesmo que esteja sentado no assento do condutor. Neste grau de autonomia, não se espera mais que o usuário supervisione o funcionamento dos recursos inteligentes. Todavia, o motorista deve estar a postos para assumir imediatamente o controle quando a IA requerer. Ou seja, se o sistema encontrar um problema que não é capaz de transpor (como um acidente na pista), ou na ocorrência de alguma falha do sistema, solicitará ao motorista que intervenha rapidamente.

O nível quatro, a *high automation*, também é condicional, pois o veículo só consegue operar autonomamente em determinadas condições. A diferença é que quando encontra uma condição adversa, um problema que não é capaz de transpor, ou na ocorrência de falha do sistema, deve ser capaz de atingir a chamada “condição de risco mínimo”, manobrando, freando e estacionando por conta própria – sem requerer intervenção do condutor – para evitar um acidente<sup>50</sup>.

O nível cinco, *full automation*, caracteriza-se pela completa autonomia do veículo, de modo que o usuário nunca precisará intervir. Além das características dos níveis precedentes, a inteligência artificial deve ser capaz de dirigir em todas as

---

<sup>50</sup> Após atingir tal condição, o carro pode facultar a um passageiro assumir a direção, desde que tenha sido concebido para permitir a operação humana, já que, conforme a classificação em comento, em automóveis de níveis quatro ou cinco não é necessária a presença de volante ou de pedais.

condições em que um “motorista médio” também seria apto a fazê-lo. Logo, na ocorrência de tempestade de neve muito severa, gelo na pista ou alagamento, mesmo uma inteligência artificial dotada de autonomia máxima irá deixar de operar, porque um humano também não conseguiria dirigir nessa situação. Nesse caso, o automóvel buscará a condição de mínimo risco por conta própria, estacionando no acostamento, se necessário. Conforme a classificação em comento, os veículos de nível quatro e cinco podem ser projetados sem o volante.

A classificação da SAE tem e terá grande importância nos campos da responsabilidade civil – para atribuir a responsabilidade a diferentes agentes conforme o nível de autonomia –, dos seguros automobilísticos – que provavelmente passarão a cobrar menos quanto maior o nível –, e da regulação de produção, teste e implementação de carros autônomos – tanto por parte de órgãos de trânsito como de legisladores. Ademais, no *marketing* de novos modelos, possivelmente o nível 5 de autonomia será destacado como um diferencial.

Anthony Levandowski<sup>51</sup> apontou, em 2018, que a razão pela qual nenhuma empresa havia atingido a autonomia completa era porque o *software* da época não era bom o suficiente para prever o futuro<sup>52</sup>. A tecnologia ainda não estaria no mesmo nível dos instintos humanos, que para Anthony seriam o fator mais importante da segurança no trânsito. O engenheiro não acreditava que nos próximos anos seriam introduzidos veículos com níveis quatro e cinco de autonomia.

Em posição mais otimista, Elon Musk, CEO da Tesla, disse em 2020 estar confiante que até o fim do ano os veículos de sua empresa alcançariam funcionalidade básica para o nível cinco de autonomia<sup>53</sup>. Em 2021, novamente afirmou que até o fim

---

<sup>51</sup> Figura polêmica, Anthony foi por anos um engenheiro da fabricante Waymo, até sair da empresa e fundar a *startup* Otto, que foi comprada pela Uber. Então, a Google, responsável pela Waymo, acusou o engenheiro de ter levado consigo segredos comerciais e passado à Uber. Após se declarar culpado, foi perdoado por Donald Trump e fundou outra empresa de veículos autônomos, a Pronto.ai. Apesar disso, é uma personalidade importante na corrida pelo desenvolvimento de veículos autônomos. (ENGINEER who stole trade secrets from Google among those pardoned by Trump. *The Guardian*, [Londres], 20 jan. 2021. Disponível em: <https://www.theguardian.com/us-news/2021/jan/20/anthony-levandowski-google-uber-pardon-donald-trump>. Acesso em: 19 jul. 2021.)

<sup>52</sup> LEWANDOWSKI, Anthony. Pronto means ready. *Medium*, [s. l.], 2018. Disponível em: <<https://medium.com/pronto-ai/pronto-means-ready-e885bc8ec9e9>>. Acesso em: 06 jun. 2021.

<sup>53</sup> GOH, Brenda; SUN, Yilei. Tesla ‘very close’ to level 5 autonomous driving technology, Musk says. *Reuters*, [s. l.], 09 jul. 2020. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/us-tesla-autonomous-idUSKBN24A0HE>. Acesso em: 08 jul. 2021.

do ano conseguiria o nível cinco da classificação da SAE<sup>54</sup>. Fato é que o sistema *Full Self-Driving Beta* da Tesla, atualmente, sequer chega ao nível três de autonomia<sup>55</sup>, pois ainda requer do condutor o constante monitoramento do funcionamento dos sistemas inteligentes<sup>56</sup>.

### 2.2.3 Tecnologias Vision e LIDAR

Os veículos autônomos funcionam com um computador central e um conjunto de sensores que fornecem informações internas e externas para monitorar o ambiente constantemente. Os fabricantes utilizam sensores baseados em luz, som e/ou visão, que podem ser passivos ou ativos<sup>57</sup>.

Entre as tecnologias mais utilizadas nos veículos autônomos estão *Computer Vision* (comumente referida apenas como *Vision*), *Light Detection and Ranging* (LIDAR), radar e sensor ultrassônico, sendo as duas primeiras as mais importantes.

O *Computer Vision* refere-se à interpretação computacional de imagens coletadas por câmeras. É a principal forma de percepção dos veículos autônomos da Tesla, que não utiliza LIDAR.

A Tesla disponibiliza aos clientes um sistema chamado *Autopilot*, feito para ser utilizado em rodovias, que mantém o carro com velocidade constante, a uma distância segura do veículo da frente, e previne a mudança acidental de pista. Esse sistema está disponível para mais usuários e versões semelhantes de manutenção de velocidade já estão presentes em carros de diferentes fabricantes há anos, a chamada tecnologia *Cruise Control*.

Porém, não é o *Autopilot* que coloca a Tesla entre os principais competidores que buscam o domínio da tecnologia de autonomia dos veículos automotores. O

---

<sup>54</sup> HYATT, Kyle. Elon Musk says Tesla's Full Self-Driving tech will have level 5 autonomy by the end of 2021. *CNET*, [s. l.], 27 jan. 2021. Disponível em: <https://www.cnet.com/roadshow/news/elon-musk-full-self-driving-tesla-earnings-call/>. Acesso em: 08 jul. 2021.

<sup>55</sup> MORRIS, James. Why is Tesla's Full Self-Driving only level 2 autonomous?. *Forbes*, [s. l.], 13 mar. 2021. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/jamesmorris/2021/03/13/why-is-teslas-full-self-driving-only-level-2-autonomous/>. Acesso em: 08 jul. 2021.

<sup>56</sup> No site da empresa lê-se "The currently enabled Autopilot and Full Self-Driving features require active driver supervision and do not make the vehicle autonomous.". Em tradução livre: "Os recursos *Autopilot Full Self-Driving* atualmente disponibilizados requerem supervisão ativa do motorista e não fazem do veículo um veículo autônomo". (TESLA. *Autopilot and Full Self-Driving capability*. [S. l., 2021?]. Disponível em: <https://www.tesla.com/support/autopilot>. Acesso em 17 jul. 2021.

<sup>57</sup> BRUMMELEN, Jessica Van et al. Autonomous vehicle perception: the technology of today and tomorrow. *Transportation Research Part C*. [S. l.], v. 89, p. 384-406, 2018.

projeto piloto da empresa nesse sentido é o sistema *Full Self-Driving* (FSD), que atualmente se encontra em versão Beta e cuja instalação custa 10 mil dólares.

O FSD Beta é capaz de dirigir do ponto A ao B, tanto em rodovias como em cidades. De acordo com o site da fabricante, quem o adquire ainda tem acesso a funcionalidades como o carro estacionar ou sair da vaga de estacionamento por conta própria<sup>58</sup>.

Em verdade, o nome *Full Self-Driving*, que pode ser traduzido como “direção autônoma completa”, leva ao erro, pois a tecnologia não se enquadra no nível 5 de autonomia, em que não é necessária nenhuma intervenção de condutor. Trata-se de autonomia nível 2, pois requer constante atenção do condutor para intervir em caso de erro do sistema. O nome FSD remete ao que a empresa almeja alcançar: a autonomia completa. Em maio de 2021, o Departamento de Veículos Motores do Estado da Califórnia, nos Estados Unidos, anunciou estar investigando se a nomenclatura adotada pela empresa para se referir à IA em desenvolvimento engana os consumidores<sup>59</sup>.

A locomoção dos veículos fabricados pela Tesla baseia-se em visão computacional. As oito câmeras instaladas no carro fornecem os principais dados necessários à inteligência artificial, além de sensores ultrassônicos. Em recente palestra ministrada por Andrej Karpathy, diretor de Inteligência Artificial da Tesla, o conferencista revelou que desde o início de junho de 2021 a Tesla parou de fabricar veículos autônomos com sensores de radar, pois os resultados das câmeras eram mais confiáveis<sup>60</sup>. Assim, atualmente a maior parte da coleta de dados é feita por câmeras de vídeo.

A empresa adota um mecanismo em que há “aprendizado de frota” para reconhecimento de situações comuns no trânsito. Karpathy exemplifica com as

---

<sup>58</sup> TESLA. *Autopilot and Full Self-Driving capability*. [S. l., 2021?]. Disponível em: <https://www.tesla.com/support/autopilot>. Acesso em 17 jul. 2021.

<sup>59</sup> MITCHEL, Russ. DMV probing whether Tesla violates state regulations with self-driving claims. *Los Angeles Times*, Los Angeles, 17 maio 2021. Disponível em: <https://www.latimes.com/business/story/2021-05-17/dmv-tesla-california-fsd-autopilot-safety>. Acesso em: 13 jul. 2021.

<sup>60</sup> ANDREJ Karpathy details Tesla’s self driving car strategy: CVPR 20th June 2021. [S. l.: s. n.], 2021. 1 vídeo (37 min). Publicado pelo canal Tesla Intelligence UK. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gZ2SeiLjaEc>. Acesso em: 10 jul. 2021.

manobras de *cut-in*, em que o veículo que transita na pista ao lado subitamente corta a frente do veículo conduzido por IA<sup>61</sup>.

Com o intuito de identificar referida manobra o mais rápido possível, em vez de escrever um código que detecte a seta para a esquerda ou direita, ou que acompanhe o deslocamento lateral do veículo de terceiro, a empresa requer de sua frota os dados de todas as vezes em que houve um deslocamento lateral do carro do terceiro da pista da direita para a pista do meio, ou da pista da esquerda para a pista do meio, e alimenta sua rede neural com essa informação. Então, é a própria máquina, por meio de *deep learning*, que constata padrões como a seta estar ligada para a esquerda em determinado percentual das vezes em que houve mudança de pista. Por meio desse procedimento, é possível antecipar em 1,3 segundos a manobra e viabilizar ao veículo sem condutor uma rápida reação.

Após alimentação do banco de dados da rede neural, ela é transferida ao sistema da frota de carros autônomos, mas ainda não é ativada. Entra em ação o “modo sombra”: o carro opera normalmente, enquanto a IA realiza constantes previsões de quais veículos possivelmente farão a manobra *cut-in*.

As previsões equivocadas que a IA faz – falso-positivos e falso-negativos – são salvas e posteriormente enviadas a um banco de dados em que serão revistas e reinseridas na rede neural. O sistema é capaz de compilar tais dados em representações abstratas da cena, de modo que os objetos são retratados em formatos cúbicos, diferenciados por cores, e as informações mais detalhadas são eliminadas. Assim, em vez de catalogar vídeos dos eventos, o sistema guarda representações gráficas que ocupam menos espaço e demandam menos banda larga para realizar *upload* dos dados<sup>62</sup>. Por fim, a rede neural que detecta referidas manobras é novamente inserida na frota de carros e é finalmente ativada.

Outra iniciativa que adota como principal sensor *Computer Vision*, e não utiliza LIDAR, é da empresa “Comma.ai”. Trata-se de um kit chamado de *OpenPilot* com câmeras, sensores e *software* baseado em *machine learning*. A diferença para outros sistemas, que o faz digno de menção, é que o conjunto é vendido separadamente e

---

<sup>61</sup> PREDICTING cut-ins [...]. [S. l.: s. n.], 2019. 1 vídeo (3 min). Publicado pelo canal Yarrow Bouchard. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=A44hbogdKwl>. Acesso em: 13 jul. 2021.

<sup>62</sup> BOUCHARD, Yarrow. Tesla’s deep learning at scale: using billions of miles to train neural networks. *Towards Data Science*, [s. l.], 06 maio 2019. Disponível em: <https://towardsdatascience.com/teslas-deep-learning-at-scale-7eed85b235d3>. Acesso em: 14 jul. 2021.

pode ser instalado em um carro normal, atualmente conferindo-lhe autonomia de nível 2. Para tanto, basta que o veículo possua direção eletrônica – presente na maioria dos carros fabricados após 2016 – e freios que possam ser ativados eletronicamente. Se determinado modelo não estiver na lista de veículos compatíveis, os próprios usuários podem programar a compatibilidade, pois *OpenPilot* é um *software* de código aberto<sup>63</sup>, outro fator que o distingue dos demais sistemas.

Segundo George Holtz, seu criador, em maio de 2021 o dispositivo contava com apenas cinco mil usuários; para competir com grandes empresas como a Tesla, que conta com uma frota de carros muito maior, o produto é direcionado ao público com menor capacidade econômica, dado que o usuário não precisará comprar um carro vendido como autônomo<sup>64</sup>.

Curiosa a declaração do criador de que não está em seus planos alcançar eventualmente ao nível 5 de autonomia, embora seja seu objetivo conseguir transportar o passageiro do ponto A ao ponto B sem necessidade de intervenção do condutor. Na visão de Holtz, apenas a responsabilidade por acidentes varia conforme o nível de autonomia. Logo, sustenta que o nível 2 é preferível porque a responsabilidade por acidentes será do condutor, ao passo que no nível 5 a responsabilidade seria do fabricante do *software*.

O dispositivo de Holtz atualmente é capaz de controlar o veículo para permanecer a uma distância segura do carro da frente, acelerar, frear e manter-se centralizado na sua faixa. Como medida de segurança, o condutor é constantemente monitorado por uma câmera interna, que emite alertas quando detecta desatenção<sup>65</sup>.

As demais fabricantes têm como sensor principal o *Light Detection and Ranging*, mas também adotam diferentes combinações de câmeras, sensores ultrassônicos e/ou radares, os quais cumprem função complementar. O sistema LIDAR emite raios de laser e mede o tempo que leva para o seu retorno. Assim, a tecnologia é capaz de medir a distância entre o carro e os obstáculos e objetos ao seu

---

<sup>63</sup> COMMA.AI. *Frequently Asked Questions*. [S. l., 201-?]. Disponível em: <https://comma.ai/faq>. Acesso em: 15 jul. 2021.

<sup>64</sup> GEORGE Hotz: Comma.ai the future of autonomy. [S. l.: s. n.], 2021. 1 vídeo (55 min). Publicado pelo canal Disruptive Investing. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4PwgZX9G9Xo>. Acesso em: 14 jul. 2021.

<sup>65</sup> COMMA.AI. *Frequently Asked Questions*. [S. l., 201-?]. Disponível em: <https://comma.ai/faq>. Acesso em: 15 jul. 2021.

redor<sup>66</sup>. O LIDAR é utilizado em conjunto a mapas 3D de alta definição, que são criados com base nas informações fornecidas pelo sistema.

Entre as empresas que adotaram essa tecnologia, pode-se dizer que a principal é a Waymo, vinculada à Google, porque já oferece serviço de táxis autônomos, sem um motorista de segurança presente<sup>67</sup>. Portanto, a empresa atingiu o nível quatro de autonomia, mas permite que, em caso de mau funcionamento, o passageiro entre em contato com um funcionário capaz de intervir remotamente. A Waymo ainda não vende veículos diretamente para o consumidor e, em razão das limitações do sistema, o serviço só está disponível na cidade de Phoenix, Arizona, nos Estados Unidos.

A técnica adotada pela Waymo consiste no que é chamado de mapas *a priori*. Conforme Brummelen et al.,

esses métodos consistem em dirigir antecipadamente em ruas específicas e coletar dados detalhados do sensor, como imagens em 3D e informação precisa de GPS. Grandes bancos de dados guardam os mapas detalhados que foram criados, para que veículos dirijam autonomamente nessas ruas específicas. A localização é efetuada pela observação de similaridades entre os mapas a priori e os dados atuais do sensor, enquanto a detecção de obstáculos é realizada através da observação de discrepâncias entre os mapas a priori e os dados atuais do sensor.<sup>68</sup>

Essa comparação entre mapas pode ser dificultada por condições de tempo adversas, como neve ou neblina, ou por mudanças nas ruas, como novos semáforos. Outro dos problemas de sensores ativos como LIDAR e radar é que os sinais podem acarretar interferência nos sensores próximos, em hipótese de ampla adoção da tecnologia e ruas lotadas de carros autônomos. Falso-positivos podem ser gerados quando o radar de um automóvel recebe sinais do radar de outro automóvel<sup>69</sup>.

As empresas que utilizam câmeras como principal meio de coleta de dados também devem lidar com alguns desafios. Corretamente determinar informação de

<sup>66</sup> DIVAKARLA, Kavya P. et al. A review of autonomous vehicle technology landscape. *International journal of electric and hybrid vehicles*. [S. l.], v. 11, n. 4, p. 320-345, 2019.

<sup>67</sup> WHITE, Joseph. Waymo opens driverless robo-taxi service to the public in Phoenix. *Reuters*, Detroit, 8 out. 2020. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/us-waymo-autonomous-phoenix-idUSKBN26T2Y3>. Acesso em: 31 jul. 2021.

<sup>68</sup> Tradução livre. No original: "These methods consist of pre-driving specific roads and collecting detailed sensor data, such as 3D images and highly accurate GPS information. Large databases store the created detailed maps for vehicles to drive autonomously on those specific roads. Local localization is performed by observing similarities between the a priori maps and the current sensor data, whereas obstacle detection is achieved through observing discrepancies between the a priori maps and the current sensor data." (BRUMMELEN, Jessica Van et al. Autonomous vehicle perception: the technology of today and tomorrow. *Transportation Research Part C*. [S. l.], v. 89, p. 384-406, 2018. p. 397.)

<sup>69</sup> Ibidem.

distância por meio de câmeras requer algoritmos complexos, enquanto sensores ativos podem determinar essa informação mais facilmente. A técnica *Stereovision*, de apontar duas câmeras para o mesmo ponto de interesse, a fim de obter dados de profundidade, não funciona quando o objeto está muito longe, pois as duas imagens obtidas são praticamente idênticas<sup>70</sup>.

Por outro lado, a utilização de câmeras é mais barata que o LIDAR, bem como pode funcionar em qualquer lugar do mundo – com alterações do código para se adaptar a diferentes regras de trânsito e línguas, é claro –, pois independe de mapas previamente criados. As empresas que utilizam LIDAR devem constantemente atualizar seus mapas para incluir obras, desvios, e outras alterações físicas. A manutenção dos mapas pode, portanto, ser um processo custoso. Logo, cada tecnologia possui suas vantagens e desvantagens, e ainda está em debate qual a melhor delas.

### 2.3 INICIATIVAS DE REGULAÇÃO

Um dos desafios para a implementação de veículos autônomos é a regulamentação. O receio da ocorrência de acidentes pode fazer que legisladores imponham regras que retardem a chegada dos carros autônomos em muitas cidades.

O que se observa na atual fase de testes de veículos autônomos, sendo a maioria em baixo grau de automação, é a cautela dos órgãos reguladores. No estado norte-americano da Califórnia, O Departamento de Veículos Motorizados requer das empresas do ramo que entreguem, até o primeiro dia de cada ano, um relatório com todas as vezes em que os condutores precisaram assumir o controle do carro que estava em modo autônomo. Tal exigência é fortemente contestada pelas empresas, porque essas estatísticas não poderiam ser analisadas fora do contexto e porque isso desestimularia a realização de testes mais desafiadores, que requisitariam mais intervenções do condutor e fariam o veículo da empresa parecer menos pronto para distribuição<sup>71</sup>.

---

<sup>70</sup> BRUMMELEN, Jessica Van et al. Autonomous vehicle perception: the technology of today and tomorrow. *Transportation Research Part C*. [S. l.], v. 89, p. 384-406, 2018. p. 397.

<sup>71</sup> STRICKLAND, Grace; MCNELIS, John. Autonomous vehicles reporting data is driving AV innovation right off the road. *Techcrunch*, [s. l.], 04 ago. 2020. Disponível em: <https://techcrunch.com/2020/08/04/autonomous-vehicle-reporting-data-is-driving-av-innovation-right-off-the-road/>. Acesso em: 13 jul. 2021.

Ademais, para obter a licença para testar esses veículos em solo californiano, as 66 empresas que lá operam se comprometeram a reportar, em até 10 dias, qualquer colisão que resulte em dano a propriedade, injúria corporal ou morte envolvendo seus veículos automatizados<sup>72</sup>.

Em 2017, o parlamento da Alemanha aprovou uma emenda à Lei de Tráfego Rodoviário (*Straßenverkehrsgesetz*<sup>73</sup>) que permitiu a introdução de carros conduzidos por IA no mercado. Interessante que a norma destaca, em vários artigos, que se aplica a veículos de condução altamente ou totalmente automatizada, mas exige um motorista humano a todo o tempo no veículo, de modo que sua incidência fica restrita ao nível três de autonomia, na classificação da SAE. Mais recentemente, em 2021, o parlamento do país aprovou uma nova lei que permite a operação de veículos autônomos monitorados a distância, agora sem necessidade de condutor de segurança, desde que se possa remotamente desabilitar o sistema de inteligência artificial<sup>74</sup>.

A França, desde 2018, permite testes com veículos autônomos, desde que haja sempre uma pessoa responsável pela condução, esteja ela a bordo ou não<sup>75</sup>. A empresa responsável deve informar ao público presente no local do experimento sobre a realização dos testes, e, se for um serviço de transporte de passageiros, deve-se deixar claro que se trata de um veículo autônomo em fase experimental. O decreto regulador não dispõe sobre a responsabilidade civil.

O Distrito de Columbia, nos Estados Unidos, foi pioneiro ao aprovar, em 2012, o *Autonomous Vehicle Act of 2012*, já com disposição concernente à responsabilidade civil, o que, para bem ou para mal, não foi feito até hoje em muitas outras legislações. O artigo “(a)” da Seção 4 elide a responsabilidade civil do fabricante original de um veículo normal que é transformado em autônomo por terceiros<sup>76</sup>. Logo surge à mente

<sup>72</sup> STRICKLAND, Grace; MCNELIS, John. Autonomous vehicles reporting data is driving AV innovation right off the road. *Techcrunch*, [s. l.], 04 ago. 2020. Disponível em: <https://techcrunch.com/2020/08/04/autonomous-vehicle-reporting-data-is-driving-av-innovation-right-off-the-road/>. Acesso em: 13 jul. 2021.

<sup>73</sup> ALEMANHA. *Straßenverkehrsgesetz*. Disponível em: <http://www.gesetze-im-internet.de/stvg/BJNR004370909.html>. Acesso em: 10 ago. 2021.

<sup>74</sup> NICOLA, Stefan. Germany Takes Step Toward Autonomous Driving on public roads. *Bloomberg*, [s. l.], 21 maio 2021. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-05-21/germany-takes-step-toward-autonomous-driving-on-public-roads>. Acesso em: 11 ago. 2021.

<sup>75</sup> FRANÇA. *Décret n° 2018-211, du 28 mars 2018*. Disponível em: <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000036750342/>. Acesso em: 22 jul. 2021.

<sup>76</sup> DISTRITO DE COLUMBIA, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. *Autonomous Vehicle Act of 2012*. Disponível em: <https://code.dccouncil.us/dc/council/laws/19-278.html>. Acesso em: 11 ago. 2021.

o *software* OpenPilot, um kit da empresa Comma.ai capaz de fazer essa conversão em carro autônomo. Em caso de acidente, não seria perquirida responsabilidade do fabricante original, mas da Comma.ai.

O Parlamento Europeu, ainda em 2017, aprovou uma resolução com recomendações à Comissão sobre disposições de Direito Civil sobre Robótica<sup>77</sup>, sugerindo a direção a ser trilhada em eventual regulação. Aproximando-se da concretização de um regulamento, em abril de 2021 a Comissão Europeia apresentou extensa proposta regulatória<sup>78</sup>, ainda pendente de votação.

Já no Brasil, longe de haver normativa específica a respeito de automóveis autônomos, existem várias proposições legislativas para regular os sistemas de inteligência artificial. No Senado Federal, tramitam os Projetos de Lei (PL) n. 5051/2019, n. 5691/2019 e n. 872/2021. Na Câmara dos Deputados, tramitou o Projeto de Lei n. 21/2020, ao qual foram apensados os Projetos de Lei n. 240/2020, n. 4120/2020, e n. 1969/2021, devido à coincidência temática.

Os projetos estabelecem princípios e diretrizes para o uso da IA, provavelmente inspirados no documento da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que prevê um conjunto de diretrizes sobre uso da inteligência artificial<sup>79</sup>, publicado em 2019 e assinado pelo Brasil.

Alguns dos projetos de legislação também preveem a obrigatoriedade de elaboração e publicação de relatório de impacto da inteligência artificial, por parte das empresas responsáveis. Até recentemente, não havia regramento específico para a responsabilidade civil desses sistemas, apenas disposições genéricas<sup>80</sup>.

O PL n. 240/2020 dispõe no artigo 4º, IV, que os equipamentos que usam inteligência artificial devem ser “operados por responsáveis técnicos e empresas que

---

<sup>77</sup> PARLAMENTO EUROPEU. *Resolução do Parlamento Europeu, de 16 de fevereiro de 2017, que contém recomendações à Comissão sobre disposições de Direito Civil sobre Robótica (2015/2103(INL))*. [Bruxelas], 16 fev. 2017. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051\\_PT.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_PT.html). Acesso em: 01 ago. 2021.

<sup>78</sup> Idem, *Proposta de Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho que estabelece regras harmonizadas em matéria de Inteligência Artificial [...]*. Bruxelas, 21 abr. 2021. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0206>. Acesso em: 22 ago. 2021.

<sup>79</sup> Cf. OCDE. *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*. Disponível em: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>. Acesso em: 20 ago. 2021.

<sup>80</sup> Foi somente a partir do primeiro Substitutivo ao PL 21/2020, abordado a seguir, que a matéria da responsabilidade civil ganhou regramento mais específico.

responderão por todos os resultados negativos à sociedade”<sup>81</sup>. O PL n. 5051/2019 limita-se a imputar ao supervisor da IA a responsabilidade pelos danos causados<sup>82</sup>.

Ao PL n. 872/2021<sup>83</sup>, já foram propostas 17 emendas, mas somente a última apresenta relevância para este estudo. A emenda n. 17 propôs a obrigatoriedade de a IA ter um supervisor humano, bem como regra de responsabilidade civil idêntica àquela do PL n. 5051/2019: a responsabilidade do supervisor da IA, em todos os casos. A nosso ver, essa imposição legal não se sustenta no contexto da rápida evolução da tecnologia, uma vez que a exigência de um supervisor obstará a implementação de carros com níveis de autonomia quatro e cinco.

O PL 21/2020 é o que tem a tramitação mais avançada: em 29 de setembro de 2021 foi aprovado pela Câmara dos Deputados, por 413 votos favoráveis e 15 contrários, e remetido ao Senado Federal sob o n. PL 21-A/2020. Em seu texto original, previa no artigo 9º, V, como dever dos agentes de inteligência artificial “responder, na forma da lei, pelas decisões tomadas por um sistema de inteligência artificial”<sup>84</sup>.

Todavia, o regramento atinente à responsabilidade civil foi expandido quando da proposição do primeiro Substitutivo pela Relatora Deputada Luisa Canziani, em 1º de setembro de 2021. Em sua redação, o art. 6º, inciso VI, assim dispunha:

Art. 6º Ao disciplinar a aplicação de inteligência artificial, o poder público deve observar as seguintes diretrizes: [...]

VI – responsabilidade: normas sobre responsabilidade dos agentes que atuam na cadeia de desenvolvimento e operação de sistemas de inteligência artificial devem, salvo disposição em contrário, se pautar na responsabilidade subjetiva, levar em consideração a efetiva participação desses agentes, os danos específicos que se deseja evitar ou remediar, e como esses agentes podem demonstrar adequação às normas aplicáveis por meio de esforços razoáveis compatíveis com padrões internacionais e melhores práticas de mercado.

<sup>81</sup> BRASIL. *Projeto de Lei n. 240 de 2020*. Cria a Lei de Inteligência Artificial, e dá outras providências. Disponível em:

<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2236943>. Acesso em: 19 ago. 2021.

<sup>82</sup> Idem, *Projeto de Lei n. 5051 de 2019*. Estabelece os princípios para o uso da Inteligência Artificial no Brasil. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=8009064&ts=1624912281642&disposition=inline>. Acesso em: 19 ago. 2021.

<sup>83</sup> Idem, *Projeto de Lei n. 872 de 2021*. Dispõe sobre o uso da Inteligência Artificial. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/147434>. Acesso em: 19 ago. 2021.

<sup>84</sup> Idem, *Projeto de Lei n. 21 de 2020*. Estabelece princípios, direitos e deveres para o uso de inteligência artificial no Brasil, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1853928](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1853928). Acesso em: 19 ago. 2021.

Parágrafo único: Na gestão com base em risco presente no inciso III acima, nos casos de baixo risco, a administração pública deve incentivar a inovação responsável com a utilização de técnicas regulatórias flexíveis.<sup>85</sup>

O Substitutivo n. 2, apresentado em 28 de setembro de 2021, manteve a mesma redação do *caput* e do inciso VI, mas acrescentou mais parágrafos:

§1º Na gestão com base em risco presente no inciso III acima, nos casos de baixo risco, a administração pública deve incentivar a inovação responsável com a utilização de técnicas regulatórias flexíveis.

§2º Na gestão com base em risco presente no inciso III acima, nos casos concretos em que se constatar alto risco, a administração pública, poderá, no âmbito da sua competência, requerer informações sobre as medidas de segurança e prevenção enumeradas no inciso VI do artigo 5º, e respectivas salvaguardas, nos termos e limites de transparência estabelecidos por esta lei, observados os segredos comercial e industrial.

§3º Quando a utilização do sistema de inteligência artificial envolver relações de consumo, o agente responde independente de culpa pela reparação dos danos causados aos consumidores, no limite de sua participação efetiva no evento danoso, observada a Lei nº 8.078 de 11 de setembro de 1990.

§4º As pessoas jurídicas de direito público e as de direito privado prestadoras de serviços públicos responderão pelos danos que seus agentes, nessa qualidade, causarem a terceiros, assegurado o direito de regresso contra o responsável nos casos de dolo ou culpa.<sup>86</sup>

Esse dispositivo do Projeto não sofreu mais alterações na redação final aprovada pela Câmara dos Deputados. Como se nota, o que se pretende é estabelecer a responsabilidade subjetiva dos agentes que atuam na cadeia de desenvolvimento e operação da inteligência artificial. Os parágrafos ressalvam expressamente a responsabilidade objetiva do fornecedor, quando presente relação de consumo, e a responsabilidade objetiva do Estado por atos de seus agentes.

A utilidade prática dessa introdução legislativa é questionável. O ponto nevrálgico da questão é a redação do inciso VI, que prevê a responsabilidade subjetiva “salvo disposição em contrário”.

O sistema de responsabilidade civil brasileiro abrange diversas hipóteses de responsabilidade objetiva previstas em lei, bem como cláusulas gerais pelo risco da

<sup>85</sup> BRASIL. *Substitutivo n. 1 ao Projeto de Lei n. 21 de 2020*. Estabelece princípios, direitos e deveres para o uso de inteligência artificial no Brasil, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=2068016](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2068016). Acesso em: 22 out. 2021.

<sup>86</sup> Idem, *Substitutivo n. 2 ao Projeto de Lei n. 21 de 2020*. Estabelece princípios, direitos e deveres para o uso de inteligência artificial no Brasil, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=2080673](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2080673). Acesso em: 22 out. 2021.

atividade e pelos produtos postos em circulação, as quais independem de culpa. Tais normas podem ser entendidas como as disposições em contrário excetuadas pelo dispositivo em comento.

Caso a jurisprudência entenda cabível, por exemplo, a aplicação da cláusula geral de responsabilidade objetiva do art. 927, parágrafo único, do Código Civil, esses agentes de desenvolvimento e operação da IA seriam responsabilizados independentemente de culpa. Tornar-se-ia, nesse caso, inócua e tautológica a referida previsão do Projeto de Lei, uma vez que não traria inovação ao ordenamento jurídico<sup>87</sup>.

Por fim, destaca-se que, além de legislação que regeria especificamente a inteligência artificial, cogita-se a promulgação de instrumentos normativos direcionados aos carros autônomos para dispor sobre habilitação especial, obrigatoriedade de um condutor de segurança, ou outras regras específicas<sup>88</sup>.

## 2.4 BLACK BOX E OPACIDADE DA TECNOLOGIA

Ana Frazão e Carlos Goettenauer<sup>89</sup>, compilando visão de outros autores, identificam três características da IA que impõem um desafio ao corpo teórico-jurídico hoje disponível: a imprevisibilidade, a incontrolabilidade e a distributividade.

A imprevisibilidade está ligada às razões pelas quais muitas vezes se utiliza a IA, quais sejam, resolver problemas insolúveis para os seres humanos, ou realizar tarefas de maneiras mais eficientes. Porém, na persecução desses objetivos, a IA pode propiciar consequências imprevistas, com a geração de danos a terceiros; nesses casos, segundo os autores, a imprevisibilidade corresponderia a um risco social no uso da tecnologia, mas a impossibilidade de antevisão das consequências, em geral, é a própria razão que motiva o emprego da tecnologia de IA.

---

<sup>87</sup> Reconhece-se, contudo, que, caso aceita a responsabilidade subjetiva desses agentes, a inovação do Projeto de Lei seria a concretização de parâmetros para a aferição de sua culpa. O art. 6º, VI, define que devem ser levados em consideração “a efetiva participação desses agentes, os danos específicos que se deseja evitar ou remediar, e como esses agentes podem demonstrar adequação às normas aplicáveis por meio de esforços razoáveis compatíveis com padrões internacionais e melhores práticas de mercado”.

<sup>88</sup> Nesse sentido, ver: MEDON, Filipe. *Inteligência Artificial e Responsabilidade Civil: autonomia, riscos e solidariedade*. Salvador: JusPodivm, 2020.

<sup>89</sup> FRAZÃO, Ana; GOETTENAUER, Carlos. Black Box e o direito face à opacidade algorítmica. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021.

Em razão de sua autonomia, a inteligência artificial pode fugir do controle de seu criador ou detentor, assim como outras tecnologias. Porém, o diferencial da IA é que sua incontrollabilidade pode ser agravada por ser programada para manter o funcionamento independente de supervisão humana, desonerando os humanos da tomada de decisões.

A distributividade, para Frazão e Goettenauer, diz respeito ao desenvolvimento difuso das tecnologias adotadas pela IA, de modo que muitas vezes um algoritmo de inteligência artificial é composto de ferramentas criadas em diferentes partes do mundo, por pessoas que sequer se conhecem. Assim, também difusa é a responsabilidade pela criação da tecnologia.

Desse modo, essas características constituem desafios tanto para a regulação da IA como para determinar o responsável por danos causados a terceiros.

A fim de combater a opacidade dos algoritmos, deve-se buscar a maior transparência possível. Atualmente, os regulamentos sobre proteção de dados buscam dar vazão a essa necessidade de maior transparência no tratamento de dados pessoais, embora não tratem especificamente da IA.

Pioneiro na amplitude de sua regulação, o *General Data Protection Regulation* (GDPR), aprovado em 2016 e em vigor desde 2018, estabeleceu como um dos princípios norteadores do tratamento de dados pessoais a transparência<sup>90</sup>.

No mesmo sentido, a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), no âmbito brasileiro, traz, desde sua promulgação em 2018, a transparência como um dos princípios da atividade de tratamento de dados pessoais<sup>91</sup>. Porém, o mesmo dispositivo legal prevê como exceção à transparência um agravador da opacidade algorítmica: a preservação do segredo comercial e industrial.

Em muitos casos, não será possível tecer a análise de responsabilidade subjetiva por danos causados por sistemas de inteligência artificial protegidos por segredo industrial. Possivelmente, a parte do código que pode ser divulgada

---

<sup>90</sup> “Article 5, ‘1’. Personal data shall be:

(a) processed lawfully, fairly and in a transparent manner in relation to the data subject (‘lawfulness, fairness and transparency’)” (UNIÃO EUROPEIA. *Regulation 2016/679 (General Data Protection Regulation)*. Disponível em: <https://gdpr-info.eu/>. Acesso em: 15 jul. 2021.)

<sup>91</sup> “Art. 6º As atividades de tratamento de dados pessoais deverão observar a boa-fé e os seguintes princípios: [...]

VI – transparência: garantia, aos titulares, de informações claras e facilmente acessíveis sobre a realização do tratamento e os respectivos agentes de tratamento, observados os segredos comercial e industrial.” (BRASIL. *Lei n. 13709 de 14 de agosto de 2018*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/13709.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/13709.htm). Acesso em: 15 jul. 2021.)

livremente não conferirá as necessárias respostas para a aferição da culpa do desenvolvedor do *software*. Este terá em mãos um instrumento de defesa poderoso: o segredo comercial amparado pela Lei Geral de Proteção de Dados.

Ademais, a LGPD afasta de seu âmbito de aplicação os dados anonimizados, que são aqueles que passam por um processo de desvinculação de seu titular. Embora o incentivo à anonimização proporcione maior proteção à privacidade do indivíduo, isso não obsta o funcionamento de sistemas de inteligência artificial, que muitas vezes não precisam ser abastecidos com dados individualizados ou não anonimizados<sup>92</sup>.

Para Frazão e Goettenauer, a anonimização de dados e a proteção à propriedade intelectual colaboram com uma assimetria informacional, não mitigando adequadamente as características dos sistemas inteligentes de imprevisibilidade, incontrolabilidade e distributividade<sup>93</sup>.

Por outro lado, para os mesmos autores, as normas protetivas de dados que restringissem a coleta, manutenção e limitassem os propósitos de tratamento de dados, diminuiriam a quantidade de informações fornecidas aos algoritmos inteligentes e, por consequência, reduziriam a sua influência, minimizando o problema da imprevisibilidade.

Todavia, o alijamento da potencialidade dos algoritmos de IA não será uma solução viável, pois a forte tendência de expansão da tecnologia dificilmente será brecada pela legislação de proteção de dados. Haverá, quiçá, uma atenuação do problema, mas o ordenamento jurídico precisará de outros expedientes.

---

<sup>92</sup> FRAZÃO, Ana; GOETTENAUER, Carlos. Black Box e o direito face à opacidade algorítmica. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021.

<sup>93</sup> *Ibidem*.

### 3 RESPONSABILIDADE CIVIL POR ACIDENTES CAUSADOS POR AUTOMÓVEIS AUTÔNOMOS

A culpa já ocupou papel de destaque na responsabilidade civil. Tradicionalmente, era o seu principal fator de imputação. Com o passar do tempo, foram criadas hipóteses de responsabilidade objetiva, que prescindem do elemento subjetivo, de modo que este passou a ocupar posição de menor relevância.

Ainda assim, no âmbito da responsabilidade civil pelos acidentes de trânsito, a aferição do responsável costuma passar por uma análise subjetiva, especialmente quando não configuradas as hipóteses de responsabilidade objetiva legalmente previstas, ou, mesmo quando configuradas, no âmbito da ação de regresso. Há quem defenda a responsabilidade objetiva em todos os casos de acidentes de trânsito<sup>94</sup>, ou em todos em que não houver reciprocidade de riscos<sup>95</sup>, mas não há adoção pacificada dessas teorias pelos magistrados.

A seguir, convém expor brevemente as hipóteses já consagradas de aplicação da responsabilidade objetiva aos acidentes de trânsito normais, que não sofrerão grandes alterações com o advento dos carros autônomos, para, então, analisar os possíveis fundamentos aptos a substituir a culpa – utilizada nos demais casos – como fator de imputação de acidentes causados por essa nova tecnologia.

A primeira dessas hipóteses é a responsabilidade do empregador ou comitente por ato culposos do empregado ou preposto, presente no art. 932, III, do Código Civil, que é objetiva por força do disposto no artigo seguinte. Assim, o empregado que dirige veículo cumprindo função do trabalho e causa culposamente<sup>96-97</sup> um acidente, enseja a responsabilidade objetiva do patrão, que responde de forma solidária, conforme art.

---

<sup>94</sup> José de Aguiar Dias entendia a condução automobilística como atividade de risco: “A circulação de automóveis criou um risco social próprio, a que é preciso atender, estabelecendo a responsabilidade na base dos princípios objetivos, consagrando-se, como corretivo das demais que provavelmente acarretaria, a responsabilidade limitada e o seguro obrigatório” (DIAS, José de Aguiar. Da responsabilidade civil. Rio de Janeiro: Renovar, 2006, p. 601 apud DIAS, Laura O. B. dos S. Danos causados por veículos autônomos: adequação das respostas contemporâneas às perguntas futuras. In: TEPEDINO, Gustavo; SILVA, Rodrigo da Guia (Coord.). *O direito civil na era da inteligência artificial*. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. *E-book*. p. RB-29.3).

<sup>95</sup> MORAES, Maria Celina Bodin de. Risco, solidariedade e responsabilidade objetiva. *Revista dos Tribunais*, v. 854, p. 11-37, dez. 2006.

<sup>96</sup> “Malgrado a responsabilização objetiva do empregador, está só exurgirá se, antes, for demonstrada a culpa do empregado ou preposto, à exceção, por evidência, da relação de consumo” (REsp 1.135.988/SP, Rel. Ministro Luis Felipe Salomão, Quarta Turma, julgado em 08/10/2013, DJe 17/10/2013).

<sup>97</sup> Se houver relação de consumo, a vítima desincumbe-se de comprovar culpa.

942, parágrafo único, do Código Civil, resguardado o direito de regresso do art. 934, do mesmo diploma legal. Exige-se, para a aplicação do dispositivo aos acidentes de trânsito, uma relação de subordinação<sup>98</sup>, que não precisa ser oriunda de um contrato típico de trabalho<sup>99</sup>.

A mesma norma é estendida para casos em que o proprietário permite que terceiro use o veículo, mesmo sem relação de subordinação, com fundamento na relação de confiança do proprietário para com o condutor<sup>100</sup>. O Superior Tribunal de Justiça (STJ) tem jurisprudência pacífica no sentido de que “o proprietário responde objetiva e solidariamente pelos atos culposos de terceiro que conduz automóvel envolvido em acidente de trânsito, uma vez que, sendo este veículo perigoso, seu mau uso cria a responsabilidade por danos causados a terceiros”<sup>101</sup>. Ao proprietário faculta-se ação de regresso contra o condutor.

O ato culposo de locatário de veículo que causa danos a terceiros enseja a responsabilidade solidária e objetiva da locadora. Trata-se de construção jurisprudencial por parte do Supremo Tribunal Federal (STF), consolidada na Súmula 492, realizada antes mesmo da promulgação do Código Civil de 2002, o qual veio a consagrar a teoria do risco como cláusula geral<sup>102</sup>.

Em contratos de transporte de pessoas, a responsabilidade pelos acidentes é objetiva, por haver uma obrigação de resultado (transporte incólume<sup>103</sup>). Todavia, se o transporte for aquele previsto no art. 736 do Código Civil<sup>104</sup>, a título gratuito, aplica-se a responsabilidade subjetiva<sup>105</sup>, por ser proveniente de ato de simples cortesia. Dispõe a Súmula 145 do STJ que “no transporte desinteressado, de simples cortesia,

<sup>98</sup> AgInt no AREsp 1.381.018/PR e REsp 1.428.206/RJ.

<sup>99</sup> AgInt no AREsp 1.383.867/RJ.

<sup>100</sup> TARTUCE, Flávio. *Responsabilidade civil*. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021.

<sup>101</sup> AgInt no AREsp 1.215.023/SC, Rel. Ministra Maria Isabel Gallotti, Quarta Turma, julgado em 21/11/2019, DJe 06/12/2019. Nesse sentido, ver também: AgInt no AREsp 1.601.198/GO.

<sup>102</sup> BRAGA NETTO, Felipe Peixoto. *Novo Manual de Responsabilidade Civil*. Salvador: JusPodivm, 2019.

<sup>103</sup> A 2ª Seção do STJ decidiu que “a responsabilidade [...] é objetiva, sendo obrigação do transportador a reparação do dano causado ao passageiro quando demonstrado o nexo causal entre a lesão e a prestação do serviço, pois o contrato de transporte acarreta para o transportador a assunção de obrigação de resultado, impondo ao concessionário ou permissionário do serviço público o ônus de levar o passageiro incólume ao seu destino” (REsp 1318095/MG, Rel. Ministro Raul Araújo, Segunda Seção, julgado em 22/02/2017, DJe 14/03/2017).

<sup>104</sup> “Art. 736. Não se subordina às normas do contrato de transporte o feito gratuitamente, por amizade ou cortesia. Parágrafo único. Não se considera gratuito o transporte quando, embora feito sem remuneração, o transportador auferir vantagens indiretas.” (BRASIL. *Código Civil*. Institui o Código Civil. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/L10406compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406compilada.htm). Acesso em: 20 out. 2021.)

<sup>105</sup> PEGHINI, Cesar Calo. Responsabilidade civil automobilística: análise acerca de seus elementos existenciais. *Revista de Direito Brasileira*, v. 2, n. 2, p. 103-144, jan./jun. 2012.

o transportador só será civilmente responsável por danos causados ao transportado quando incorrer em dolo ou culpa grave”. Tal hipótese já foi verificada em caso em que houve o transporte gratuito de pessoa na carroceria aberta do veículo, ocasião em que se reconheceu culpa grave do transportador em razão da previsibilidade da ocorrência de graves danos<sup>106</sup>.

Outra hipótese é a dos acidentes de trânsito causados por animais que invadem a via pública. A responsabilidade dos donos pelos danos causados por seus animais é objetiva, por força do art. 936 do Código Civil. Contudo, como muitas vezes o dono do animal não é identificado, a tendência jurisprudencial é a responsabilização do Estado ou das concessionárias de rodovias<sup>107</sup>, ao vislumbrar uma relação de consumo entre concessionária e usuário da pista, com falha na prestação de serviço por não manter a pista livre de animais<sup>108</sup>. Reserva-se o direito de regresso da concessionária ou do Estado contra o proprietário do animal, se passível de identificação<sup>109</sup>.

O defeito de fabricação de veículo que gera acidente de trânsito importa a responsabilidade objetiva do fornecedor, com base no estatuído pelo Código de Defesa do Consumidor<sup>110</sup>. O consumidor sequer tem o ônus de comprovar o defeito, competindo ao fornecedor demonstrar sua inexistência<sup>111</sup>, em função da inversão do ônus probatório. A quebra do banco do motorista, ensejando colisão em árvore<sup>112</sup>, o não acionamento do *air bag*<sup>113</sup> e o desprendimento da pinça do freio<sup>114</sup> já foram reconhecidos como fato do produto, cuja responsabilidade é do fornecedor, independentemente de culpa.

A responsabilidade do Estado por acidentes causados por seus veículos é objetiva<sup>115</sup>. O mandamento constitucional consagrado no § 6º do art. 37 da Carta Magna pauta-se no risco administrativo, uma modalidade da teoria do risco que consiste no “dever de indenizar o dano em virtude de ato lesivo e injusto causado ao cidadão pelo Poder Público”<sup>116</sup>. Flávio Tartuce exemplifica com o caso de uma viatura

---

<sup>106</sup> REsp 685.791/MG

<sup>107</sup> Ver REsp 573.260/RS e AgInt no AREsp 1.717.363/PR. Cf. TARTUCE, Flávio. *Responsabilidade civil*. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021. p. 1201.

<sup>108</sup> AgRg no Ag 1.067.391/SP.

<sup>109</sup> TJRS, Recurso Cível 71002226199.

<sup>110</sup> AgInt no REsp 1.861.275/MA.

<sup>111</sup> REsp 1.715.505/MG e REsp 1.306.167/RS.

<sup>112</sup> REsp 1.168.775/RS.

<sup>113</sup> TJRS, Apelação Cível 70067091835.

<sup>114</sup> TJRS, Apelação Cível 70063231757.

<sup>115</sup> TARTUCE, op. cit.

<sup>116</sup> *Ibidem*, p. 980.

policial envolvida em acidente. O Estado responderá objetivamente e a vítima não precisará comprovar culpa nem do policial condutor, nem do Estado. A culpa ou dolo será relevante somente na ação de regresso<sup>117</sup>. Note-se que a jurisprudência recente do STF aponta que a ação só pode ser proposta contra o Estado, que posteriormente demandará regressivamente o seu servidor responsável pelo acidente<sup>118</sup>.

Como se vê, há casos em que, comprovados dano e nexo de causalidade, a vítima pode obter desde já a indenização, sem provar culpa, como ocorre com a responsabilidade objetiva do Estado, e outros em que ainda deve provar culpa, mesmo que haja uma responsabilidade objetiva e solidária aplicável, como a do proprietário por ato culposo do condutor terceiro.

Cumpra perquirir se, no caso de acidentes envolvendo veículos autônomos, o panorama que se constituirá para a aferição da responsabilidade será o mesmo, com a manutenção da culpa como fator a ser considerado, ou ocorrerá uma transição para a responsabilidade objetiva, e quais seriam os fundamentos desta.

### 3.1 POSSÍVEIS FUNDAMENTOS PARA A RESPONSABILIZAÇÃO DOS AGENTES ENVOLVIDOS

A grande dificuldade que, de pronto, emerge quando se fala em responsabilização de danos causados por veículos autônomos é a atribuição de culpa. Com um sistema inteligente que, em razão do *machine learning*, toma decisões que não podem ser antevistas pelos fabricantes, a imputação do fator subjetivo torna-se um obstáculo. Nesse contexto, se a prova técnica da ausência de culpa já seria difícil para o fabricante, muito mais complicado seria para a vítima a comprovação de culpa do responsável pela inteligência artificial<sup>119</sup>.

---

<sup>117</sup> REsp 16.024/DF e REsp 226.093/RJ.

<sup>118</sup> Decidiu o STF, no bojo do Tema 940 de Repercussão Geral, que “a possibilidade de [o agente público] ser acionado apenas em ação regressiva evita inibir o agente no desempenho das funções do cargo, resguardando a atividade administrativa e o interesse público. À vítima da lesão – seja particular, seja servidor – não cabe escolher contra quem ajuizará a demanda. A ação de indenização deve ser proposta contra a pessoa jurídica de direito público ou a de direito privado prestadora de serviço público”. (RE 1027633, Relator(a): Marco Aurélio, Tribunal Pleno, julgado em 14/08/2019, Processo eletrônico Repercussão Geral - Mérito DJe-268 Divulg. 05-12-2019 Public. 06-12-2019)

<sup>119</sup> Destaca João Queiroz que “a vida trivial do homem – o homem in concreto, e não o bônus pater famílias – é marcada por atividades cujo conhecimento técnico mínimo lhe escapa, de modo que a prova da culpa de eventuais condutas danosas, i.e., a imprudência do desenvolvedor dos sistemas de inteligência artificial ou a imperícia dos fabricantes de carros autônomos, escaparão certamente ao cidadão” (QUEIROZ, João Quinelato de. Responsabilidade civil no uso da

Além da culpa, o ordenamento pátrio dá abrigo a outros fundamentos ou teorias que independem de elemento subjetivo: teoria do risco da atividade, a responsabilidade pelos produtos postos em circulação, teoria da guarda da coisa e responsabilidade por defeito do produto. Talvez a solução para superar a análise da culpa como fator de imputação passe por essas teorias. Nesse ponto, ensina Tula Wesendonck:

Em regra, ordenamentos constituídos por cláusulas gerais de responsabilidade civil e, sobretudo, os que contam com a previsão de hipóteses de cláusulas gerais de responsabilidade objetivas, fundadas no risco da atividade e no risco do empreendimento, estarão mais aptos para imputar da responsabilidade civil por danos derivados do uso da IA.<sup>120</sup>

A ausência de uma cláusula geral de responsabilidade civil objetiva na maioria dos países europeus levou doutrinadores a refletir sobre outras possíveis soluções para a reparação de danos provocados pela IA, como a teoria do *deep pocket* e a responsabilização da própria inteligência artificial. Em seguida, serão analisados os fundamentos presentes no ordenamento brasileiro, bem como alguns que nele não se encontram, e a sua aplicabilidade, especialmente aos carros autônomos, que podem trazer um grau de risco distinto de outros serviços e produtos que adotam inteligência artificial. Outra peculiaridade dos veículos sem condução humana é que estes têm diferentes níveis de autonomia, o que influenciará no seu enquadramento em cada um dos fundamentos.

### 3.1.1 Culpa

A culpa do condutor, frequentemente discutida em processos judiciais de acidentes automobilísticos, não mais poderá ser debatida após a introdução de veículos completamente autônomos, que sequer permitam direção humana, pois ausente a figura do condutor. Outrossim, se mostra irrazoável discutir a culpa da inteligência artificial em si, que não é sujeito de direito e é inimputável. Ainda, exigir

---

inteligência artificial: imputação, culpa e risco. In: TEPEDINO, Gustavo; SILVA, Rodrigo da Guia (Coord.). *O direito civil na era da inteligência artificial*. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. *E-book*. p. RB-27.4)

<sup>120</sup> WESENDONCK, Tula. Inteligência Artificial e responsabilidade civil pelos riscos do desenvolvimento: um estudo comparado entre as propostas de regulamentação da matéria na União Europeia e o ordenamento vigente brasileiro. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021. p. 204.

da vítima a prova de culpa de algum dos agentes da cadeia de fornecimento seria um ônus praticamente intransponível<sup>121</sup>.

Todavia, por veículo autônomo se entende também aqueles em que a IA tem papel coadjuvante. A culpa poderá ser cogitada como fundamento da responsabilidade civil do condutor, seja ele proprietário ou não, especialmente no caso de veículos de níveis zero a três de autonomia. Após o nível três, conforme a classificação da SAE já apresentada, o veículo não necessita mais de motorista, e, em havendo uma pessoa no assento onde fica o volante, esta não é considerada responsável pelo automóvel. Como a figura de um condutor humano é deixada de lado, manter a culpa como premissa de imputação nesses automóveis significaria atribuir à vítima o ônus de comprovar imperícia, negligência, ou imprudência de um sistema de inteligência artificial altamente complexo e imprevisível, que, inclusive, não possui personalidade jurídica. Nessa toada, a vítima de um dano causado por uma inteligência artificial não pode ter que recorrer à culpa, sob pena de encontrar-se em situação de desamparo<sup>122</sup>.

Somente se cogita responsabilidade culposa do condutor em veículos de níveis quatro e cinco quando houver um volante – o qual, nesses níveis, não é obrigatório pela classificação da SAE – e o passageiro escolher assumir o controle, tornando-se condutor. O veículo, quando requisitado, ou quando não conseguir operar em determinada condição, estacionará onde houver o menor risco de colisão. Após o desligamento do sistema de IA, se o condutor humano assumir a direção, estará sujeito à culpa como fator de imputação<sup>123</sup>. Rampazzo leciona que “se o veículo estava

---

<sup>121</sup> As características de autonomia e opacidade dos algoritmos de inteligência artificial não permitem a aferição de imprudência, negligência, imperícia ou dolo desses agentes. Apesar do Projeto de Lei n. 21/2020, em sua redação aprovada pela Câmara dos Deputados – e pendente de aprovação no Senado Federal –, prever a responsabilidade subjetiva dos operadores e desenvolvedores de IA, a expressão “salvo disposição em contrário”, no art. 6º, VI, permite a objetivação da responsabilidade civil, como abordado na subseção “2.3”.

<sup>122</sup> WESENDONCK, Tula. Inteligência Artificial e responsabilidade civil pelos riscos do desenvolvimento: um estudo comparado entre as propostas de regulamentação da matéria na União Europeia e o ordenamento vigente brasileiro. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021.

<sup>123</sup> Nesse ponto, é válido ressaltar a necessidade de os fabricantes de carros com esses níveis de autonomia, que ainda permitem o controle humano, instalarem um sistema que registre se o carro, no momento de um acidente, estava sendo conduzido pela IA, de modo semelhante à caixa-preta dos aviões.

sob comando do motorista, total ou parcialmente, em ação, [...] o caso exigirá a análise da conduta dos envolvidos e das circunstâncias detectadas”<sup>124</sup>.

Nos níveis um e dois de autonomia, o condutor é responsável por supervisionar o funcionamento dos sistemas de inteligência artificial. Deve intervir e assumir controle do veículo quando a IA oferecer risco. Assim, se tomada por base a classificação da *Society of Automotive Engineers*, a análise da responsabilidade passa necessariamente pela figura do condutor, que deve reagir a eventual mau funcionamento do sistema inteligente, sob pena de ser culpabilizado.

No nível três de autonomia, o condutor não é obrigado a monitorar os sistemas inteligentes, mas deve estar de prontidão para controlar o veículo imediatamente, se assim for requerido pela IA. Logo, ao falhar em fazê-lo, já estaria agindo com culpa, passível de responsabilização.

Sobre os carros autônomos que ainda dependem de um condutor de segurança, Filipe Medon<sup>125</sup> defende que, se não aceita a responsabilidade pelo risco criado, o condutor poderá ser enquadrado na culpa *in vigilando* ou *in eligendo*, conforme, respectivamente, ele não reagir à necessidade de intervir, ou ele ativar a IA em situações desaconselháveis ou proibidas.

Um outro aspecto atinente a este fundamento da responsabilidade civil é a culpa presumida do condutor que colide na traseira. Sobre acidentes com carros não automatizados, o STJ tem posição consagrada de que “aquele que sofreu a batida na traseira de seu automóvel tem a seu favor a presunção de culpa do outro condutor, ante a aparente inobservância do dever de cautela pelo motorista, nos termos do inciso II do art. 29 do Código de Trânsito Brasileiro”<sup>126</sup>. Quanto aos veículos com autonomia superior ao nível três, em que análise de culpa deve ser superada, talvez opere uma presunção de nexos de causalidade do carro que colide na traseira de outro.

---

<sup>124</sup> SOARES, Flaviana Rampazzo. Veículos autônomos e responsabilidade por acidentes: trajetos possíveis e desejáveis no direito brasileiro. In: ROSENVALD, Nelson; DRESCH, Rafael de Freitas Valle; WESENDONCK, Tula (Org.). *Responsabilidade Civil: novos riscos*. São Paulo: Editora Foco, 2019. p. 161.

<sup>125</sup> MEDON, Filipe. *Inteligência Artificial e Responsabilidade Civil: autonomia, riscos e solidariedade*. Salvador: JusPodivm, 2020.

<sup>126</sup> AgInt no AREsp 483.170/SP, Rel. Ministro Marco Buzzi, Quarta Turma, julgado em 19/10/2017, DJe 25/10/2017.

### 3.1.2 Cláusula geral de responsabilidade civil objetiva

A fim de evitar a análise de culpa, tão dificultada pela natureza do funcionamento da inteligência artificial, muda-se o foco para a responsabilidade objetiva. A cláusula geral de responsabilidade objetiva, por sua aparente abrangência, é o melhor ponto para começar a análise.

Também chamada de teoria do risco da atividade, a regra geral de responsabilidade civil objetiva está presente no artigo 927, parágrafo único, do Código Civil. A sua aplicação seria uma decorrência lógica do fato do fornecedor de carro e/ou *software*, ao colocá-los em circulação, possivelmente exercer uma atividade de risco.

Para a análise, é de grande importância a classificação da *Society of Autonomous Engineers* quanto aos níveis de autonomia. Inicialmente, cabe explicar por que possivelmente será inadequada a aplicação da cláusula geral de responsabilidade objetiva, como regra geral, aos veículos de níveis um a três de autonomia.

Considerando as origens do instituto da responsabilidade civil objetiva, que veio a atender uma necessidade dos trabalhadores para responsabilizar os patrões pelos acidentes de trabalho<sup>127</sup>, porque a culpa era um fator de imputação de difícil comprovação, tem-se que, em sendo a culpa fator suficiente para reparação integral do dano, não há necessidade de promover sua substituição pela modalidade de responsabilidade que dela independe. E é justamente esse o caso dos carros com autonomia até o nível três, porque seu tratamento será muito parecido com aquele dirigido à responsabilidade civil por acidentes de carros não automatizados. Como ainda há a figura de condutor, pode-se facilmente a ele imputar a culpa.

Tal como nos veículos de zero autonomia, vigorará ainda a culpa como principal fator de imputação, e, na presença de defeito, a responsabilidade objetiva por fato do produto, do Código de Defesa do Consumidor (CDC), que será abordada mais adiante. Ademais, ainda haverá, nos mesmos moldes já abordados no início do capítulo, a responsabilidade objetiva por fato de terceiro, em algumas hipóteses do art. 932, do diploma civil, e pela teoria da guarda da coisa, como no caso do proprietário que empresta veículo a terceiro.

---

<sup>127</sup> BRAGA NETTO, Felipe Peixoto. *Novo Manual de Responsabilidade Civil*. Salvador: JusPodivm, 2019.

Assim, o foco desta seção é discutir a cláusula geral no contexto dos veículos de máxima autonomia (níveis superiores ao três). Estes são os mais desafiadores para o campo da responsabilidade civil, porque não há um condutor para se imputar o fator subjetivo, apenas a IA. Além disso, cabe tecer observações sobre o enquadramento desses carros com máxima autonomia no conceito de atividade de risco.

É necessário averiguar se a introdução de carros autônomos no mercado é, em si só, uma atividade de risco. Em relação aos sistemas de inteligência artificial em geral, Gustavo Tepedino e Rodrigo Guia admitem como critério de imputação da responsabilidade a cláusula geral de responsabilidade objetiva. Pregam, contudo, cautela na aferição do que é uma atividade de risco. Segundo eles, “há que se investigar detidamente, em cada atividade, à luz das especificidades dos respectivos sistemas e de seu contexto, a possibilidade de caracterização de atividade de risco”<sup>128</sup>. No caso dos veículos autônomos, o risco, por certo, será variável conforme o grau de autonomia.

Quando se exige um condutor atento a todo momento ao funcionamento do sistema de IA (níveis um e dois de autonomia), ou pronto para assumir o controle, se requisitado (nível três de autonomia), é plausível assumir que o risco é quase idêntico ao que já se observa hoje na condução de veículos não automatizados. Espera-se um humano atento ao volante, assim como nos automóveis normais. Esse é outro argumento para corroborar a não aplicação dessa regra aos veículos de baixa autonomia.

Já em relação aos veículos com nível máximo de automação utilizados em atividade econômica – como o transporte de passageiros –, Flaviana Rampazzo defende a aplicação da cláusula geral de responsabilidade objetiva, uma vez que a atual tecnologia ainda apresenta riscos<sup>129</sup>. Destaque-se que a autora se refere à tecnologia hoje existente, ou melhor, àquela de 2019, data da redação de seu artigo. A possibilidade de aplicação dessa cláusula será pautada pelo estado da tecnologia

---

<sup>128</sup> TEPEDINO, Gustavo; SILVA, Rodrigo da Guia. Desafios da inteligência artificial em matéria de responsabilidade civil. *Revista Brasileira de Direito Civil*. Belo Horizonte, v. 21, p. 61-86, jul./set. 2019. p. 84.

<sup>129</sup> SOARES, Flaviana Rampazzo. Veículos autônomos e responsabilidade por acidentes: trajetos possíveis e desejáveis no direito brasileiro. In: ROSENVALD, Nelson; DRESCH, Rafael de Freitas Valle; WESENDONCK, Tula (Org.). *Responsabilidade Civil: novos riscos*. São Paulo: Editora Foco, 2019.

no momento da análise, porque o risco de hoje não será o mesmo que o de dez anos no futuro.

Atualmente, não é possível estimar com elevado grau de certeza qual será o risco dos carros com autonomia máxima. Ao longo do tempo, o risco dessa atividade será modificado por pelo menos dois fatores: a maturidade dos algoritmos e o percentual de veículos autônomos que compoñham o conjunto de carros presentes em determinada localidade.

Devido à própria natureza do *machine learning*, a tendência do algoritmo de IA é melhorar com o tempo. O outro fator a ser considerado é que, se, como se espera, os carros autônomos forem realmente mais seguros, com o crescimento do percentual desses veículos nas ruas, há uma tendência à diminuição dos acidentes.

Idealmente, os sistemas de inteligência artificial teriam intercomunicabilidade, de modo que os carros autônomos vizinhos comunicassem entre si a sua rota no futuro imediato, isto é, os seus próximos passos, as suas intenções, de parar e de frear. Supõe-se que, na data em que isso se tornar realidade, acontecerá uma quantidade ínfima de acidentes. Questiona-se, nesse contexto, se os carros autônomos ainda assim serão uma atividade de risco?

Para responder a essa pergunta, cabe antes aprofundar sobre o que seria a atividade de risco. A esse respeito, Bruno Miragem ressalta que “a identificação dos riscos é deixada integralmente ao intérprete no caso concreto, de modo a merecer críticas acerca do excessivo alargamento de hipóteses a serem consideradas, pela jurisprudência, para a imputação de responsabilidade”<sup>130</sup>.

E não é só à jurisprudência que a norma confere ampla margem interpretativa. A depender da visão do doutrinador, ou até de como ele define a teoria em uma mesma obra, pode ser mais difícil justificar a aplicação dessa regra aos carros autônomos. Carlos Roberto Gonçalves refere que será objetiva a responsabilidade “quando o autor do dano criar um risco maior para terceiros, em razão de sua atividade”<sup>131</sup>. Com essa definição, torna-se difícil enquadrar a comercialização de carros autônomos como atividade de risco maior que a de veículos ordinários. Alhures, na mesma obra, o autor afirma que “o exercício de atividade que possa oferecer algum perigo representa um risco, que o agente assume, de ser obrigado a ressarcir os

---

<sup>130</sup> MIRAGEM, Bruno. *Responsabilidade civil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021. *E-book*. p. 67.

<sup>131</sup> GONÇALVES, Carlos Roberto. *Responsabilidade civil*. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 2020. *E-book*. p. 493.

danos, que venham resultar a terceiros, dessa atividade”<sup>132</sup>, possibilitando o enquadramento da teoria do risco ao problema em questão.

Sobre a noção de risco, Bruno Miragem<sup>133</sup> argumenta que a simples indicação de que deve haver risco daria um escopo muito amplo para a norma, dado que é ínsito do comportamento humano o risco. Em contrapartida, determinar previamente o grau de risco necessário seria restringir demais a aplicação do comando legal. Conclui que, por ser cláusula geral, o art. 927 reserva ao intérprete a tarefa de examinar a relevância do risco, sendo certo que, por exigir algum risco, o dispositivo afasta aquele risco que venha a ser tido como irrelevante.

Flávio Tartuce<sup>134</sup> compara e diferencia o art. 927 do Código Civil brasileiro com aquele que foi sua inspiração, o art. 2.050 do diploma italiano correspondente. O último tem seu campo de aplicação dirigido a quem desenvolve uma atividade perigosa, ao passo que a norma pátria fica restrita à atividade que implica, por sua natureza, risco para os direitos de terceiros. O doutrinador ressalta que, comparativamente, há uma intensidade menor na expressão “atividade de risco”. Assim, muito embora possa ser apenas um jogo de palavras, de significados muito semelhantes, conclui-se, pela comparação de Tartuce, que a atividade sequer precisa ser considerada perigosa. Deve, apenas, implicar risco.

Isto posto, cabe responder à pergunta anteriormente redigida. Parece-nos que sim, a utilização de carros autônomos, ainda que em um contexto em que se registre percentual ínfimo de acidentes com automóveis dotados de IA, será uma atividade de risco<sup>135</sup>.

Com efeito, mesmo um algoritmo que teve acesso a uma quantidade incalculável de dados pode apresentar mau funcionamento ao encontrar um caso inusitado. Ou então, *bugs* potencialmente danosos podem ser introduzidos em uma nova versão de *software*. Ainda, um ataque cibernético pode ser feito repentinamente, aproveitando-se de uma vulnerabilidade nunca antes descoberta, e causar acidentes em grande escala. Se for considerado um único fabricante, e, por consequência, um único algoritmo de inteligência artificial, talvez seja insignificante a possibilidade

---

<sup>132</sup> GONÇALVES, Carlos Roberto. *Responsabilidade civil*. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 2020. *E-book*. p. 758.

<sup>133</sup> MIRAGEM, Bruno. *Responsabilidade civil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021. *E-book*.

<sup>134</sup> TARTUCE, Flávio. *Responsabilidade civil*. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021. *E-book*.

<sup>135</sup> Registre-se que essa posição quanto à presença de risco é válida também em relação aos próximos tópicos abordados, dado que estes, de certa forma, também pressupõem alguma forma de risco.

desses eventos acontecerem. Ao ampliar-se a escala da análise, levando em consideração as múltiplas empresas que estão na corrida pela autonomia, essa chance cresce. Não é só um único sistema que pode apresentar defeito ou vulnerabilidade, mas vários.

Logo, até em um momento em que os carros autônomos forem tidos como seguros, essa realidade pode mudar subitamente. Justamente pela possibilidade de *bugs*, ataques cibernéticos, e falhas acontecerem, parece-nos que é justificada a qualificação dessa atividade como de risco. A atividade, como exposto anteriormente, não necessariamente precisa ser perigosa, mas deve apenas apresentar algum risco; em havendo possibilidade de danos, há uma atividade de risco.

Indo além desse argumento, considere-se que, segundo Carlos Roberto Gonçalves, quando a culpa é “insuficiente para atender às imposições do progresso, tem o legislador fixado os casos especiais em que deve ocorrer a obrigação de reparar, independentemente daquela noção [de culpa]”<sup>136</sup>. A lição do doutrinador encaixa-se quase que perfeitamente ao problema em questão, salvo pela possível desnecessidade de o legislador fixar casos especiais, se considerar-se que a solução passa pela cláusula geral de responsabilidade objetiva. De fato, quando um sistema de IA atinge tal nível de independência de seus criadores, e suas decisões são operadas de modo imprevisível, em um contexto de *black box*, muitas vezes não sujeito a auditorias, a culpa já não atende às imposições do progresso – utilizando, com a devida vênia, as palavras do douto autor –, e torna-se salutar a sua superação.

O próprio aspecto aberto da norma é receptivo ao seu enquadramento em novas situações. Nesse sentido, digna de transcrição a lição de Miragem:

[...] a abertura à interpretação permitida pela norma pode conduzir a situações de incerteza. Indiscutível, todavia, o seu sentido de permitir – como é próprio das cláusulas gerais – a permanente atualização da norma, de modo a permitir pela atividade de interpretação e concreção judicial sua aplicação a novas situações ou riscos que venham a surgir ou se desenvolver com base nos avanços da ciência e da técnica.<sup>137</sup>

Pelo exposto, a cláusula geral de responsabilidade objetiva é uma candidata à substituição da culpa como premissa para imputação de responsabilidade civil nos

---

<sup>136</sup> GONÇALVES, Carlos Roberto. *Responsabilidade civil*. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 2020. *E-book*. p. 758.

<sup>137</sup> MIRAGEM, Bruno. *Responsabilidade civil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021. *E-book*. p. 67.

acidentes de trânsito que envolverem veículos com níveis de autonomia em que o condutor não mais interfere nos sistemas de IA.

### 3.1.3 Responsabilidade por produtos postos em circulação

Outro fundamento possivelmente aplicável é o comando do art. 931 do Código Civil, que assim dispõe: “Ressalvados outros casos previstos em lei especial, os empresários individuais e as empresas respondem independentemente de culpa pelos danos causados pelos produtos postos em circulação”<sup>138</sup>. Tendo em vista que por empresa entende-se tanto as sociedades empresárias como as empresas individuais de responsabilidade limitada<sup>139</sup>, e o conceito de produto pode ser trazido do terceiro artigo do Código de Defesa do Consumidor como “qualquer bem, móvel ou imóvel, material ou imaterial”, não há dificuldade para o enquadramento, no texto legal, dos carros autônomos vendidos por empresas.

Trata-se de uma norma semelhante àquela do art. 927 do mesmo diploma. Porém a responsabilidade pelos produtos postos em circulação pode ser ainda mais pertinente para este estudo. O art. 931 – bem como a responsabilidade por fato do produto do CDC – aborda o risco proveito, ao passo que o parágrafo único do art. 927 engloba o risco criado<sup>140</sup>.

A teoria do risco subdivide-se, entre outros, em risco proveito e risco criado. O risco proveito é aquele gerado por quem visa a auferir lucro com a atividade, enquanto o risco criado não exige que a atividade busque o lucro, mas apenas que ela possua um risco inerente<sup>141</sup>. No que concerne aos carros autônomos, a teoria de melhor aplicação é a do risco proveito, porque tais veículos não representariam somente um risco criado, mas um risco que faz parte de uma atividade que visa ao lucro.

Há outro fator que concorre em favor da aplicação do art. 931 aos carros autônomos, em detrimento do art. 927. Ambas são cláusulas gerais de responsabilidade objetiva, com fundamento no risco, mas o dispositivo alvo da

---

<sup>138</sup> BRASIL. *Código Civil*. Institui o Código Civil. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/L10406compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406compilada.htm). Acesso em: 27 set. 2021.

<sup>139</sup> MIRAGEM, Bruno. *Responsabilidade civil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021. *E-book*.

<sup>140</sup> A doutrina não é unânime nesse ponto. Defendendo a presença da teoria do risco criado no art. 927, parágrafo único do Código Civil, ver: *Ibidem*. Adotando posição de que referido artigo encampa a teoria do risco profissional, intermediária entre o risco criado e o risco proveito, ver: KIRCHNER, Felipe. A responsabilidade civil objetiva no art. 927, parágrafo único, do CC/2002. *Revista dos Tribunais*, v. 871, p. 36-66, maio 2008.

<sup>141</sup> TARTUCE, Flávio. *Responsabilidade civil*. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021. *E-book*. p. 1208.

presente análise é mais adequado porque baseia-se no risco do produto, enquanto a outra norma assenta-se no risco da atividade<sup>142</sup>.

Afinal, qual a atividade que o fabricante, que está sujeito a ser responsabilizado, exerce? Fabricação e, por vezes, também a introdução no mercado de um produto capaz de causar danos, o carro autônomo. Além dessa ocupação se encaixar perfeitamente na disposição do art. 931, tem-se que não é propriamente a atividade que ele desenvolve que é capaz de causar danos, mas sim, mais especificamente, o produto que ele coloca no mercado<sup>143</sup>.

Aqui, na responsabilidade do art. 931, o foco está mais no produto, ao passo que na outra cláusula geral de responsabilidade objetiva espera-se que haja de fato uma atividade que, por sua natureza, cause risco. Como os carros autônomos são produtos que geram certo risco, é mais apropriada, como premissa de imputação, a responsabilidade objetiva do empresário pelos produtos postos em circulação.

A responsabilidade presentemente abordada também não se confunde com aquela do fornecedor em relações de consumo. A principal diferença do fato do produto previsto art. 931 do CC para aquele do diploma consumerista – além, é claro, da desnecessidade de relação de consumo para sua incidência<sup>144</sup> – é que o comando legal não exige expressamente a demonstração de defeito, o que abre espaço para distintas interpretações. Tula Wesendonck<sup>145</sup> e Flaviana Rampazzo<sup>146</sup> têm por desnecessária a discussão a respeito de defeito<sup>147</sup>. Já Cavaliere, em sentido contrário,

---

<sup>142</sup> WESENDONCK, Tula. Inteligência Artificial e responsabilidade civil pelos riscos do desenvolvimento: um estudo comparado entre as propostas de regulamentação da matéria na União Europeia e o ordenamento vigente brasileiro. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021.

<sup>143</sup> Isto é, o fabricante pode adotar boas práticas no desenvolvimento da IA, com muitos testes e medidas de prevenção de danos, e, ainda assim, o produto, por sua conta, vir a causar danos, muito provavelmente por uma tomada de decisão equivocada que o empreendedor não poderia prever.

<sup>144</sup> Preconiza o Enunciado n. 378 da IV Jornada de Direito Civil do Conselho da Justiça Federal que “Aplica-se o art. 931 do Código Civil, haja ou não relação de consumo”.

<sup>145</sup> WESENDONCK, Tula. Art. 931 do Código Civil: repetição ou inovação?. *Revista de Direito Civil Contemporâneo*, São Paulo, v. 3/2015, p. 141 – 159, Abr./Jun. 2015.

<sup>146</sup> SOARES, Flaviana Rampazzo. Veículos autônomos e responsabilidade por acidentes: trajetos possíveis e desejáveis no direito brasileiro. In: ROSENVALD, Nelson; DRESCH, Rafael de Freitas Valle; WESENDONCK, Tula (Org.). *Responsabilidade Civil: novos riscos*. São Paulo: Editora Foco, 2019.

<sup>147</sup> A prescindibilidade da discussão, contudo, não implica que não haja defeito. Adverte Wesendonck que “se o produto causa um dano é porque é defeituoso. Porém, partindo da perspectiva da vítima de um dano, o Código Civil mostra-se vantajoso por tornar inútil a discussão a respeito das espécies de defeito e de sua ocorrência [...]”. (WESENDONCK, op. cit., p. 147.)

argumenta que o dano advindo de um produto sem defeitos não pode ser atribuído ao empresário<sup>148</sup>.

Fato é que, se aceita, a dispensabilidade da discussão sobre defeito poderia ser útil se eventualmente houver uma dificuldade para enquadrar a decisão equivocada tomada pela IA como um defeito. Ao passo que pelo CDC o fornecedor dispõe da excludente de responsabilidade referente à demonstração de inexistência de defeito, se o pleito indenizatório tiver por fundamento o art. 931 do Código Civil, as excludentes de responsabilidade limitar-se-ão ao caso fortuito, à força maior, ao fato de terceiro ou da vítima, ou à não colocação do produto no mercado, o que representaria uma vantagem para a vítima do evento danoso<sup>149</sup>.

Considerando que o art. 7º do Código de Defesa do Consumidor faculta a incidência, em relações de consumo, do Código Civil para comandos legais mais benéficos ao consumidor<sup>150</sup>, a vítima de um acidente de consumo, equiparada a consumidora, poderia se valer do art. 931 do diploma civil para buscar a responsabilidade objetiva do fornecedor que introduziu o produto no mercado.

Um outro ponto a ser ponderado para a incidência do dispositivo é a partir de que etapa da atividade empresarial a sua aplicação é permitida. Enquanto o CDC tem sua incidência após a introdução do produto no mercado – como se depreende da excludente de responsabilidade do art. 12, § 3º, I –, o art. 931 do Código Civil pressupõe que os produtos sejam postos em circulação.

Comparando referido artigo do Código Civil com a disciplina do CDC, Leonardo Bessa leciona que pelo diploma consumerista o fornecedor só responde

[...] após colocação do produto no mercado, ou seja, a partir do momento em que há exposição dos produtos nos estabelecimentos com intuito de vendê-los. [...] enquanto o produto estiver no local de fabricação ou em trânsito entre empresários, não há que se falar em acidente de consumo. Além disso, pelo mesmo raciocínio, não se deve invocar a disciplina do Código de Defesa do Consumidor quando o dano decorrer de bem do fornecedor utilizado para realização de sua própria atividade profissional e que, por este motivo, não está à venda.<sup>151</sup>

<sup>148</sup> CAVALIERI FILHO, Sergio. *Programa de Responsabilidade Civil*. 14. ed. São Paulo: Atlas, 2020. *E-book*.

<sup>149</sup> WESENDONCK, Tula. Art. 931 do Código Civil: repetição ou inovação?. *Revista de Direito Civil Contemporâneo*, São Paulo, v. 3/2015, p. 141 – 159, Abr./Jun. 2015.

<sup>150</sup> Idem, Inteligência Artificial e responsabilidade civil pelos riscos do desenvolvimento: um estudo comparado entre as propostas de regulamentação da matéria na União Europeia e o ordenamento vigente brasileiro. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021.

<sup>151</sup> BESSA, Leonardo Roscoe. Responsabilidade pelo fato do produto: questões polêmicas. *Revista de Direito do Consumidor*, [s. l.], v. 89, p. 141-163, set./out. 2013. p. 149.

Restaria ao art. 931, na visão do doutrinador, abranger tão somente as etapas prévias à introdução do bem no mercado de consumo. Compreenderia, por exemplo, danos causados enquanto o produto está em deslocamento entre fornecedores, antes de chegar ao comerciante para sua introdução no mercado de consumo<sup>152</sup>.

Todavia, parece-nos que a expressão “posto em circulação” possui um escopo maior do que a “introdução no mercado”. Com efeito, o dispositivo legal do Código Civil tem incidência não só nas etapas prévias à introdução no mercado, como pontuado por Bessa, mas também após a introdução do produto no mercado de consumo, considerando a faculdade conferida pelo art. 7º do CDC para que, em caso de disposição mais benéfica, o consumidor opte pelo Código Civil em detrimento da legislação consumerista.

A relevância dessa discussão para o presente estudo está ligada aos acidentes causados por carros autônomos em fase de testes. Se o fornecedor ainda não os disponibilizou aos consumidores, e tampouco os utilizou para prestação de serviço de transporte de passageiros, o melhor fundamento a ser invocado é o do art. 931, pois certo é que o produto foi “posto em circulação”.

### 3.1.4 Responsabilidade pela guarda da coisa

Muitas vezes tidas como sinônimos, a teoria da guarda da coisa é um fundamento da responsabilidade pelo fato da coisa. Esta se encontra amparada na ideia de que há um dever jurídico de vigilância das coisas perigosas sob a guarda de uma pessoa<sup>153</sup>.

Embora não se tenha positivado de modo genérico a teoria da guarda da coisa no Código Civil, há previsão normativa de hipóteses específicas<sup>154</sup> e ampla utilização jurisprudencial, portanto pode-se considerar integrada no ordenamento pátrio. Em geral, essa responsabilidade independe de culpa e é atribuída ao proprietário da

---

<sup>152</sup> BESSA, Leonardo Roscoe. Responsabilidade pelo fato do produto: questões polêmicas. *Revista de Direito do Consumidor*, [s. l.], v. 89, p. 141-163, set./out. 2013.

<sup>153</sup> CAVALIERI FILHO, Sergio. *Programa de Responsabilidade Civil*. 14. ed. São Paulo: Atlas, 2020. *E-book*.

<sup>154</sup> Como é o caso dos arts. 936, 937 e 938, do Código Civil, ao disporem sobre a responsabilidade dos donos pelos danos causados por seus animais, pela ruína de edifícios ou por coisas caídas ou lançadas em local indevido.

coisa<sup>155</sup>. A responsabilidade solidária do proprietário do veículo com o condutor que causa danos é uma aplicação da teoria da guarda da coisa<sup>156</sup>.

Sergio Cavalieri Filho adverte que se uma conduta direta do agente ou de seu preposto fizer a coisa causar dano, não se está tratando de responsabilidade pelo fato da coisa. Assim, esse fundamento afasta-se da responsabilidade civil dos acidentes de trânsito tradicionais, excetuados aqueles decorrentes de carros estacionados em declives, quando estes se soltam. Leciona o doutrinador que

se a vítima é atropelada quando o proprietário do veículo se encontrava ao volante, o caso será de responsabilidade aquiliana por fato próprio; se o veículo era dirigido por um preposto seu, haverá responsabilidade por fato de terceiro; se a vítima viajava como passageiro do veículo, teremos a responsabilidade contratual, e assim por diante.<sup>157</sup>

Prossegue o autor sustentando que somente quando a coisa em si causar o evento, sem participação direta do responsável por sua guarda, é que se falará em responsabilidade pelo fato da coisa. É de se questionar, então, se os carros com alto nível de autonomia se enquadrariam na teoria da guarda da coisa.

Flaviana Rampazzo<sup>158</sup> comenta a possibilidade de aplicação das regras de responsabilidade pelo fato dos animais aos veículos autônomos. A possível fundamentação seria de que, assim como o animal é um ente não humano e autônomo que deve estar sob a guarda do proprietário, o automóvel autônomo deveria estar sob guarda do dono.

A autora tem por inadequada a aplicação dessas regras, uma vez que na relação jurídica advinda de danos causados por animais não estão englobados “o automóvel dotado de sistema de inteligência artificial, o condutor, o proprietário, o fabricante do veículo, o desenvolvedor do sistema ou o titular de direitos de exploração desse sistema”<sup>159</sup>. Acrescenta-se ao argumento da autora o de que, ao passo que

---

<sup>155</sup> BRAGA NETTO, Felipe Peixoto. *Novo Manual de Responsabilidade Civil*. Salvador: JusPodivm, 2019.

<sup>156</sup> Essa é a posição da jurisprudência, vide, e.g., REsp 1.044.527 e REsp 335.058. Cavalieri expressa entendimento contrário, argumentando que ao realizar o comodato a um amigo, o proprietário transfere-lhe também a guarda da coisa, e deveria responder somente se comprovada sua negligência ou imprudência a ao emprestar a um motorista sem habilitação ou sabidamente imprudente. (CAVALIERI FILHO, Sergio. *Programa de Responsabilidade Civil*. 14. ed. São Paulo: Atlas, 2020. *E-book*.)

<sup>157</sup> *Ibidem*, p. 258.

<sup>158</sup> SOARES, Flaviana Rampazzo. Veículos autônomos e responsabilidade por acidentes: trajetos possíveis e desejáveis no direito brasileiro. In: ROSENVALD, Nelson; DRESCH, Rafael de Freitas Valle; WESENDONCK, Tula (Org.). *Responsabilidade Civil: novos riscos*. São Paulo: Editora Foco, 2019.

<sup>159</sup> *Ibidem*, p. 156.

alguns animais de estimação podem ser treinados, conferindo ao proprietário a oportunidade de evitar possíveis danos, com a devida vigilância e instrução da coisa, o dono de um carro autônomo não tem tal faculdade, podendo, no máximo, selecionar algumas opções predefinidas pelo fabricante, que alterarão muito pouco seu funcionamento e não evitarão danos.

Tendo em vista que as hipóteses previstas no Código Civil de responsabilidade civil pelo fato da coisa são meramente exemplificativas<sup>160</sup>, não se faz necessária a aplicação análoga da responsabilidade pelo fato dos animais ou pelas coisas caídas ou lançadas de edifício. Isto é, a doutrina, a jurisprudência ou o legislador podem instituir uma nova aplicação, específica para o “fato do carro autônomo”, desde que se enquadre nas premissas básicas da responsabilidade pela guarda da coisa, o que será abordado a seguir.

Segundo Cavalieri Filho, o responsável pela guarda da coisa, considerando a noção de guarda intelectual, será “quem tinha o efetivo poder de comando ou direção sobre ela no momento em que provocou o dano – e não, simplesmente, quem a detinha”<sup>161</sup>. Geralmente, presume-se que o guarda é o proprietário, mas este pode ter transferido o poder de direção da coisa, como na locação, ou ter perdido por motivo justificável, como na hipótese de roubo da coisa.

Já em relação aos carros completamente autônomos, talvez o proprietário não se enquadre bem como detentor do poder de comando ou direção sobre a coisa<sup>162</sup>. Conforme a classificação da SAE, os veículos de níveis quatro e cinco podem ser projetados sem volante ou pedais. E mesmo aqueles que os possuem, facultando ao proprietário – então passageiro – requisitar o controle da direção, podem demorar para

---

<sup>160</sup> BRAGA NETTO, Felipe Peixoto. *Novo Manual de Responsabilidade Civil*. Salvador: JusPodivm, 2019.

<sup>161</sup> CAVALIERI FILHO, Sergio. *Programa de Responsabilidade Civil*. 14. ed. São Paulo: Atlas, 2020. *E-book*. p. 260.

<sup>162</sup> Nesse sentido, Caitlin Mulholland pontua que para o enquadramento na teoria do fato da coisa, “[...] faltaria, no caso da responsabilidade civil por tomadas de decisões autônomas por IA, o elemento da sujeição do bem ao controle do humano, que é caracterizador da primeira situação [fato da coisa com base no poder de controle que se exerce sobre o bem]; e o reconhecimento da periculosidade e defeituosidade do produto ou serviço – que permitiria a previsibilidade dos danos e a sua gestão eficiente – na segunda hipótese [fato da coisa com base na gestão e assunção de riscos derivados da periculosidade do bem]” (MULHOLLAND, Caitlin. Responsabilidade civil e processos decisórios autônomos em sistemas de inteligência artificial (IA): autonomia, imputabilidade e responsabilidade. In: FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin (Coord.). *Inteligência artificial e direito: ética, regulação e responsabilidade*. 2. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. *E-book*. p. RB-13.4)

atender o comando, se a situação não for propícia, ou se recusar a atendê-lo, em situação intransponível ou falha sistêmica, até atingir a condição de risco mínimo.

O que se nota, então, é que por vezes o veículo tem mais controle de si do que o próprio dono. Nesses casos, o poder de comando que o proprietário tem sobre o carro limita-se a onerar ou se desfazer dele, o que praticamente não tem influência direta na ocorrência de acidentes.

Poder-se-ia aventar que, de certa forma, o desenvolvedor do *software*, nesses casos, teria o poder de direção sobre a inteligência artificial. É verdade que o desenvolvedor originalmente programou o *software*, e pode ser ele o responsável por enviar atualizações que modificam seu funcionamento. Contudo, muito em função do *machine learning*, não se pode dizer que tenha controle sobre as ações tomadas pela IA no momento do acidente.

Quem teria, em verdade, o comando da coisa – *i.e.*, o carro –, quando do evento danoso, seria a própria inteligência artificial. Ocorre que, como será abordado adiante, sua responsabilização seria de difícil aceitação, pela necessidade de constituir e integrar no ordenamento uma personalidade jurídica robótica.

Sob outra perspectiva, pontua Arnaldo Rizzardo que “desempenha o poder de controle ou de comando o guardião que goza ou usufrui das vantagens que irradiam da coisa”<sup>163</sup>. Por esse lado, seria fácil caracterizar o proprietário como guarda da coisa.

Eugênio Facchini Neto e Cristiano Colombo<sup>164</sup> defendem, com fundamento na teoria da guarda da coisa, a responsabilização solidária do proprietário, junto ao fabricante, por acidentes causados por um carro com autonomia máxima, mesmo que a falha decorra do próprio sistema. Os autores fazem uma analogia com a responsabilidade do proprietário pelo empréstimo de automóvel a condutor que culposamente causa danos.

Filipe Medon<sup>165</sup> argumenta no mesmo sentido, tomando por base o exemplo de um carro autônomo que retorna para casa sem condutor, após deixar seu proprietário no trabalho, e causa danos. Segundo o autor, o condutor escolhe “emprestar” a direção à inteligência artificial, tal qual o proprietário escolhe emprestar o veículo a um

---

<sup>163</sup> RIZZARDO, Arnaldo. *Responsabilidade Civil*. 8. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019. *E-book*. p. 286.

<sup>164</sup> COLOMBO, Cristiano; FACCHINI NETO, Eugênio. Aspectos históricos e conceituais acerca dos veículos autônomos: seus efeitos disruptivos em matéria de responsabilidade civil e a necessidade de proteger as vítimas. In: Encontro nacional do CONPEDI, 27., 2018, Salvador. *Direito, governança e novas tecnologias*. Florianópolis: CONPEDI, 2018. p. 41-60.

<sup>165</sup> MEDON, Filipe. *Inteligência Artificial e Responsabilidade Civil: autonomia, riscos e solidariedade*. Salvador: JusPodivm, 2020.

condutor terceiro – na hipótese de responsabilidade objetiva daquele por ato culposos deste.

Com efeito, superada a questão de se enquadrar o proprietário como guarda do carro autônomo, seria possível sua responsabilização solidária, mesmo quando o acidente decorrer de falha exclusiva do sistema de IA. Como não se analisa a culpa, não importa perquirir se foi cumprido o dever de vigilância por parte do proprietário. O rompimento do dever de guarda, embora possa ser tido como fundamento da responsabilização, não precisa ser provado, porque vigora a teoria da responsabilidade presumida do titular ou guardião da coisa<sup>166</sup>.

A vítima apenas necessita provar dano e o nexo de causalidade, ou seja, que o dano foi causado pela coisa. Incumbe ao guarda da coisa, para afastar a responsabilidade, comprovar caso fortuito ou culpa exclusiva da vítima. Assim, oportuniza-se à vítima ingressar com ação em face do proprietário e/ou do fabricante, assegurado o direito de regresso do primeiro perante o segundo.

De outra parte, existem hipóteses em que o fabricante não poderá ser responsabilizado pelo evento danoso, apenas o proprietário, também com fundamento na guarda da coisa. É plausível que se considere o proprietário responsável pela ausência de manutenção do carro, ao não realizar as atualizações de *software* periodicamente, se estas não forem automaticamente instaladas pelo veículo. É o caso de proprietários de veículos que eventualmente precisem se conectar a uma rede Wi-Fi para receber atualizações importantes, mas isso não é feito.

Com efeito, a utilização do veículo sem atualização pode configurar ato ilícito, se isso aumentar o risco de ocorrência de acidentes, sendo imputável ao proprietário do veículo, desde que tenha sido informado pelo fabricante dos riscos da utilização do carro desatualizado<sup>167-168</sup>.

Semelhantemente, o mesmo é válido para a hipótese de o proprietário cancelar a instalação de atualização enquanto ela ainda está em progresso, ocasionando erro ou corrompendo arquivos. Suponha-se, nesse caso, que, em momento posterior, o

---

<sup>166</sup> RIZZARDO, Arnaldo. *Responsabilidade Civil*. 8. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019. *E-book*.

<sup>167</sup> SOARES, Flaviana Rampazzo. Veículos autônomos e responsabilidade por acidentes: trajetos possíveis e desejáveis no direito brasileiro. In: ROSENVALD, Nelson; DRESCH, Rafael de Freitas Valle; WESENDONCK, Tula (Org.). *Responsabilidade Civil: novos riscos*. São Paulo: Editora Foco, 2019.

<sup>168</sup> A prestação de informações insuficientes por parte do fabricante seria caracterizada como defeito de informação, sujeitando-o à responsabilização. Uma vez informado o consumidor, o fabricante tem sua responsabilidade por eventual defeito elidida, nesse caso e no seguinte, pois configurado o mau uso do consumidor, conforme dicção do art. 12, § 3º, III, do CDC.

carro ainda seja levado às ruas, e cause um acidente. O proprietário, embora não estivesse em controle do veículo no momento exato do acidente, indiretamente o causou, por descumprir um dever de vigilância da coisa, que lhe era incumbido.

Assim como ocorre em relação ao *software*, se o proprietário não cuidar da manutenção física das peças do automóvel, como freios, luzes de sinalização, deixando de fazer as revisões obrigatórias, e isso gerar um acidente, vislumbra-se sua responsabilidade objetiva com fundamento na teoria da guarda da coisa.

### 3.1.5 Responsabilidade do fornecedor por defeito no produto

O Código de Defesa do Consumidor trouxe consigo a responsabilidade objetiva pelo fato ou vício do produto ou do serviço. Mais pertinente a esta análise são os casos de fato do produto (carro autônomo) ou do serviço (aplicativo de transporte de passageiros), porque abrangem os acidentes de consumo, que é onde melhor se enquadram os danos causados por um automóvel conduzido por IA.

Segundo a normativa dos artigos 12 e 14 do Código consumerista, o fornecedor responde independentemente de culpa por defeitos de concepção, de produção ou de informação, em produtos ou serviços. Por fornecedor entende-se toda a cadeia de fornecimento: fabricante, montador, desenvolvedor do *software*, distribuidor ou outros. Perante o consumidor, eles são um só, devido à solidariedade de sua responsabilidade. Todavia, uma vez indenizado o consumidor, poderá se individualizar o responsável entre eles<sup>169</sup>, para fins de direito de regresso, quando a mesma empresa não for responsável por todas as etapas da cadeia de produção e distribuição.

Essa responsabilidade também tem como fundamento o risco. Enquanto o risco exigido para incidência da cláusula geral de responsabilidade objetiva é aquele que é inerente à atividade, a responsabilidade do fornecedor pelo fato do produto ou do serviço é pautada por um risco adquirido. Trata-se de um risco anormal, porque não é inerente à atividade, mas sobrepuja os riscos dela normalmente esperados<sup>170</sup>. Tanto o é que o CDC preconiza que o defeito ocorre quando o produto não oferece a

---

<sup>169</sup> MEDON, Filipe. *Inteligência Artificial e Responsabilidade Civil: autonomia, riscos e solidariedade*. Salvador: JusPodivm, 2020.

<sup>170</sup> MIRAGEM, Bruno. *Responsabilidade civil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021. *E-book*.

segurança esperada (art. 12, § 1º), mas a segurança que se espera deve ser considerada juntamente aos riscos que razoavelmente se esperam (art. 12, § 1º, II).

Diferentemente da cláusula geral de responsabilidade civil, Tartuce aponta que “como a responsabilidade objetiva consumerista é especificada em lei, não se debate a existência ou não de atividade de risco”<sup>171</sup>. Logo, um aspecto benéfico ao consumidor por optar por este fundamento do fator objetivo de imputação é não se exigir a comprovação de que se trata de uma atividade de risco.

Em relação aos carros autônomos, a abrangência do CDC pode vir a ser significativa. Com o aumento da autonomia, o fator da condução humana torna-se menos relevante. Não mais se fala em culpa do condutor, e tampouco seria adequado aventar a culpa da IA. Entra em jogo o (in)correto funcionamento do sistema inteligente, que, ao dar causa a um acidente, toma uma decisão equivocada.

Considere-se, inicialmente, que prevaleça o entendimento de que toda falha decisória da IA seja um defeito. Poderia haver ampla incidência do CDC. Primeiro, porque, excetuadas as excludentes de responsabilidade civil, um carro autônomo provocará um acidente pelo incorreto funcionamento do sistema inteligente ou por algum problema físico, como uma falha nos freios. Em ambos os casos, isso seria atribuído ao fornecedor<sup>172</sup>.

Ademais, em um futuro em que o maior uso dos carros autônomos seja para atender a um serviço de transporte por aplicativo – por possivelmente ser mais vantajoso não ser proprietário de um veículo, e sim contratar o serviço de transporte de uma empresa que detém uma grande frota, com funcionamento similar ao da Uber, mas sem os motoristas –, o requisito de haver uma relação de consumo no trânsito de veículos quase sempre estaria preenchido.

Até mesmo se a vítima do acidente de consumo não fosse usuária do serviço de transporte por aplicativo, seria considerada parte integrante da relação de consumo. Para esses casos, o art. 17 do CDC estende a abrangência do diploma, equiparando a consumidores todas as vítimas do evento danoso.

Logo, nessa perspectiva, uma vez afastada a culpa do condutor como causa dos acidentes, muitos casos dariam azo ao emprego do CDC. Excetua-se as

---

<sup>171</sup> TARTUCE, Flávio. *Responsabilidade civil*. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021. *E-book*. p. 676.

<sup>172</sup> Salvo se a falha se der pela ausência de manutenção do consumidor.

hipóteses em que a aquisição dos carros tem como escopo incrementar uma atividade comercial e não há uma grande vulnerabilidade da parte adquirente<sup>173</sup>.

Ou então, quando não há uma relação de consumo presente no momento do evento danoso. Por exemplo, concebe-se a inaplicabilidade do CDC no caso de acidente entre dois ou mais carros autônomos que prestam serviço de transporte de passageiros, quando não estão tripulados, e nem em deslocamento em direção a um usuário que os requisitou. Nesse caso, os veículos são de propriedade de empresas, duas fornecedoras que, nesse dado momento, não estão prestando o serviço de transporte.

Além desses casos, o fornecedor não responderia pelo CDC quando o consumidor ensejasse o defeito, por ausência de manutenção necessária das peças ou do *software* do carro, desde que informado dos riscos pelo fornecedor, como abordado em tópico anterior.

O defeito, inclusive, é presumido no sistema protetivo do consumidor, mas ao fornecedor compete demonstrar sua inexistência (art. 12, § 3<sup>a</sup>, II), o que geralmente é de difícil comprovação. A inversão do ônus probatório ocorre porque a vítima de acidente de consumo não dispõe de capacidade técnica para elaboração da prova<sup>174</sup>.

A par dessas considerações, será que é correto o enquadramento do erro de decisão da IA, ou de uma falha de *software*, como um defeito? De início, mister conceituar esse termo. O próprio CDC traz uma definição de defeito, que deve ser observada para a incidência da responsabilidade objetiva. A sua elevada importância comporta a transcrição do dispositivo, na parte pertinente ao estudo:

Art. 12. O fabricante, o produtor, o construtor, nacional ou estrangeiro, e o importador respondem, independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos decorrentes de projeto, fabricação, construção, montagem, fórmulas, manipulação,

---

<sup>173</sup> Isso porque, para caracterização do que vem a ser consumidor, pode ser aplicada, excepcionalmente, a teoria finalista aprofundada. Trata-se de considerar consumidor apenas quem for destinatário final fático e econômico do produto ou serviço adquirido ou, não o sendo, possuir vulnerabilidade econômica, jurídica ou técnica. Abrange-se, portanto, até mesmo as pessoas jurídicas empresárias que comprem um produto para incorporá-lo à sua atividade fim, mas estão em posição de vulnerabilidade perante o fornecedor. (MIRAGEM, Bruno. *Curso de Direito do Consumidor*. 6. ed. São Paulo: Thomson Reuters, 2019. *E-book*.) Sob essas premissas, seria afastado o CDC em caso de acidente envolvendo caminhão autônomo, que foi adquirido como parte de uma larga frota por uma empresa que realiza atividade de transporte de mercadorias. Sendo a empresa de grande porte, provavelmente não está em posição vulnerável, e não houve aquisição como destinatária final na perspectiva econômica.

<sup>174</sup> PINHEIRO, Guilherme P.; BORGES, Maria R.; MELLO, Flávio L. de. Danos envolvendo veículos autônomos e a responsabilidade civil do fornecedor. *Revista brasileira de Direito Civil*, Belo Horizonte, v. 21, n. 3, p. 247-267, jul./set. 2019.

apresentação ou acondicionamento de seus produtos, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua utilização e riscos.

§ 1º O produto é defeituoso quando não oferece a segurança que dele legitimamente se espera, levando-se em consideração as circunstâncias relevantes, entre as quais:

- I - sua apresentação;
- II - o uso e os riscos que razoavelmente dele se esperam;
- III - a época em que foi colocado em circulação.

§ 2º O produto não é considerado defeituoso pelo fato de outro de melhor qualidade ter sido colocado no mercado. [...] <sup>175</sup>

Como se percebe, o defeito é um conceito aberto, pois a sua incidência depende de quando e como o produto ou serviço é apresentado pelo fornecedor, utilizado pelo consumidor, e percebido pela sociedade de consumo. Assim sendo, se um produto percebido pela sociedade como perigoso – a exemplo de uma faca – causar danos, não ocorrerá um acidente de consumo, dado que há um risco inerente, que não é abrangido pela legislação consumerista. Pertinentes para a aplicação do CDC são os riscos anormais, ou adquiridos, conforme preleciona Cavalieri Filho:

Risco inerente ou periculosidade latente é o risco intrínseco, atado à sua própria natureza, qualidade da coisa ou modo de funcionamento [...] Embora se mostre capaz de causar acidentes, a periculosidade desses produtos é normal e conhecida – previsível, em decorrência de sua própria natureza –, em consonância com a expectativa legítima do usuário. [...] Fala-se em risco adquirido quando produtos se tornam perigosos em decorrência de um defeito. São bens que sem o defeito não seriam perigosos; não apresentam riscos superiores àqueles legitimamente esperados pelo usuário. <sup>176</sup>

É plausível assumir que os carros autônomos, ao menos na atual fase de implementação, possuam riscos inerentes ao seu funcionamento: é “qualidade da coisa” o erro decisório da IA. Se tais riscos forem devidamente comunicados ao consumidor, o fornecedor fica isento de responsabilidade. Caso contrário, há responsabilidade pelo defeito de informação.

Como exposto anteriormente, o risco será uma variável em função do tempo, então o grau de segurança esperado dos carros autônomos também oscilará. Talvez, em um momento inicial, os riscos que dos carros autônomos razoavelmente se espera sejam mais altos, de modo que uma decisão equivocada da IA não seja tida como

<sup>175</sup> BRASIL. *Código de Defesa do Consumidor*. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8078compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078compilado.htm). Acesso em: 19 ago. 2021.

<sup>176</sup> CAVALIERI FILHO, Sergio. *Programa de Responsabilidade Civil*. 14. ed. São Paulo: Atlas, 2020. E-book. p. 239.

defeito. Com o aprimoramento do *software*, o produto será compreendido como mais seguro, e a falha será considerada um defeito.

Outrossim, qual será a expectativa legítima<sup>177</sup> dos consumidores quanto à segurança dos carros autônomos? Apesar do imaginário popular possivelmente crer na insegurança da inteligência artificial, e, por extensão, na dos carros autônomos, não parece razoável que uma indústria como a dos automóveis automatizados, que se propõe a oferecer muito mais segurança aos consumidores – comparativamente aos carros normais –, possa se valer eternamente de uma suposta periculosidade “normal e conhecida” para se esquivar do enquadramento de um mau funcionamento da IA como defeito. Afinal, uma das circunstâncias a serem levadas em consideração para definição da segurança esperada é a apresentação do produto<sup>178</sup> (art. 12, § 1º, I, do CDC).

Ao ponderar a ocorrência de defeito, o juízo deve considerar a expectativa de segurança do produto – ou serviço – na época em que este foi colocado em circulação, e não no momento do acidente ou do próprio julgamento<sup>179</sup>. A particularidade dos carros autônomos, nesse ponto, é que estão sujeitos a receber atualizações que podem criar ou reduzir riscos. Logo, um carro autônomo introduzido no mercado consumidor em 2020 terá determinado risco atrelado à inteligência artificial nele presente; esse mesmo automóvel, cinco anos depois, terá recebido atualizações que melhoraram seu funcionamento e – provavelmente – reduziram o risco a ele associado. Em outras palavras, o risco que era inerente transforma-se em anormal. Destarte, o melhor marco temporal a ser considerado para aferir a expectativa de segurança de um produto alvo de constantes melhorias é o da última atualização recebida antes do acidente de consumo.

Feitas essas considerações, oportuno analisar a aplicação do fato do produto de consumo aos veículos com autonomia de níveis um a três. Atualmente, aplica-se o diploma consumerista aos carros não automatizados quando ocorre um defeito de

---

<sup>177</sup> São legítimas as expectativas quando “confrontadas com o estágio técnico e as condições econômicas da época, mostram-se plausíveis, justificadas e reais.” (BENJAMIN, Antonio Herman V.; MARQUES, Claudia Lima; BESSA, Leonardo Roscoe. *Manual de Direito do Consumidor*. 5. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. *E-book*. p. RB-6.5)

<sup>178</sup> Sobre o conceito de defeito aplicado à inteligência artificial, Gilberto Martins de Almeida frisa que a caracterização da proposta pelo fornecedor é essencial, já que os riscos são atrelados ao modelo da oferta. Ver mais em: ALMEIDA, Gilberto Martins de. Notas sobre utilização de inteligência artificial por agentes empresariais e suas implicações no âmbito do Direito do Consumidor. In: FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin (Coord.). *Inteligência artificial e direito: ética, regulação e responsabilidade*. 2. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. *E-book*.

<sup>179</sup> BENJAMIN; MARQUES; BESSA, op. cit.

fabricação, como um parafuso mal colocado, que, logo após a aquisição, gera acidente de consumo, fato atribuível ao fornecedor.

Algo semelhante ocorre com os automóveis com os dois graus iniciais de autonomia. Em relação a estes, a classificação da SAE prevê que é dever do condutor supervisionar o correto funcionamento dos sistemas de inteligência artificial. Portanto, se estes falharem, mas ainda assim ocorrer um acidente, pode ser que condutor e fornecedor dividam a responsabilidade. Ora, ocorreu um defeito, um risco superior àquele legitimamente esperado, o que enseja a responsabilidade do fornecedor, mas era atribuição do motorista reagir ao mau funcionamento do sistema, e, se não o fez, mas um homem médio seria capaz de fazê-lo, age com culpa.

Já no nível três, o sistema de inteligência artificial deve avisar o condutor que precisa de ajuda, seja por não conseguir prosseguir diante de limitação das condições em que pode operar, ou por falha de algum sistema essencial. Se a IA avisa em tempo hábil, e o motorista não reage, só este é culpado, porque desde a aquisição do veículo já é informado que, em face de aviso, o motorista deve estar pronto a reagir<sup>180</sup>. Assim, mesmo que uma falha de funcionamento tenha causado o aviso, se este ocorreu, parece-nos que não houve defeito, dado que esse era um risco conhecido e esperado. Por outro lado, se houver uma falha de sistema tão grande que o motorista de segurança não seja notificado, ou um aviso sem tempo hábil para reação humana<sup>181</sup>, é de se apontar a responsabilidade integral para o fornecedor, em razão do defeito, pois o condutor em nada contribuiu para o dano.

### 3.1.6 Teoria do *deep pocket*

A *deep pocket* é uma teoria oriunda do direito norte-americano, segundo a qual “toda pessoa envolvida em atividades que apresentam riscos, mas que, ao mesmo tempo, são lucrativas e úteis para a sociedade, deve compensar os danos causados

<sup>180</sup> Caso essa informação não seja prestada, pode-se arguir pelo defeito de informação, dando azo à responsabilidade do fornecedor.

<sup>181</sup> Tal parâmetro provavelmente será estabelecido em sede doutrinária, jurisprudencial ou legiferante, dado que a classificação da *Society of Automotive Engineers* somente indica que o carro deve emitir o aviso com antecedência de “several seconds”, ou seja, vários segundos. Cf. SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. *Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles: J3016\_202104*. [S. l.], 2021. p. 11. Disponível em: [https://www.sae.org/standards/content/j3016\\_202104/](https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/). Acesso em: 11 jul. 2021.

pelo lucro obtido.”<sup>182</sup> A pessoa com o “bolso profundo” – i.e., *deep pocket* – deve garantir a reparação pelo exercício de sua atividade; a doutrina sugere que se imponha a este agente a contratação de um seguro<sup>183</sup>.

Esse é um artifício que põe fim à discussão do agente responsável, pelo menos no que se refere à contribuição para o evento danoso; passa-se a averiguar o potencial econômico. Aquele com mais recursos, em cada caso concreto, responderia pelo dano causado pelo carro autônomo.

Essa simplificação, contudo, nem sempre levará à solução mais justa, com uma adequada distribuição dos riscos. Por exemplo, se a distribuidora de veículos for a parte mais abastada do negócio, é possível que um programador – contratado para desenvolver a inteligência artificial em uma *startup* de veículos autônomos –, o qual é responsável pelo algoritmo da IA, não responda pelo dano, ainda que sua contribuição causal provavelmente tenha sido maior, no caso de acidente causado por problemas no *software*. Já com uso dos instrumentos normativos brasileiros, como o Código de Defesa do Consumidor, qualquer agente da cadeia de fornecimento poderia ser demandado pela integralidade da reparação, e posteriormente buscar o direito de regresso, distribuindo-se a responsabilidade proporcionalmente à contribuição de cada um e aos riscos por estes assumidos.

Sob essa ótica, tal teoria não se adequa à realidade do sistema jurídico brasileiro. Aventada por alguns doutrinadores como uma possibilidade, permanecerá assim o sendo, apenas uma ideia, já que existem outras maneiras de se atribuir a responsabilidade que são mais justas.

### 3.1.7 Responsabilidade da inteligência artificial: concessão de personalidade jurídica

A criação de robôs inteligentes com aparência física muito semelhante à de humanos, somada à sua inata possibilidade de causar danos, fomentou o debate em torno da concessão de personalidade jurídica à IA. Seria a inteligência artificial capaz de ser titular de direitos e deveres? Apesar do aparente ineditismo, a doutrina

---

<sup>182</sup> PIRES, Thatiane Cristina Fontão Pires; PETEFFI DA SILVA, Rafael. A responsabilidade civil pelos atos autônomos da inteligência artificial: notas iniciais sobre a resolução do parlamento europeu. *Revista brasileira de políticas públicas*. Brasília. V. 7. N. 3. Dez. 2017. p. 251.

<sup>183</sup> ČERKA, Paulius; GRIGIENĖ, Jurgita; SIRBIKYTĖ, Gintarė. Liability for damages caused by Artificial Intelligence. *Computer Law & Security Review*, v. 31, n. 3, p. 376-389, 2015.

estrangeira já discute o assunto pelo menos desde 1992<sup>184</sup>, e iniciativas semelhantes – em sua extravagância – já foram realizadas: a concessão de cidadania saudita à robô Sophia<sup>185</sup> e a declaração da Justiça da Índia de que os rios Yamuna e Ganges são entidades vivas, com *status* de pessoa jurídica<sup>186</sup>.

A resolução do Parlamento Europeu que contém recomendações à Comissão sobre disposições de Direito Civil sobre Robótica<sup>187</sup> propõe a criação de uma personalidade jurídica própria às inteligências artificiais, chamada de *e-personality*, com a promulgação de um novo diploma para sua regulação. Todavia, essa sugestão é criticada por ser eminentemente patrimonialista, elaborada tendo em conta somente a viabilização da reparação das vítimas de acidentes, furtando-se de uma discussão mais aprofundada e abrangente sobre eventual estatuto jurídico que incida sobre a IA<sup>188</sup>.

A possibilidade de evadir-se da discussão concernente à responsabilidade civil de terceiro pelos atos da IA, somada a uma concepção futurista de uma inteligência artificial mais inteligente que humanos em todos os campos do conhecimento, levou a doutrina a abordar a possibilidade de personificação do sistema inteligente. Considerando que não são só as pessoas humanas que recebem personalidade jurídica, cogita-se também a personificação da inteligência artificial através de uma ficção jurídica que lhe confira personalidade semelhante à das pessoas jurídicas<sup>189</sup>.

<sup>184</sup> SOLUM, Lawrence B. Legal personhood for artificial intelligences. *North Carolina Law Review*, v. 70, n. 4, p. 1231-1287, 1992.

<sup>185</sup> A ação do país é tida como de *marketing*, e não implicou a efetiva titularidade de direitos e deveres da IA. Cf. COELHO, Carlos. Arábia Saudita dá cidadania a um robô e reacende debate sobre direitos e deveres de máquinas inteligentes. *Gazeta do povo*, [s. l.], 30 dez. 2017. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/economia/nova-economia/arabia-saudita-da-cidadania-a-um-robo-e-reacende-debate-sobre-direitos-e-deveres-de-maquinas-inteligentes-6cs0lndez9axx3o7jvspbjnw/>. Acesso em: 04 out. 2021.

<sup>186</sup> POR preservação ambiental, Rio Ganges vira pessoa jurídica na Índia. *O Globo*, [s. l.], 21 mar. 2017. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/brasil/por-preservacao-ambiental-rio-ganges-vira-pessoa-juridica-na-india-21091646>. Acesso em: 04 out. 2021.

<sup>187</sup> PARLAMENTO EUROPEU. *Resolução do Parlamento Europeu, de 16 de fevereiro de 2017, que contém recomendações à Comissão sobre disposições de Direito Civil sobre Robótica (2015/2103(INL))*. [Bruxelas], 16 fev. 2017. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051\\_PT.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_PT.html). Acesso em: 01 ago. 2021.

<sup>188</sup> SOUZA, Carlos Affonso. O debate sobre personalidade jurídica para robôs. *Jota*, [s. l.], 10 out. 2017. Disponível em: <https://www.jota.info/opiniao-e-analise/artigos/o-debate-sobre-personalidade-juridica-para-robos-10102017>. Acesso em: 05 out. 2021.

<sup>189</sup> LIMA, Cintia R. P.; DE OLIVEIRA, Cristina G. B.; RUIZ, Evandro Eduardo Seron. Inteligência artificial e personalidade jurídica: aspectos controvertidos. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021.

Nesse caso, a cada sistema inteligente, individualmente, teria que se atribuir um representante legal.

Por outro lado, são diversos os argumentos contrários da doutrina, repudiando a personificação da IA. Lawrence Solum<sup>190</sup> elenca algumas objeções possíveis à concessão de direitos característicos da personalidade – como a liberdade de expressão – à inteligência artificial. Segundo ele, há três principais argumentos que poderiam ser suscitados: o de que somente pessoas naturais deveriam receber os direitos constitucionais da personalidade<sup>191</sup>; o de que a inteligência artificial, como criação humana, jamais poderá ser mais do que mera propriedade; e o de que a inteligência artificial não é dotada de componentes críticos da personalidade<sup>192</sup>, como alma, consciência, intenção, sentimentos, interesses e livre-arbítrio.

Sobre o último argumento, o autor destaca que alguns desses fatores são subjetivos, e não podem ser percebidos por um observador externo. Portanto, mesmo que a inteligência artificial aparente ter consciência, não há como saber, ao certo, se não se trata de uma simulação algorítmica de consciência.

Rafael Dresch e Alexandre Schmitt não reconhecem livre arbítrio nas decisões tomadas por inteligência artificial, mesmo que não seja possível identificar o raciocínio seguido por sistemas com aprendizado de máquina avançado<sup>193</sup>. Segundo eles, problemas relacionados à transparência do algoritmo, à interpretação da linguagem, e ao viés algorítmico afastam a autonomia necessária para considerar a IA como um sujeito de direito. A sua condição mais se assemelharia a um objeto de direito, cujos atos são de responsabilidade de quem lhe explora o resultado.

Em sentido similar, discorre Mafalda Miranda Barbosa:

Dir-se-ia mesmo que a comparação – por maior que seja o grau de sofisticação dos robots e de outros mecanismos dotados de inteligência artificial – é desdignificante para o ser humano, reduzindo sua autonomia a uma anódina capacidade de escolha. A autonomia dos robots é uma autonomia tecnológica, fundada nas potencialidades da combinação

---

<sup>190</sup> SOLUM, Lawrence B. Legal personhood for artificial intelligences. *North Carolina Law Review*, v. 70, n. 4, p. 1231-1287, 1992.

<sup>191</sup> Considera, nesse ponto, que a pessoa jurídica é apenas uma substituta que recebe os direitos das pessoas naturais que a constituem.

<sup>192</sup> Aqui, o autor leva em conta o estado da arte de 1992, data da publicação de seu artigo.

<sup>193</sup> MELLO, Alexandre Schmitt da Silva; DRESCH, Rafael de Freitas Valle. Breves reflexões sobre livre-arbítrio, autonomia e responsabilidade humana e de inteligência artificial. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021.

algorítmica que é fornecida ao *software*. Está, portanto, longe do agir ético dos humanos, em que radica o ser pessoa.<sup>194</sup>

Aponta-se, também, que a personalidade jurídica está ligada aos humanos porque somente estes entendem o significado de direitos e obrigações, e os robôs são incapazes de compreender o significado das regras que teriam de seguir.<sup>195</sup> Outrossim, as leis de uma sociedade seriam uma expressão da condição humana, pensadas para regular condutas de humanos, e personificar robôs seria desumanizar humanos<sup>196</sup>. A personalidade de pessoas jurídicas seria possível porque, em verdade, elas agem através de humanos: são pessoas que tomam as decisões, ao passo que na concepção de robô autônomo seria própria IA o agente decisor<sup>197</sup>.

Destarte, há resistência em se reconhecer direitos e obrigações da inteligência artificial. Do mesmo modo, a utilidade dessa inovação não parece significativa. Dificilmente se imagina a possibilidade de uma inteligência artificial – especialmente quando aplicada em um carro autônomo – constituir patrimônio que possa ser buscado em demanda reparatória. Assim sendo, quem responderia pelos danos, na prática, seria o representante legal, que se confundiria com a pessoa do fabricante ou do proprietário, os quais podem, muito provavelmente, ser responsabilizados por um dos fatores de imputação já presentes no ordenamento brasileiro.

### 3.2 RESPONSABILIDADE POR ATAQUES CIBERNÉTICOS

A possibilidade de carros autônomos serem *hackeados*, ou seja, sofrerem invasão cibernética de terceiros, pode ser assustadora. Um *hacker*, ou invasor, que obtiver acesso remoto ao carro poderia, em tese, desconectar freios, desregular sensores ou controlar o volante, uma vez que todos os sistemas do veículo precisam ser eletrônicos e conectados a um computador central para que a IA o opere. Em um futuro com as ruas repletas de carros comandados por IA, o aproveitamento de uma brecha no *software* de uma única fabricante pode dar acesso remoto simultâneo a milhares de carros a uma pessoa ou grupo mal-intencionado.

<sup>194</sup> BARBOSA, Mafalda Miranda. Inteligência artificial, e-persons e direito: desafios e perspectivas. *Revista Jurídica Luso Brasileira*, ano 3, n. 6, p. 1475-1503, 2017. p. 1482.

<sup>195</sup> EIDENMÜLLER, Horst. Robots' Legal Personality. *Oxford Business Law Blog*, Oxford, 08 mar. 2017. Disponível em: <https://www.law.ox.ac.uk/business-law-blog/blog/2017/03/robots%E2%80%99-legal-personality>. Acesso em: 09 out. 2021.

<sup>196</sup> *Ibidem*.

<sup>197</sup> *Ibidem*.

Em 2020, um *hacker* bem-intencionado descobriu uma vulnerabilidade no sistema de acesso sem chaves a um carro da fabricante Tesla, que o permitia acessar um veículo de terceiro e dar partida no motor. A falha facilitava o furto do veículo, mas foi comunicada à empresa, que logo a corrigiu<sup>198</sup>. Todavia, tal fato não enseja tanta preocupação, porque requer o acesso local ao veículo, e aparentemente não coloca a vida dos ocupantes em risco.

Mais perigoso é o acesso remoto que oferece risco aos passageiros. Em 2017, um *hacker* encontrou uma sequência de vulnerabilidades no sistema de informações sobre as estações de carregamento dos veículos elétricos da Tesla<sup>199</sup>. As falhas o permitiram acessar um servidor interno da empresa usado para comunicação com toda a frota de carros. Chamado de *Mothership*, o servidor mediava todos diagnósticos e comandos remotos que iam e vinham dos veículos. Com isso, desde que soubesse o número de identificação veicular, era capaz de remotamente ativar a função *Summon*, responsável por retirar autonomamente o carro de espaços apertados e de garagens. Felizmente, a fabricante foi avisada e logo corrigiu a vulnerabilidade. Como os sistemas inteligentes da Tesla não eram tão avançados na data dos fatos, a brecha ainda não era tão perigosa. Contudo, especula-se que o mesmo nível de acesso em tempos atuais poderia resultar em um maior controle do veículo por parte do invasor.

Com vistas a melhorar a segurança de seus produtos, as empresas criam programas de recompensas por falhas descobertas e comunicadas. No caso de 2017, acima relatado, a recompensa foi de 50 mil dólares. Ainda assim, em um meio com tantas empresas competindo para atingir a autonomia completa o mais rápido possível, é factível que alguma delas introduza no mercado veículos com um *software* de inteligência artificial que apresente brechas.

Nesse caso, questiona-se de quem será a responsabilidade. É claro que o principal responsável será o *hacker*, que diretamente causou o dano. Todavia, nem sempre será possível encontrá-lo, e não é salutar que se deixe as vítimas desamparadas. A empresa que comprovar ataque cibernético estará isenta de responsabilidade?

---

<sup>198</sup> GREENBERG, Andy. This bluetooth attack can steal a Tesla Model X in minutes. *Wired*, [Nova Iorque], 23 nov. 2020. Disponível em: <https://www.wired.com/story/tesla-model-x-hack-bluetooth/>. Acesso em: 04 ago. 2021.

<sup>199</sup> LAMBERT, Fred. The big Tesla hack: a hacker gained control over the entire fleet, but fortunately he's a good guy. *Electrek*, [s. l.], 27 ago. 2020. Disponível em: <https://electrek.co/2020/08/27/tesla-hack-control-over-entire-fleet/>. Acesso em: 04 ago. 2021.

Flaviana Rampazzo entende que o ataque cibernético não afasta a responsabilidade civil, por se tratar de fortuito interno<sup>200</sup>. É um risco inerente à atividade, que pode ser previsto como uma ocorrência possível. Segundo ela, será responsável o fabricante, no caso de veículos com autonomia máxima, e, nos demais, o proprietário e o condutor, se houver culpa deste, na medida em que podia ter evitado o dano e retomado a condução, mas não o fez.

A excludente de fato exclusivo de terceiro talvez também não se aplique. Para sua incidência, é necessário que o acidente de consumo não tenha decorrido de defeito do produto, mas de “algo irresistível e estranho ao ambiente operacional do fornecedor”<sup>201</sup>.

É plausível de se esperar que um carro autônomo não sofra ataques cibernéticos. Portanto, sua ocorrência quebra a legítima expectativa de segurança do produto, o que caracteriza um defeito, nos termos da legislação consumerista, e afasta referida excludente de responsabilidade.

Com efeito, o texto original do Projeto de Lei n. 21/2020, dispunha no art. 9º, inciso VI, que um dos deveres dos agentes de inteligência artificial é “proteger continuamente os sistemas de inteligência artificial contra ameaças de segurança cibernética”<sup>202</sup>. O parágrafo único do mesmo artigo imputava aos agentes de desenvolvimento e de operação de sistemas de inteligência artificial, observadas as suas respectivas funções, a responsabilidade pela observância desse dever. Se o PL fosse aprovado nesses termos, haveria mais um fundamento legal para responsabilização de agentes da cadeia de fornecimento, mas essa disposição foi excluída do Substitutivo aprovado na Câmara dos Deputados, restando ainda a possibilidade de que a normativa seja retomada no âmbito do Senado Federal.

---

<sup>200</sup> SOARES, Flaviana Rampazzo. Veículos autônomos e responsabilidade por acidentes: trajetos possíveis e desejáveis no direito brasileiro. In: ROSENVALD, Nelson; DRESCH, Rafael de Freitas Valle; WESENDONCK, Tula (Org.). *Responsabilidade Civil: novos riscos*. São Paulo: Editora Foco, 2019.

<sup>201</sup> PINHEIRO, Guilherme P.; BORGES, Maria R.; MELLO, Flávio L. de. Danos envolvendo veículos autônomos e a responsabilidade civil do fornecedor. *Revista brasileira de Direito Civil*, Belo Horizonte, v. 21, n. 3, p. 247-267, jul./set. 2019. p. 265.

<sup>202</sup> BRASIL. *Projeto de Lei n. 21 de 2020*. Estabelece princípios, direitos e deveres para o uso de inteligência artificial no Brasil, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1853928](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1853928). Acesso em: 19 ago. 2021.

### 3.3 RESPONSABILIDADE POR JAILBREAK

Um *jailbreak* é “uma versão do sistema operacional com as restrições padrões da fabricante afastadas, permitindo algumas funções não autorizadas de fábrica. O termo surge da ideia de que um dispositivo é libertado [*broken out*] de sua prisão [*jail*].”<sup>203</sup> Normalmente é associado a *smartphones*, especialmente aqueles fabricados pela empresa Apple, mas pode, em tese, ser feito em veículos autônomos.

Ao contrário dos veículos normais (sem nenhum tipo de tecnologia de auxílio ao motorista), que possuem Unidades de Controle Eletrônico que comandam a operação dos componentes mecânicos e os conectam ao resto dos sistemas, os carros autônomos precisam ter a bordo algum tipo de computador central. É isso que os sujeita ao *jailbreak*<sup>204</sup>.

A prática poderia ser usada para fazer a inteligência artificial não seguir as regras de trânsito e chegar mais rápido ao destino, ou fazer a IA dirigir mesmo em condições em que o sistema não é capaz de operar (e.g., tempestade de neve, ou localizações não mapeadas, no caso de sistemas que usam mapas 3D) ou em que legislação proíbe o funcionamento de automóveis comandados por IA.

Por meio do *jailbreak*, o *jailbreaker*<sup>205</sup> poderia desabilitar o rastreamento por GPS, por razões de privacidade, ou para evadir as autoridades, que podem solicitar tais dados. Ademais, cogita-se a possibilidade de inativar eventual “caixa-preta” do veículo, que registre dados dos momentos que antecedem um acidente, eliminando evidências de imprudência por parte do motorista – supondo-se, é claro, hipótese de acidente com veículo que permite condução humana. Já no âmbito da ética, o usuário poderia alterar a tecnologia para que, confrontada com o cenário paradoxal de ter que escolher entre causar o óbito do ocupante do veículo ou de um pedestre, opte por atingir o último<sup>206</sup>.

O perigo de realizar o *jailbreak* em um celular não se compara ao de o realizar em um carro. Na primeira hipótese, o dano incidiria só no próprio dono, com

---

<sup>203</sup> Tradução livre. No original, “a version of the operating system with the OEM's default restrictions lifted, allowing for a number of factory-unauthorized functions. The term stems from the idea that a device is broken out of its 'jail'.” (SINANIAN, Michael. Jailbreak!: What happens when autonomous vehicle owners hack into their own cars. *Michigan telecommunications and technology law review*. Michigan, v. 23, n. 2, p. 357-382, 2017. p. 6).

<sup>204</sup> Ibidem.

<sup>205</sup> i.e., quem executa o *jailbreak*.

<sup>206</sup> SINANIAN, op. cit.

inutilização do aparelho ou violação da garantia; na última, eventual dano pode colocar em risco a integridade de terceiros.

A questão relevante é a apuração de danos causados por veículo autônomo que sofreu *jailbreak*. O *jailbreaker* não pode cobrar da fabricante danos materiais e morais à sua pessoa advindos de acidente causado por *jailbreak*, que ele mesmo fez, por força do princípio de que ninguém pode se beneficiar da própria torpeza.

Quando o dano incide em terceiros, ou no patrimônio alheio, será quem fez a prática em questão o único responsável, ou o fabricante também seria responsabilizado? A segurança do veículo introduzido no mercado não seria dever do fornecedor? A segurança esperada do veículo inclui a inviolabilidade de seu *software* até mesmo para ataques locais (pelo próprio dono)?

Por um lado, cogita-se que, para evitar isso, o fabricante deve tomar medidas de segurança que impeçam o carro de ligar quando houver a mínima alteração não autorizada do *software*. De outro lado, não seria justamente o propósito do *jailbreak* contornar o bloqueio do fabricante?

Tal situação encontra previsão normativa na legislação britânica. Em 2018, o parlamento do Reino Unido aprovou o *Automated and Electric Vehicles Act*<sup>207</sup>, que regula os veículos elétricos e a responsabilidade das seguradoras de veículos autônomos. A Seção 4 da Parte 1 da lei dispõe sobre acidentes causados por alterações não autorizadas de *software*. Segundo a norma, a seguradora pode ter sua responsabilidade pela cobertura do sinistro limitada ou excluída se o acidente com o veículo autônomo resultar de alteração do *software* não autorizada pela apólice e promovida pelo segurado ou com o seu conhecimento. Apesar de não dispor sobre eventual responsabilidade do fabricante, torna mais clara ainda a responsabilidade do *jailbreaker*, que, inclusive, pode afastar o pagamento do sinistro.

De acordo com Maria R. Borges, Guilherme P. Pinheiro e Flávio L. de Mello, quando o usuário interfere com o *software* entregue pelo fabricante, está assumindo o risco por sua conta. Caso ocorra um acidente de trânsito, o fabricante, se demandado, poderá “alegar desvencilhar-se da responsabilidade”<sup>208</sup>.

---

<sup>207</sup> REINO UNIDO. *Automated and Electric Vehicles Act 2018*. An Act to make provision about automated vehicles and electric vehicles. Disponível em:

<https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2018/18/introduction/enacted>. Acesso em: 15 ago. 2021.

<sup>208</sup> PINHEIRO, Guilherme P.; BORGES, Maria R.; MELLO, Flávio L. de. Danos envolvendo veículos autônomos e a responsabilidade civil do fornecedor. *Revista brasileira de Direito Civil*, Belo Horizonte, v. 21, n. 3, p. 247-267, jul./set. 2019. p. 265.

Aludindo a situação similar, Rampazzo entende que em sistemas *open source*, que são os de código aberto (como o da empresa Comma.ai) e permitem aos usuários realizar modificações, o fabricante deve vedar a possibilidade de alterações para fins de intencionalmente causar danos, sob pena de responder solidariamente junto a quem realizou a modificação<sup>209</sup>. Disso se depreende que há um certo dever de cuidado do fabricante com o código que distribui, especialmente se este for aberto ao público.

### 3.4 RESPONSABILIDADE POR RISCOS DO DESENVOLVIMENTO

A responsabilidade civil objetiva pode ser afastada quando inexistir nexo causal, seja por caso fortuito externo, força maior, fato de terceiro ou da própria vítima, bem como quando inexistir o próprio dano. No âmbito do Código de Defesa do Consumidor, o fornecedor também pode afastar sua responsabilidade comprovando a inexistência de defeito ou que não introduziu o produto no mercado de consumo.

A relevância dessas excludentes é indiscutível, porém, no contexto dos carros autônomos, algumas delas não possuem peculiaridades dignas de menção, e, as que possuem, já foram, de certo modo, abordadas em outros tópicos deste trabalho. De outra parte, a discussão em torno do risco de desenvolvimento como excludente de responsabilidade é de significativa pertinência em relação aos carros autônomos, e merece um tratamento à parte.

O risco do desenvolvimento, na lição de Rui Stoco,

[...] pertine à colocação no mercado de consumo de produto que aparentava segurança, segundo o grau de conhecimento técnico e científico à época de sua concepção mas que, com o decorrer do tempo e o desenvolvimento de novas técnicas e novos conhecimentos, revela-se, só então, que referido produto apresentava algum risco ou restrição para um ou mais consumidores, segundo o grau de sensibilidade de cada qual<sup>210</sup>.

Vislumbra-se os riscos do desenvolvimento como uma possível matéria de defesa dos fabricantes de carros autônomos. Afinal, o hodierno grau de conhecimento

<sup>209</sup> SOARES, Flaviana Rampazzo. Veículos autônomos e responsabilidade por acidentes: trajetos possíveis e desejáveis no direito brasileiro. In: ROSENVALD, Nelson; DRESCH, Rafael de Freitas Valle; WESENDONCK, Tula (Org.). *Responsabilidade Civil: novos riscos*. São Paulo: Editora Foco, 2019.

<sup>210</sup> STOCO, Rui. Defesa do consumidor e responsabilidade pelo risco do desenvolvimento. *Revista dos Tribunais*, [s. l.], v. 855/2007, p. 46-53, Jan. 2007. p. 46.

técnico e científico não os permitiria compreender os enigmáticos raciocínios que levam uma inteligência artificial com *machine learning* a cometer um erro decisório, tido como defeito imprevisível. Portanto, as empresas sustentariam que, para essas novas tecnologias, os riscos de desenvolvimento seriam uma excludente de responsabilidade.

Em tese, esse sequer é um problema no ordenamento jurídico brasileiro, porque não há previsão legal do risco do desenvolvimento como excludente da responsabilidade objetiva<sup>211</sup>. O Superior Tribunal de Justiça, inclusive, já considerou o risco do desenvolvimento do medicamento Sifrol como fortuito interno<sup>212</sup>. Todavia, a abordagem do tema é oportuna em um contexto em que o ímpeto de regular a nova tecnologia pode fazer o legislador, apressadamente, introduzir regra similar àquela adotada no âmbito da União Europeia quanto ao risco do desenvolvimento<sup>213</sup>.

Em relação especificamente à inteligência artificial, argumenta-se que a consideração do risco do desenvolvimento como excludente poderia deixar inúmeras vítimas desamparadas<sup>214</sup>. Caitlin Mulholland defende que os riscos do desenvolvimento podem ser justamente um fundamento da atribuição de responsabilidade a quem desenvolve ou explora a IA, com base no princípio da solidariedade social<sup>215</sup>. A autora reconhece, contudo, que isso pode levar ao retrocesso do desenvolvimento tecnológico, afastando os investidores indispostos a arcar com toda a gestão dos riscos.

Deve-se notar que ainda que se interprete a legislação consumerista como autorizadora do afastamento da responsabilidade pelos riscos do desenvolvimento – com base nas particularidades existentes em torno do conceito de defeito (apresentação, data da colocação em circulação, segurança e riscos legitimamente

---

<sup>211</sup> WESENDONCK, Tula. Inteligência Artificial e responsabilidade civil pelos riscos do desenvolvimento: um estudo comparado entre as propostas de regulamentação da matéria na União Europeia e o ordenamento vigente brasileiro. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021.

<sup>212</sup> REsp 1.774.372/RS.

<sup>213</sup> Lá, a Diretiva 85/374 – que dispõe sobre a responsabilidade pelo fato do produto – afasta, como regra, o risco do desenvolvimento, mas permite que os Estados-membros derroguem a regra.

<sup>214</sup> QUEIROZ, João Quinelato de. Responsabilidade civil no uso da inteligência artificial: imputação, culpa e risco. In: TEPEDINO, Gustavo; SILVA, Rodrigo da Guia (Coord.). *O direito civil na era da inteligência artificial*. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. *E-book*.

<sup>215</sup> MULHOLLAND, Caitlin. Responsabilidade civil e processos decisórios autônomos em sistemas de inteligência artificial (IA): autonomia, imputabilidade e responsabilidade. In: FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin (Coord.). *Inteligência artificial e direito: ética, regulação e responsabilidade*. 2. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. *E-book*.

esperados) – parte da doutrina entende que o artigo 931 do Código Civil pode ser usado para respaldar essa modalidade de responsabilidade, na medida em que dispensaria a discussão concernente ao defeito<sup>216</sup>.

Tratando da responsabilidade da inteligência artificial, Rosenvald e Rêgo prelecionam que a excludente do risco do desenvolvimento “não deve estar disponível nos casos em que era previsível a ocorrência de desenvolvimentos imprevistos”<sup>217</sup>. Com efeito, se de um lado há um medicamento novo, cujo risco de má-formação de bebês dificilmente pode ser especificamente previsto, de outro há os carros autônomos, cujo risco de causar acidentes por erros decisórios da inteligência artificial é, desde já, previsível. O primeiro risco, imprevisível, pode até comportar o argumento do risco do desenvolvimento; o último, previsível, não o pode.

Mais precisamente, pode-se enquadrar o problema como uma lacuna do desenvolvimento. Trata-se de um termo cunhado pela doutrina alemã (*Entwicklungslücken*) que representa um risco já identificado, mas que não pode ser completamente elidido com os conhecimentos científicos atuais, distinguindo-se dos riscos de desenvolvimento, que são riscos não detectáveis pelo estado da ciência contemporânea<sup>218</sup>.

Nessa toada, mesmo que equivocadamente sobrevenha lei ou interpretação jurisprudencial que afaste a responsabilidade do fornecedor pelos riscos do desenvolvimento de carros autônomos, a já abordada teoria da guarda da coisa poderá ser utilizada para responsabilizar os proprietários e não deixar as vítimas desamparadas. Alternativamente, para uma distribuição de responsabilidade mais justa, poderão ser adotados fundos de compensação e seguros obrigatórios, como será demonstrado a seguir.

---

<sup>216</sup> Como expoente desse posicionamento, cita-se Tula Wesendonck, em WESENDONCK, Tula. Art. 931 do Código Civil: repetição ou inovação?. *Revista de Direito Civil Contemporâneo*, São Paulo, v. 3/2015, p. 141 – 159, Abr./Jun. 2015.

<sup>217</sup> MONTEIRO FILHO, Carlos E. do Rêgo; ROSENVALD, Nelson. Riscos e responsabilidades na inteligência artificial e noutras tecnologias digitais emergentes. In: TEPEDINO, Gustavo; SILVA, Rodrigo da Guia (Coord.). *O direito civil na era da inteligência artificial*. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. *E-book*. p. RB-25.4

<sup>218</sup> REINIG, Guilherme Henrique Lima; CARNAÚBA, Daniel Amaral. Responsabilidade civil e novas tecnologias: riscos do desenvolvimento retornam à pauta. *Conjur*, [s. l.], 25 nov. 2019. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2019-nov-25/direito-civil-atual-riscos-novas-tecnologias-retornam-pauta>. Acesso em: 16 out. 2021.

### 3.5 ALTERNATIVAS À RESPONSABILIZAÇÃO

Os tópicos abordados até aqui indicam viabilidade do uso da legislação já existente para solucionar os problemas advindos da tecnologia em debate. Todavia, a consolidação de uma jurisprudência favorável ao uso dos institutos anteriormente tratados pode não ocorrer por detalhes técnicos, como a não caracterização da direção autônoma como atividade de risco ou de mau funcionamento como defeito nos termos da legislação consumerista. Assim, busca-se na doutrina estrangeira, com cautela<sup>219</sup>, outras soluções apontadas como viáveis para a responsabilização da inteligência artificial.

#### 3.5.1 Fundo de compensação

A proposta de constituir um fundo de indenização obrigatório para cobrir danos advindos de acidentes de veículos autônomos tem seu alicerce na ideia de que há ônus e bônus de imputar a responsabilidade para cada um dos agentes envolvidos (proprietário, passageiro que senta ao volante, fabricante, desenvolvedor do *software*, ou empresa responsável pelo serviço de compartilhamento de automóveis), mas, por outro lado, todos se beneficiam pelo advento da tecnologia<sup>220</sup>.

Carrie Schroll<sup>221</sup> defende, no contexto do sistema norte-americano, que o recolhimento de capital seria por meio de impostos proporcionais ao benefício que cada pessoa ou empresa tem com os carros autônomos. Os proprietários pagariam proporcionalmente a sua frequência de uso, porque com o uso o risco aumenta. Já os fabricantes seriam tributados conforme o número de carros por eles produzidos, porque quanto maior este número, também maior a álea.

Assim como os seguros automobilísticos privados hoje existentes, Schroll aponta que as empresas fabricantes poderiam ter de aportar contribuições maiores se os seus veículos se envolvessem em muitos acidentes. Seguramente, essa prática incentivaria investimentos em segurança.

---

<sup>219</sup> Deve-se ter cuidado para não importar indevidamente institutos que se encaixam bem no ordenamento estrangeiro, mas, por suas peculiaridades, não seriam adequados no Brasil. As possibilidades aventadas nesse tópico podem se amoldar, se necessário for, à realidade jurídica brasileira.

<sup>220</sup> SCHROLL, Carrie. Splitting the bill: creating a national car insurance fund to pay for accidents in autonomous vehicles. *Northwestern University Law Review*, v. 109, n. 3, p. 803-833, 2015.

<sup>221</sup> Ibidem.

O fundo pode ter âmbito nacional, visando à diminuição dos custos – dado que, quanto mais agentes contribuírem, menor será a quantia necessária –, ou mesmo estadual, para melhor atender as realidades locais, como o risco de acidente em determinada região.

Não necessariamente o fundo cobriria todos os danos. Sugere-se que, se estabelecido um teto de indenização, este surta efeito em relação aos danos materiais, mas não aos danos à vida e à integridade psicofísica, que devem ser valorados como mais importantes<sup>222</sup>.

Uma alternativa à tributação como modo de captação de capital é a contribuição do próprio robô com o produto de sua força de trabalho<sup>223</sup>. Nessa perspectiva, o robô provido de inteligência artificial e autonomia, que gera lucro ao seu “empregador”, faria jus a uma remuneração, que seria revertida para o fundo. Trata-se, em verdade, de uma maneira mascarada de captar recursos para o fundo oriundos de quem auferir lucro com a atividade da IA.

Com a adoção dos fundos compensatórios, as demandas judiciais seriam reduzidas, mas não elididas por completo, porque o indeferimento do pedido indenizatório certamente seria impugnado em juízo.

Dessa forma, a função desses fundos, especialmente se constituídos no primeiro modo abordado, seria realizar uma distribuição justa da responsabilidade. Por outro lado, discute-se sua necessidade, face à possibilidade de solução dos conflitos por meio da responsabilidade civil. Outrossim, a consideração da proporção dos riscos criados por cada agente da cadeia, mormente se baseada na frequência de utilização dos veículos, pode ser de difícil aferição e individualização. Iria requerer uma estrutura interconectada entre os *softwares* de diferentes empresas e o governo. Além disso, se não se adotar critérios técnicos e objetivos, suscitará discussões judiciais quanto à subjetividade do enquadramento de cada empresa em determinada faixa tributária.

---

<sup>222</sup> SOARES, Flaviana Rampazzo. Veículos autônomos e responsabilidade por acidentes: trajetos possíveis e desejáveis no direito brasileiro. In: ROSENVALD, Nelson; DRESCH, Rafael de Freitas Valle; WESENDONCK, Tula (Org.). *Responsabilidade Civil: novos riscos*. São Paulo: Editora Foco, 2019.

<sup>223</sup> Cf. MARTINS, Ricardo Mafféis; GUARIENTO, Daniel Bittencourt. Inteligência artificial e responsabilidade civil dos robôs. *Migalhas*, [s. l.], 25 out. 2019. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/coluna/impressoes-digitais/313834/inteligencia-artificial-e-responsabilidade-civil-dos-robos>. Acesso em: 05 out. 2021.

### 3.5.2 Seguros obrigatórios

Um outro modo de evitar o problema da responsabilização de agentes envolvidos no desenvolvimento e operação de carros autônomos é tornar obrigatória a contratação de seguros automobilísticos privados, tal como ocorre na maioria dos Estados norte-americanos.

A Resolução 2015/2103(INL) aprovada em 2017 pelo Parlamento Europeu<sup>224</sup>, nos parágrafos 57 a 59, sugere a adoção de seguros obrigatórios cumulados a fundos de indenização. Os seguros seriam nos mesmos moldes dos seguros automobilísticos hoje existentes, mas não levariam em consideração atos e falhas humanas, e sim outros elementos potenciais da cadeia de responsabilidade.

Nessa perspectiva, os danos não cobertos pelos seguros<sup>225</sup> seriam complementados com um fundo compensatório comum a todas inteligências artificiais ou vários separados por categoria. Como forma de incentivo, os fabricantes, proprietários ou utilizadores poderiam ter responsabilidade limitada se contribuíssem para o fundo, ou o aporte de capital poderia ser obrigatório para o fabricante quando da introdução do robô no mercado.

Todavia, tal como exposto no tópico anterior, essa solução pode ser desnecessária quando presentes no ordenamento jurídico institutos de responsabilidade civil aptos a fundamentar as pretensões indenizatórias. Tem-se que os seguros obrigatórios, assim como os fundos de compensação, são alternativas viáveis caso se concretize a improvável hipótese da não admissão de nenhum dos outros fundamentos da responsabilidade civil objetiva por parte da jurisprudência.

---

<sup>224</sup> PARLAMENTO EUROPEU. *Resolução do Parlamento Europeu, de 16 de fevereiro de 2017, que contém recomendações à Comissão sobre disposições de Direito Civil sobre Robótica (2015/2103(INL))*. [Bruxelas], 16 fev. 2017. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051\\_PT.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_PT.html). Acesso em: 01 ago. 2021.

<sup>225</sup> Apontam Carlos do Rêgo e Nelson Rosenvald que “o mercado pode simplesmente não oferecer cobertura de seguro para um determinado risco, devido à falta de experiência para a quantificação dos riscos, algo bastante provável com as tecnologias digitais emergentes, pois as seguradoras não se dispõem a subscrever riscos ainda desconhecidos” (MONTEIRO FILHO, Carlos E. do Rêgo; ROSENVALD, Nelson. Responsabilidade civil indireta e inteligência artificial. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021. p. 191).

## 4 CONCLUSÃO

Ante o exposto, conclui-se que nos veículos verdadeiramente autônomos, de níveis quatro e cinco, a culpa não é fator adequado para imputar a responsabilidade civil, seja da inteligência artificial, porque não possui – e nem deve possuir – a personalidade jurídica para torná-la imputável, seja do proprietário ou dos agentes da cadeia de fornecimento, porque a natureza do sistema inteligente – dotado de *machine learning* e com algoritmo protegido por segredos industriais e comerciais – não permite a necessária transparência das decisões tomadas pela inteligência artificial para verificação de imprudência, negligência, imperícia, ou mesmo dolo, considerando a culpa *lato sensu*.

A superação da culpa, todavia, não deve ocorrer por completo quando referidos carros de maior grau de autonomia permitirem a condução humana, hipótese em que será averiguado se no momento do acidente quem conduzia era o humano.

O elemento subjetivo continuará sendo importante nos automóveis de níveis zero a três de autonomia porque, nesses casos, o condutor ou é considerado responsável pela direção do veículo ou deve intervir quando requisitado. Caso não supervisione adequadamente o funcionamento da IA nos níveis um e dois, distraíndo-se, age com culpa. O nível três comporta verificação da atuação do condutor no momento em que é requisitado pelo sistema; se houve tempo hábil para reagir e não o fez, provavelmente há conduta culposa; se não houve alerta, ou este foi tardio, cabe verificar o defeito do produto e a responsabilidade objetiva do fornecedor.

A fim de suprir a culpa, existem vários fundamentos aplicáveis que são baseados no risco; aquele de maior importância para a responsabilidade objetiva presumivelmente será o Código de Defesa do Consumidor, em razão da sua significativa abrangência, considerando-se que a modalidade predominante de utilização da tecnologia seja a de serviço de transporte por aplicativos. Além de ser aplicado quando o acidente for causado por defeito de fabricação nas peças físicas do carro, como já ocorre atualmente, haverá sua incidência em muitos casos em que se considerar o *software* de inteligência artificial defeituoso. Para tanto, a discussão em torno do conceito de defeito será de supramassa relevância.

Por outro lado, pode ser que o erro decisório ou o mau funcionamento da IA não sejam considerados defeitos, em razão do risco ser tido como inerente, ou outra

questão relacionada à apresentação ou à segurança que legitimamente se espera do produto. Todavia, isso não será um completo óbice à reparação das vítimas.

O art. 931 do Código Civil poderá ser interpretado de modo que se afaste a discussão quanto ao defeito, permitindo a sua incidência muito além dos casos em que se mostra clara a sua aplicabilidade, como em relação àqueles danos que ocorrem antes de o produto ingressar no mercado de consumo, como quando o veículo autônomo estiver em fase de testes. Se essa for a exegese predominante, o dispositivo legal poderá inclusive ser aplicado em detrimento do regramento do CDC, facultando-se à vítima por aquele optar, em se tratando de norma mais benéfica.

Caso não prevaleça esse entendimento, a cláusula geral de responsabilidade objetiva pode ser um instrumento para não deixar a vítima desamparada, dispensando, inclusive, a prova de que o responsável pelo dano auferiu vantagem com a atividade, dado que encampa a teoria do risco criado, e não do risco proveito. Por outro lado, esse caminho comporta discussão acerca da noção de risco da atividade, que permite uma larga margem interpretativa ao operador do direito. Em determinada época pode se entender pela sua aplicabilidade; em outra, pode prevalecer entendimento contrário.

Parece-nos que sempre haverá um risco, porque são várias as empresas do ramo e o *software* de cada uma delas sempre estará em constante modificação por meio de atualizações que podem apresentar um *bug* muito grave, ou uma vulnerabilidade que viabilize um ataque cibernético em larga escala.

Não é somente do fornecedor, do empresário que põe o produto no mercado e do titular de uma atividade de risco – que, é claro, podem se confundir na mesma pessoa – que se poderá pleitear a indenização; é possível, por meio da teoria da guarda da coisa, a responsabilização do proprietário de carro completamente autônomo, especialmente se não realizar a correta manutenção, instalando as atualizações necessárias. Ademais, poderia, em tese, ser responsabilizado por todos os acidentes solidariamente com o fornecedor, desde que se entendesse cabível enquadrar o proprietário como guarda da coisa, o detentor de poder de comando ou direção.

A despeito disso, pondera-se que, do ponto de vista de promover maior adoção da tecnologia, não seria interessante responsabilizar o proprietário. Com os carros normais, o proprietário condutor está ciente de que, se agir com culpa ou dolo e der

causa a um acidente, deverá arcar com os danos, mas ele se sente no controle ao efetivamente dirigir o veículo; entende ser capaz de evitar prejuízos.

Já em carros automatizados, na maior parte das vezes um acidente independeria da ação do ocupante do automóvel, fazendo que o proprietário se sinta impotente, e isso desmotive a aquisição de um veículo autônomo. Caberá à jurisprudência definir se a teoria é aplicável, ciente do possível impacto de sua decisão.

Vários dos fatores de imputação abordados são de possível aplicação, a depender de posicionamento jurisprudencial; contudo, o mesmo não ocorre com a teoria do *deep pocket*. Pensada para o contexto do ordenamento jurídico norte-americano – e também lá criticada –, trata-se de uma simplificação desnecessária. Nem sempre será adequado e justo que o agente com maior capital arque com a indenização.

A personificação da IA, muito discutida no âmbito da União Europeia, só tem razão de ser diante de um contexto de ordenamentos jurídicos que não contam com uma cláusula geral de responsabilidade civil objetiva nos moldes da brasileira, de modo que – naqueles ordenamentos – é mais difícil definir o agente responsável. A personalidade jurídica eletrônica é alvo de diversas críticas de teor prático e filosófico. Em verdade, não se quer tornar a inteligência artificial sujeito de direitos e deveres, com todas as implicações que isso acarreta, mas o que aparentemente se pretende é que apenas seja titular de obrigações, de modo a facilitar a imputação do responsável.

Constatou-se, ainda, que os riscos do desenvolvimento não isentarão os fornecedores de sua responsabilidade. Afinal, ocorrência de eventos imprevistos é previsível. Não se trata de riscos desconhecidos; sabe-se, desde já, que acidentes de trânsito ocorrerão por falhas da IA. Portanto, essa questão mais se assemelha a lacunas do desenvolvimento, por abranger um risco já identificado, mas que não pode ser sanado no atual estado da ciência.

Os ataques cibernéticos tampouco justificarão que se afaste a responsabilidade do fornecedor, pois é a ele que compete promover a segurança do produto, tratando-se de fortuito interno. Por outro lado, se o proprietário ou passageiro alterar indevidamente o código do *software* do veículo, realizando *jailbreak*, e ele mesmo sofrer danos, não pode demandar do fabricante; já se o dano for causado a terceiros, além da responsabilidade do *jailbreaker* deve-se verificar se não há rompimento da segurança legitimamente esperada do veículo.

Por fim, suponha-se que não se aceite nenhum dos fatores de imputação, seja de responsabilidade objetiva ou subjetiva, ou que a adoção dos riscos do desenvolvimento como excludente deixe as vítimas desamparadas. É nesse contexto que as alternativas à responsabilização podem ser utilizadas. A instituição de fundos compensatórios ou seguros obrigatórios pode, a depender do modo de adoção, ensejar uma justa distribuição de ônus de acordo com o risco gerado por cada um dos agentes envolvidos.

O Projeto de Lei n. 21/2020, aprovado pela Câmara dos Deputados e em trâmite no Senado Federal, não obstará que se delineie o cenário acima descrito, mesmo que se converta em lei. Apesar de prever responsabilidade subjetiva dos agentes de desenvolvimento e operação da inteligência artificial, apenas consolidou uma diretriz a ser futuramente seguida pelo Poder Executivo na edição de normas de responsabilidade civil. Ademais, o art. 6º, VI, ressalva as disposições em contrário, permitindo que se consolide um entendimento que as regras de responsabilidade objetiva são disposições em contrário.

Em suma, o ordenamento jurídico brasileiro, no que tange ao regramento de responsabilidade civil, está preparado para receber os carros autônomos, sendo desnecessária a incorporação de teorias ou ideias estrangeiras. Impõe-se a superação da culpa para os veículos de máxima autonomia, reservando-se à doutrina e a jurisprudência a discussão do melhor fundamento de imputação da responsabilidade objetiva a ser aplicado para cada caso concreto.

## REFERÊNCIAS

ALEMANHA. *Straßenverkehrsgesetz*. Disponível em: <http://www.gesetze-im-internet.de/stvg/BJNR004370909.html>. Acesso em: 10 ago. 2021.

ALMEIDA, Gilberto Martins de. Notas sobre utilização de inteligência artificial por agentes empresariais e suas implicações no âmbito do Direito do Consumidor. In: FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin (Coord.). *Inteligência artificial e direito: ética, regulação e responsabilidade*. 2. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. *E-book*.

ALPAYDIN, Ethem. *Introduction to machine learning*. 3rd ed. Cambridge, MA: The MIT Press, 2014.

ANDREJ Karpathy details Tesla's self driving car strategy: CVPR 20th June 2021. [S. l.: s. n.], 2021. 1 vídeo (37 min). Publicado pelo canal Tesla Intelligence UK. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gZ2SeiLjaEc>. Acesso em: 10 jul. 2021.

BARBOSA, Mafalda Miranda. Inteligência artificial, e-persons e direito: desafios e perspectivas. *Revista Jurídica Luso Brasileira*, ano 3, n. 6, p. 1475-1503, 2017.

BENJAMIN, Antonio Herman V.; MARQUES, Claudia Lima; BESSA, Leonardo Roscoe. *Manual de Direito do Consumidor*. 5. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. *E-book*.

BESSA, Leonardo Roscoe. Responsabilidade pelo fato do produto: questões polêmicas. *Revista de Direito do Consumidor*, [s. l.], v. 89, p. 141-163, set./out. 2013.

BIMBRAW, Keshav. Autonomous cars: Past, present and future [...]. In: *12th International Conference on Informatics in Control Automation and Robotics*, 12., 2015, Colmar. p. 191-198. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7350466>. Acesso em: 24 jul. 2021.

BOEGLIN, Jack. The costs of self-driving cars: reconciling freedom and privacy with tort liability in autonomous vehicle regulation. *Yale journal of law and technology*. V. 17. Article 4. Issue 1. pp. 171 – 203. 2015

BOUCHARD, Yarrow. Tesla's deep learning at scale: using billions of miles to train neural networks. *Towards Data Science*, [s. l.], 06 maio 2019. Disponível em: <https://towardsdatascience.com/teslas-deep-learning-at-scale-7eed85b235d3>. Acesso em: 14 jul. 2021.

BOUDETTE, Neal E. Tesla's self-driving system cleared in deadly crash. *The New York Times*, Nova Iorque, 19 jan. 2017. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2017/01/19/business/tesla-model-s-autopilot-fatal-crash.html>. Acesso em: 19 jul. 2021.

BRAGA NETTO, Felipe Peixoto. *Novo Manual de Responsabilidade Civil*. Salvador: JusPodivm, 2019.

BRASIL. *Código Civil*. Institui o Código Civil. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/L10406compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406compilada.htm). Acesso em: 19 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. *Código de Defesa do Consumidor*. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8078compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078compilado.htm). Acesso em: 19 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. *Lei n. 13709 de 14 de agosto de 2018*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm). Acesso em: 15 jul. 2021.

\_\_\_\_\_. *Projeto de Lei n. 21 de 2020*. Estabelece princípios, direitos e deveres para o uso de inteligência artificial no Brasil, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1853928](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1853928). Acesso em: 19 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. *Projeto de Lei n. 240 de 2020*. Cria a Lei de Inteligência Artificial, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2236943>. Acesso em: 19 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. *Projeto de Lei n. 872 de 2021*. Dispõe sobre o uso da Inteligência Artificial. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/147434>. Acesso em: 19 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. *Projeto de Lei n. 5051 de 2019*. Estabelece os princípios para o uso da Inteligência Artificial no Brasil. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=8009064&ts=1624912281642&disposition=inline>. Acesso em: 19 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. *Substitutivo n. 1 ao Projeto de Lei n. 21 de 2020*. Estabelece princípios, direitos e deveres para o uso de inteligência artificial no Brasil, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=2068016](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2068016). Acesso em: 22 out. 2021.

\_\_\_\_\_. *Substitutivo n. 2 ao Projeto de Lei n. 21 de 2020*. Estabelece princípios, direitos e deveres para o uso de inteligência artificial no Brasil, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=2080673](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2080673). Acesso em: 22 out. 2021.

BRUMMELEN, Jessica Van et al. Autonomous vehicle perception: the technology of today and tomorrow. *Transportation Research Part C*. [S. l], v. 89, p. 384-406, 2018.

CAVALIERI FILHO, Sergio. *Programa de Responsabilidade Civil*. 14. ed. São Paulo: Atlas, 2020. *E-book*.

ČERKA, Paulius; GRIGIENĖ, Jurgita; SIRBIKYTĖ, Gintarė. Liability for damages caused by Artificial Intelligence. *Computer Law & Security Review*, v. 31, n. 3, p. 376-389, 2015.

COELHO, Carlos. Arábia Saudita dá cidadania a um robô e reacende debate sobre direitos e deveres de máquinas inteligentes. *Gazeta do povo*, [s. l.], 30 dez. 2017. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/economia/nova-economia/arabia-saudita-da-cidadania-a-um-robo-e-reacende-debate-sobre-direitos-e-deveres-de-maquinas-inteligentes-6cs0lnndez9axx3o7jvspbjnw/>. Acesso em: 04 out. 2021.

COLOMBO, Cristiano; FACCHINI NETO, Eugênio. Aspectos históricos e conceituais acerca dos veículos autônomos: seus efeitos disruptivos em matéria de responsabilidade civil e a necessidade de proteger as vítimas. In: Encontro nacional do CONPEDI, 27., 2018, Salvador. *Direito, governança e novas tecnologias*. Florianópolis: CONPEDI, 2018. p. 41-60.

COMMA.AI. *Frequently Asked Questions*. [S. l., 201-?]. Disponível em: <https://comma.ai/faq>. Acesso em: 15 jul. 2021.

COPPIN, Ben. *Inteligência Artificial*. Rio de Janeiro: LTC, 2013. *E-book*. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2936-8/epubcfi/6/10%5B%3Bvnd.vst.idref%3Dcopyright%5D!/4/20/2%400:35.1>. Acesso em: 10 maio 2021.

DIAS, Laura O. B. dos S. Danos causados por veículos autônomos: adequação das respostas contemporâneas às perguntas futuras. In: TEPEDINO, Gustavo; SILVA, Rodrigo da Guia (Coord.). *O direito civil na era da inteligência artificial*. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. *E-book*.

DISTRITO DE COLUMBIA, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. *Autonomous Vehicle Act of 2012*. Disponível em: <https://code.dccouncil.us/dc/council/laws/19-278.html>. Acesso em: 11 ago. 2021.

DIVAKARLA, Kavya P. et al. A review of autonomous vehicle technology landscape. *International journal of electric and hybrid vehicles*. [S. l.], v. 11, n. 4, p. 320-345, 2019.

EIDENMÜLLER, Horst. Robots' Legal Personality. *Oxford Business Law Blog*, Oxford, 08 mar. 2017. Disponível em: <https://www.law.ox.ac.uk/business-law-blog/blog/2017/03/robots%E2%80%99-legal-personality>. Acesso em: 09 out. 2021.

ENGINEER who stole trade secrets from Google among those pardoned by Trump. *The Guardian*, [Londres], 20 jan. 2021. Disponível em: <https://www.theguardian.com/us-news/2021/jan/20/anthony-levandowski-google-uber-pardon-donald-trump>. Acesso em: 19 jul. 2021.

FALEIROS JÚNIOR, José Luiz de Moura. A evolução da inteligência artificial em breve retrospectiva. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021.

FRANÇA. *Décret n° 2018-211, du 28 mars 2018*. Disponível em: <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000036750342/>. Acesso em: 22 jul. 2021.

FRAZÃO, Ana; GOETTENAUER, Carlos. Black Box e o direito face à opacidade algorítmica. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021.

GABIELKOV, Maksym et al. Social clicks: what and who gets read on Twitter? *HAL Archives Ouvertes*, Antibes Juan-les-Pins, jun. 2016. Disponível em: <https://hal.inria.fr/hal-01281190>. Acesso em: 19 jul. 2021

GEORGE Hotz: Comma.ai the future of autonomy. [S. l.: s. n.], 2021. 1 vídeo (55 min). Publicado pelo canal Disruptive Investing. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4PwgZX9G9Xo>. Acesso em: 14 jul. 2021.

GOH, Brenda; SUN, Yilei. Tesla 'very close' to level 5 autonomous driving technology, Musk says. *Reuters*, [s. l.], 09 jul. 2020. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/us-tesla-autonomous-idUSKBN24A0HE>. Acesso em: 08 jul. 2021.

GONÇALVES, Carlos Roberto. *Responsabilidade civil*. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 2020. *E-book*.

GREENBERG, Andy. This bluetooth attack can steal a Tesla Model X in minutes. *Wired*, [Nova Iorque], 23 nov. 2020. Disponível em: <https://www.wired.com/story/tesla-model-x-hack-bluetooth/>. Acesso em: 04 ago. 2021.

HYATT, Kyle. Elon Musk says Tesla's Full Self-Driving tech will have level 5 autonomy by the end of 2021. *CNET*, [s. l.], 27 jan. 2021. Disponível em: <https://www.cnet.com/roadshow/news/elon-musk-full-self-driving-tesla-earnings-call/>. Acesso em: 08 jul. 2021.

INSURANCE INSTITUTE FOR HIGHWAY SAFETY. *Self-driving vehicles could struggle to eliminate most crashes*. [S. l.], 4 jun. 2020. Disponível em: <https://www.iihs.org/news/detail/self-driving-vehicles-could-struggle-to-eliminate-most-crashes>. Acesso em: 10 ago. 2021.

KAJI, Mina; MAILE, Amanda. Distracted driver in fatal 2018 Tesla crash was playing video game: NTSB. *ABC News*, [s. l.], 25 fev. 2020. Disponível em: <https://abcnews.go.com/Politics/distracted-driver-fatal-2018-tesla-crash-playing-video/story?id=69207784>. Acesso em: 19 jul. 2021.

KIRCHNER, Felipe. A responsabilidade civil objetiva no art. 927, parágrafo único, do CC/2002. *Revista dos Tribunais*, v. 871, p. 36-66, maio 2008.

KOROSEC, Kirsten. Volvo CEO: we will accept all liability when our cars are in autonomous mode. *Fortune*, [s. l.], 07 out. 2015. Disponível em:

<https://fortune.com/2015/10/07/volvo-liability-self-driving-cars/>. Acesso em: 22 out. 2021.

KPMG. *Automobile insurance in the era of autonomous vehicles*. [S. l.], out. 2015. Disponível em: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2016/06/id-market-place-of-change-automobile-insurance-in-the-era-of-autonomous-vehicles.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

LAMBERT, Fred. The big Tesla hack: a hacker gained control over the entire fleet, but fortunately he's a good guy. *Electrek*, [s. l.], 27 ago. 2020. Disponível em: <https://electrek.co/2020/08/27/tesla-hack-control-over-entire-fleet/>. Acesso em: 04 ago. 2021.

LEWANDOWSKI, Anthony. Pronto means ready. *Medium*, [s. l.], 2018. Disponível em: <<https://medium.com/pronto-ai/pronto-means-ready-e885bc8ec9e9>>. Acesso em: 06 jun. 2021.

LIMA, Cintia R. P.; DE OLIVEIRA, Cristina G. B.; RUIZ, Evandro Eduardo Seron. Inteligência artificial e personalidade jurídica: aspectos controvertidos. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021.

LIMA, Isaías; PINHEIRO, Carlos A. M.; SANTOS, Flávia A. Oliveira. *Inteligência Artificial*. Rio de Janeiro: LTC, 2014. *E-book*. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595152724/epubcfi/6/2%5B%3Bvnd.vst.idref%3Dhtml-cover-page%5D!4/2/2/4%5Bvst-image-button-962677%5D%400.00:0.00>. Acesso em: 24 jul. 2021.

LUTTRELL, Kevin; WEAVER, Michael; HARRIS, Mitchel. The effect of autonomous vehicles on trauma and healthcare. *Journal of trauma and acute care surgery*, Boston, v. 79, n. 4, p. 678-682, 2015.

MARTINS, Ricardo Maffeis; GUARIENTO, Daniel Bittencourt. Inteligência artificial e responsabilidade civil dos robôs. *Migalhas*, [s. l.], 25 out. 2019. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/coluna/impressoes-digitais/313834/inteligencia-artificial-e-responsabilidade-civil-dos-robos>. Acesso em: 05 out. 2021.

MEDON, Filipe. *Inteligência Artificial e Responsabilidade Civil: autonomia, riscos e solidariedade*. Salvador: JusPodivm, 2020.

MELLO, Alexandre Schmitt da Silva; DRESCH, Rafael de Freitas Valle. Breves reflexões sobre livre-arbítrio, autonomia e responsabilidade humana e de inteligência artificial. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021.

METZ, Cade. The costly pursuit of self-driving cars continues on and on and on. *The New York Times*, Nova Iorque, 25 maio 2021. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2021/05/24/technology/self-driving-cars-wait.html>. Acesso em: 19 jul. 2021.

MIND reading. [S. l.: s. n.], 2019. 1 vídeo (22 min). Publicado pelo canal Vsauce. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AgbeGFYluEA>. Acesso em: 01 fev. 2021.)

MIRAGEM, Bruno. *Curso de Direito do Consumidor*. 6. ed. São Paulo: Thomson Reuters, 2019. *E-book*.

\_\_\_\_\_. *Responsabilidade civil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021. *E-book*.

MITCHEL, Russ. DMV probing whether Tesla violates state regulations with self-driving claims. *Los Angeles Times*, Los Angeles, 17 maio 2021. Disponível em: <https://www.latimes.com/business/story/2021-05-17/dmv-tesla-california-fsd-autopilot-safety>. Acesso em: 13 jul. 2021.

MONTEIRO FILHO, Carlos E. do Rêgo; ROSENVALD, Nelson. Responsabilidade civil indireta e inteligência artificial. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Riscos e responsabilidades na inteligência artificial e noutras tecnologias digitais emergentes. In: TEPEDINO, Gustavo; SILVA, Rodrigo da Guia (Coord.). *O direito civil na era da inteligência artificial*. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. *E-book*.

MORAES, Maria Celina Bodin de. Risco, solidariedade e responsabilidade objetiva. *Revista dos Tribunais*, v. 854, p. 11-37, dez. 2006.

MORRIS, James. Why is Tesla's Full Self-Driving only level 2 autonomous?. *Forbes*, [s. l.], 13 mar. 2021. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/jamesmorris/2021/03/13/why-is-teslas-full-self-driving-only-level-2-autonomous/>. Acesso em: 08 jul. 2021.

MULHOLLAND, Caitlin. Responsabilidade civil e processos decisórios autônomos em sistemas de inteligência artificial (IA): autonomia, imputabilidade e responsabilidade. In: FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin (Coord.). *Inteligência artificial e direito: ética, regulação e responsabilidade*. 2. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. *E-book*.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION. *Automated vehicles for safety*. [Washington, 202-?]. Disponível em: <https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety>. Acesso em: 16 maio 2021.

NEW vídeo shows moments before fatal self-driving Uber crash. [S. l.: s. n.], 2018. 1 vídeo (1 min). Publicado pelo canal ABC News. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ufNNuafuU7M>. Acesso em: 04 abr. 2021.

NICOLA, Stefan. Germany Takes Step Toward Autonomous Driving on public roads. *Bloomberg*, [s. l.], 21 maio 2021. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-05-21/germany-takes-step-toward-autonomous-driving-on-public-roads>. Acesso em: 11 ago. 2021.

OCDE. *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*. Disponível em: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>. Acesso em: 20 ago. 2021.

PARLAMENTO EUROPEU. *Proposta de Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho que estabelece regras harmonizadas em matéria de Inteligência Artificial [...]*. Bruxelas, 21 abr. 2021. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0206>. Acesso em: 22 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. *Resolução do Parlamento Europeu, de 16 de fevereiro de 2017, que contém recomendações à Comissão sobre disposições de Direito Civil sobre Robótica (2015/2103(INL))*. [Bruxelas], 16 fev. 2017. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051\\_PT.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_PT.html). Acesso em: 01 ago. 2021.

PEGHINI, Cesar Calo. Responsabilidade civil automobilística: análise acerca de seus elementos existenciais. *Revista de Direito Brasileira*, v. 2, n. 2, p. 103-144, jan./jun. 2012.

PENATTI, Giovana. Um computador passou pela primeira vez no teste de Turing. *Tecnoblog*, [s. l.], 09 jun. 2014. Disponível em: <https://tecnoblog.net/157935/computador-passou-primeira-vez-teste-de-turing/>. Acesso em: 26 abr. 2021.

PINHEIRO, Guilherme P.; BORGES, Maria R.; MELLO, Flávio L. de. Danos envolvendo veículos autônomos e a responsabilidade civil do fornecedor. *Revista brasileira de Direito Civil*, Belo Horizonte, v. 21, n. 3, p. 247-267, jul./set. 2019.

PIRES, Thatiane Cristina Fontão Pires; PETEFFI DA SILVA, Rafael. A responsabilidade civil pelos atos autônomos da inteligência artificial: notas iniciais sobre a resolução do parlamento europeu. *Revista brasileira de políticas públicas*. Brasília. V. 7. N. 3. Dez. 2017.

POR preservação ambiental, Rio Ganges vira pessoa jurídica na Índia. *O Globo*, [s. l.], 21 mar. 2017. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/brasil/por-preservacao-ambiental-rio-ganges-vira-pessoa-juridica-na-india-21091646>. Acesso em: 04 out. 2021.

PREDICTING cut-ins [...]. [S. l.: s. n.], 2019. 1 vídeo (3 min). Publicado pelo canal Yarrow Bouchard. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=A44hbogdKwI>. Acesso em: 13 jul. 2021.

QUEIROZ, João Quinelato de. Responsabilidade civil no uso da inteligência artificial: imputação, culpa e risco. In: TEPEDINO, Gustavo; SILVA, Rodrigo da Guia (Coord.). *O direito civil na era da inteligência artificial*. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. *E-book*.

REINIG, Guilherme Henrique Lima; CARNAÚBA, Daniel Amaral. Responsabilidade civil e novas tecnologias: riscos do desenvolvimento retornam à pauta. *Conjur*, [s. l.],

25 nov. 2019. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2019-nov-25/direito-civil-atual-riscos-novas-tecnologias-retornam-pauta>. Acesso em: 16 out. 2021.

REINO UNIDO. *Automated and Electric Vehicles Act 2018*. An Act to make provision about automated vehicles and electric vehicles. Disponível em: <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2018/18/introduction/enacted>. Acesso em: 15 ago. 2021.

RIZZARDO, Arnaldo. *Responsabilidade Civil*. 8. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019. *E-book*.

RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. *Artificial Intelligence: a modern approach*. 3rd ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2014.

SCHOETTLE, Brandon; SIVAK, Michael. *A preliminary analysis of real-world crashes involving self-driving vehicles*: Report No. UMTRI-2015-34. University of Michigan Transportation Research Institute, out. 2015. Disponível em: <http://websites.umich.edu/~umtriswt/PDF/UMTRI-2015-34.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2021.

SCHROLL, Carrie. Splitting the bill: creating a national car insurance fund to pay for accidents in autonomous vehicles. *Northwestern University Law Review*, v. 109, n. 3, p. 803-833, 2015.

SINANIAN, Michael. Jailbreak!: What happens when autonomous vehicle owners hack into their own cars. *Michigan telecommunications and technology law review*. Michigan, v. 23, n. 2, p. 357-382, 2017.

SOARES, Flaviana Rampazzo. Levando os algoritmos a sério. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021.

\_\_\_\_\_. Veículos autônomos e responsabilidade por acidentes: trajetos possíveis e desejáveis no direito brasileiro. In: ROSENVALD, Nelson; DRESCH, Rafael de Freitas Valle; WESENDONCK, Tula (Org.). *Responsabilidade Civil: novos riscos*. São Paulo: Editora Foco, 2019.

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. *Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles*: J3016\_202104. [S. l.], 2021. Disponível em: [https://www.sae.org/standards/content/j3016\\_202104/](https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/). Acesso em: 11 jul. 2021.

SOLUM, Lawrence B. Legal personhood for artificial intelligences. *North Carolina Law Review*, v. 70, n. 4, p. 1231-1287, 1992.

SOUZA, Carlos Affonso. O debate sobre personalidade jurídica para robôs. *Jota*, [s. l.], 10 out. 2017. Disponível em: <https://www.jota.info/opiniao-e-analise/artigos/o-debate-sobre-personalidade-juridica-para-robos-10102017>. Acesso em: 05 out. 2021.

STOCO, Rui. Defesa do consumidor e responsabilidade pelo risco do desenvolvimento. *Revista dos Tribunais*, [s. l.], v. 855/2007, p. 46-53, Jan. 2007.

STRICKLAND, Grace; MCNELIS, John. Autonomous vehicles reporting data is driving AV innovation right off the road. *Techcrunch*, [s. l.], 04 ago. 2020. Disponível em: <https://techcrunch.com/2020/08/04/autonomous-vehicle-reporting-data-is-driving-av-innovation-right-off-the-road/>. Acesso em: 13 jul. 2021.

TARTUCE, Flávio. *Responsabilidade civil*. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2021. *E-book*.

TEIXEIRA, Tarcisio; CHELIGA, Vinicius. *Inteligência artificial: aspectos jurídicos*. 3. ed. Salvador: JusPodivm, 2021.

TEPEDINO, Gustavo; SILVA, Rodrigo da Guia. Desafios da inteligência artificial em matéria de responsabilidade civil. *Revista Brasileira de Direito Civil*. Belo Horizonte, v. 21, p. 61-86, jul./set. 2019.

TESLA. *Autopilot and Full Self-Driving capability*. [S. l., 2021?]. Disponível em: <https://www.tesla.com/support/autopilot>. Acesso em 17 jul. 2021.

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. *Automated vehicles 3.0: preparing for the future of transportation*. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.transportation.gov/av/3/preparing-future-transportation-automated-vehicles-3>. Acesso em: 21 jul. 2021.

UNIÃO EUROPEIA. *Regulation 2016/679 (General Data Protection Regulation)*. Disponível em: <https://gdpr-info.eu/>. Acesso em: 15 jul. 2021.

WESENDONCK, Tula. Art. 931 do Código Civil: repetição ou inovação?. *Revista de Direito Civil Contemporâneo*, São Paulo, v. 3/2015, p. 141 – 159, Abr./Jun. 2015.

\_\_\_\_\_. Inteligência Artificial e responsabilidade civil pelos riscos do desenvolvimento: um estudo comparado entre as propostas de regulamentação da matéria na União Europeia e o ordenamento vigente brasileiro. In: BARBOSA, Mafalda Miranda et al. (Coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021.

WHITE, Joseph. Waymo opens driverless robo-taxi service to the public in Phoenix. *Reuters*, Detroit, 8 out. 2020. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/us-waymo-autonomous-phoenix-idUSKBN26T2Y3>. Acesso em: 31 jul. 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Global status report on road safety 2018*. [Genebra], 2018. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>. Acesso em 15 jul. 2021.