

CARROS AUTÔNOMOS DA TESLA: UMA ANÁLISE DA RESPONSABILIDADE CIVIL POR DANOS CAUSADOS PELA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Tesla's Self-Driving Cars: An Analysis of Civil Liability for Damages Caused by Artificial Intelligence

Maria Clara Ferrareze Casaroto¹
Matheus Ribeiro de Oliveira Wolowski²

Resumo: O presente trabalho analisa a responsabilidade civil decorrente de danos causados por veículos autônomos da marca Tesla, destacando a aplicação da inteligência artificial e os desafios jurídicos associados. Investiga-se a quem cabe a reparação dos prejuízos em acidentes envolvendo diferentes níveis de autonomia dos veículos, considerando que, do nível 0 ao 3, a responsabilidade recai sobre o condutor, enquanto nos níveis 4 e 5 aplica-se a responsabilidade objetiva, com base na teoria do risco pela circulação do produto. O estudo aborda a evolução histórica da responsabilidade civil, distinguindo suas modalidades subjetiva e objetiva, bem como os pressupostos necessários para a imputação de danos, incluindo ação, dano, nexo causal e culpa. Discute-se, também, a relevância do Código de Defesa do Consumidor na proteção dos usuários e a necessidade de regulamentação específica para veículos autônomos no Brasil, à luz de experiências internacionais. A pesquisa demonstra que a crescente autonomia tecnológica exige ajustes no marco jurídico, de modo a equilibrar a proteção das vítimas e a segurança jurídica dos fornecedores. Conclui-se que a responsabilidade civil deve ser aplicada de forma diferenciada conforme o nível de autonomia do veículo, priorizando a teoria do risco nos casos de maior autonomia, garantindo maior proteção às vítimas de danos. A pesquisa adotou uma abordagem hipotético-dedutiva, por meio da revisão bibliográfica baseada na análise de doutrina, legislações pertinentes e relatórios técnicos públicos sobre veículos Tesla. O estudo busca identificar as implicações jurídicas da utilização de veículos autônomos, considerando falhas de segurança, comportamento do usuário e previsibilidade do uso.

Palavras-Chave: responsabilidade objetiva; danos causados por produtos; regulamentação tecnológica; proteção do consumidor; teoria do risco.

Abstract: This paper analyzes civil liability arising from damages caused by Tesla autonomous vehicles, highlighting the application of artificial intelligence and the associated legal challenges. It investigates who is responsible for compensating the losses in accidents involving different levels of vehicle autonomy, considering that, from level 0 to 3, liability falls on the driver, while at levels 4 and 5, objective liability applies, based on the theory of risk in the circulation of the product. The study addresses the historical evolution of civil liability, distinguishing its subjective and objective modalities, as well as the necessary requirements for imputing damages, including action, harm, causal nexus, and fault. It also discusses the relevance of the Consumer Protection Code in safeguarding users and the need for specific regulation for autonomous vehicles in Brazil, in light of international experiences. The research demonstrates that the increasing technological autonomy demands adjustments in the legal framework, in order to balance the protection of victims with the legal security of suppliers. It concludes that civil liability should be applied differently depending on the level of vehicle autonomy, prioritizing the risk theory in cases of higher autonomy, ensuring greater protection for victims of damages. The research adopted a hypothetico-deductive approach, through a bibliographic review based on the analysis of doctrine, relevant legislation, and public technical reports on Tesla vehicles. The study seeks to identify the legal implications of using autonomous vehicles, considering safety failures, user behavior, and usage predictability.

Keywords: objective liability; product-related damages; technological regulation; consumer protection; risk theory.

¹ Bacharelada em Direito pela Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Estado do Paraná, Brasil, mariaacasaroto@gmail.com

² Doutor em Direito, Professor da Universidade Estadual de Maringá, Advogado, Maringá, Estado do Paraná, Brasil, mrowolowski2@uem.br

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico nas últimas décadas tem promovido inovações significativas em diversos setores, e o desenvolvimento de veículos autônomos é um exemplo claro dessa transformação. A Tesla, uma das principais empresas no desenvolvimento de veículos autônomos, tem se destacado pela introdução de carros com diferentes níveis de autonomia, sendo uma das marcas pioneiras no uso de inteligência artificial (IA) para a condução autônoma. Essa inovação, embora traga benefícios em termos de segurança e eficiência, também impõe desafios jurídicos e sociais, especialmente no que se refere à responsabilidade civil por danos causados por esses veículos.

No contexto jurídico, a questão central é a definição de quem deve ser responsabilizado em caso de acidentes envolvendo veículos autônomos, dado que a autonomia desses veículos pode variar de acordo com o nível de controle exercido pelo motorista. Nos níveis de autonomia 0 a 3, a responsabilidade recai principalmente sobre o condutor, enquanto nos níveis 4 e 5, o próprio sistema de IA do veículo assume um controle maior, o que, em muitos casos, implica a responsabilidade objetiva dos fabricantes, com base na teoria do risco pela circulação do produto. Esses aspectos exigem um estudo detalhado sobre a aplicação da responsabilidade civil, considerando a evolução histórica da teoria da responsabilidade, suas modalidades, subjetiva e objetiva, e os requisitos necessários para a imputação de danos.

A pesquisa tem como objetivo analisar, à luz dessas questões, a responsabilidade civil decorrente de danos causados por veículos autônomos da marca Tesla, especialmente nos níveis 4 e 5 de autonomia. A partir disso, busca-se investigar a aplicação da teoria do risco, em particular nas situações em que o condutor tem menor intervenção, e como as atuais legislações podem ser adaptadas para lidar com esses novos desafios. Outro ponto relevante do estudo é a discussão sobre o papel do Código de Defesa do Consumidor, especialmente na proteção dos usuários de veículos autônomos, e a necessidade urgente de regulamentação específica para essa tecnologia no Brasil, considerando as experiências de outros países que já lidam com a presença desses veículos nas ruas.

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste artigo é a abordagem hipotético-dedutiva, por meio da qual será realizada uma revisão bibliográfica com base em doutrinas, legislações pertinentes e relatórios técnicos sobre a Tesla. A pesquisa se propõe a identificar as implicações jurídicas da utilização de veículos autônomos, levando em conta falhas de

segurança, o comportamento do usuário e a previsibilidade do uso dessa tecnologia, bem como os impactos dessas questões na definição da responsabilidade civil.

1. OS ASPECTOS DA RESPONSABILIDADE CIVIL

1.1 Conceito e funções da Responsabilidade Civil

O presente capítulo dedica-se, primeiramente, a conceituar o instituto da responsabilidade civil, para, posteriormente, discutir os seus desdobramentos no contexto da Inteligência Artificial.

A responsabilidade civil consiste na aplicação de medidas que obriguem uma pessoa a reparar o dano de ordem moral ou patrimonial causado a terceiros, seja em razão de ato por ela praticado, por pessoa por quem ela responde, por alguma coisa a ela pertencente ou de simples imposição legal (Diniz, 2024). Pode-se afirmar, portanto, que responsabilidade exprime a ideia de restauração de equilíbrio, de contraprestação e de reparação de danos.

A partir desse instituto, insere-se o responsável na situação de quem, por ter violado determinada norma, vê-se exposto às consequências não desejadas decorrentes de sua conduta danosa, podendo ser compelido a restaurar o *status quo ante* (Gagliano, 2002, p. 462).

Dada a multiplicidade das atividades humanas, inúmeras são, também, as espécies de responsabilidade, que extrapolam todos os ramos do direito e os limites da vida jurídica, e vinculam-se a todos os domínios da vida social.

Assim, uma vez conceituado a figura jurídica da responsabilidade civil, há de se mencionar suas funções e finalidades no contexto do direito brasileiro. Como afirma Pier Giuseppe Monateri - um dos expoentes doutrinadores italianos acerca da temática -, a responsabilidade civil possui múltiplas funções, sendo que, nenhuma, por si só, consegue explicar e definir como ela é aplicada no direito, sendo necessário analisar separadamente cada uma dessas funções separadamente.

Nesse sentido, no ordenamento jurídico brasileiro, a responsabilidade civil apresenta tripla função (Noronha, 2003, p. 567), sendo elas a função compensatória, preventiva, e sancionatória – também denominada pedagógica.

A primeira delas, também chamada de indenizatória e/ou reparatória, trata da concepção clássica sobre responsabilidade civil. Com a função compensatória, busca-se recompor o dano sofrido pela vítima, restaurando o *status quo ante*. Ou seja, visa-se a inserir a vítima na mesma situação em que ela estaria se o dano não tivesse ocorrido, sendo, portanto, a função essencial e primária da responsabilidade civil.

Logo, a função compensatória é a base da responsabilidade civil e encontra-se expressa em diversos dispositivos legais, citando-se como exemplo o artigo 927³ do Código Civil brasileiro, que estabelece o dever de indenizar àquele que, por ato ilícito, causar dano a outrem.

Na segunda função, chamada de função sancionatória e/ou punitiva, a indenização da qual deriva a responsabilidade civil serve como uma sanção para aquele que viola a regra, tendo, portanto, um caráter de desestimular as condutas lesivas (Tartuce, 2024).

Por fim, há a função preventiva, pautada na proporcionalidade e baseada na ideia de que, além de promover efetivamente a proteção do ser, o ordenamento deve evitar a incidência de atos lesivos:

Nesse sentido, os princípios constitucionais passam a funcionar no cenário da responsabilidade civil contemporânea, dando escopo à prevenção, deslocando o ofensor e a culpabilidade do cerne da questão (conforme o modelo clássico), para a centralização da vítima, com o objetivo de obter a máxima proteção aos seus direitos e maior efetividade na indenização pelos danos suportados (*restitutio in integrum*) (Cavalcante; Ehrhardt, 2019, p.11).

Assim, a responsabilidade de caráter preventivo atua como um instrumento de salvaguarda de direitos, valendo-se de mecanismos inibitórios que decorrem de um dever jurídico de cautela e proteção. Tal responsabilidade não estabelece uma relação obrigacional propriamente dita, mas impõe aos indivíduos deveres voltados à convivência social harmoniosa, com o propósito de evitar a violação de direitos e a ocorrência de danos a terceiros, seja diante da prática de um ilícito, seja diante de sua possível concretização, mediante a aplicação da tutela inibitória (Cavalcante; Ehrhardt, 2019, p.17).

Em síntese, a responsabilidade civil, em suas diversas funções - compensatória, sancionatória e preventiva - constitui instrumento essencial para a manutenção do equilíbrio social e para a efetivação dos direitos no ordenamento jurídico, e a compreensão de seus fundamentos e finalidades permite avançar para a análise das novas configurações que esse instituto assume diante das transformações tecnológicas, especialmente no contexto de expansão da Inteligência Artificial.

1.2 Evolução histórica do instituto

³ Art. 927: Haverá obrigação de reparar o dano, independentemente de culpa, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, risco para os direitos de outrem (Brasil, 2002).

Em seu estudo aprofundado sobre a responsabilidade civil, Carlos Roberto Gonçalves delinea a evolução histórica do instituto da responsabilidade civil, correlacionando-a com importantes marcos históricos:

A responsabilidade civil se assenta, segundo a teoria clássica, em três pressupostos: um dano, a culpa do autor do dano e a relação de causalidade entre o fato culposos e o mesmo dano. Nos primórdios da humanidade, entretanto, não se cogitava do fator culpa. O dano provocava a reação imediata, instintiva e brutal do ofendido. Não havia regras nem limitações. Não imperava, ainda, o direito. Dominava, então, a vingança privada, forma primitiva, selvagem talvez, mas humana, da reação espontânea e natural contra o mal sofrido; solução comum a todos os povos nas suas origens, para a reparação do mal pelo mal. Se a reação não pudesse acontecer desde logo, sobrevinha a vindita meditada, posteriormente regulamentada, e que resultou na pena de talião, do “olho por olho, dente por dente” (Gonçalves, 2025).

A partir desta análise, Carlos Roberto Gonçalves demonstra que o início da responsabilidade civil emergiu da transição de uma vingança privada, instintiva e desregulada para a proporcionalidade retributiva da Lei de Talião, e, posteriormente, para a formulação da teoria clássica contemporânea.

Conforme elucida o doutrinador, transcorrido o tempo, o Estado assumiu o monopólio do poder punitivo. Como consequência da concentração da ação repressiva na figura estatal, surgiram as ações indenizatórias, de modo que a responsabilidade civil passou a coexistir com responsabilização penal (Gonçalves, 2025).

Com o progresso mundial e o processo crescente de industrialização, a vítima adquiriu maior visibilidade nas relações jurídicas, culminando o surgimento de novas teorias, dentre as quais menciona-se a legislação francesa como precursora no desenvolvimento da Teoria da Culpa.

Nesse sentido, afirma Carlos Roberto Gonçalves:

Aos poucos, foram sendo estabelecidos certos princípios, que exerceram sensível influência nos outros povos: direito à reparação sempre que houvesse culpa, ainda que leve, separando-se a responsabilidade civil (perante a vítima) da responsabilidade penal (perante o Estado); a existência de uma culpa contratual (a das pessoas que descumprem as obrigações) e que não se liga nem a crime nem a delito, mas se origina da negligência ou imprudência. Era a generalização do princípio aquiliano: *In lege Aquilia et levissima culpa venit*, ou seja, o de que a culpa, ainda que levíssima, obriga a indenizar (Gonçalves, 2025).

Na atualidade, a Teoria da Culpa divide espaço com a chamada Teoria do Risco, na qual a responsabilidade civil é caracterizada pelo seu aspecto objetivo, de modo que, em situações específicas, a indenização da vítima prescinde da comprovação de culpa.

De acordo com a Teoria do Risco, em casos de atividades que se presumem perigosas, podendo oferecer algum risco, a responsabilização civil independe da comprovação de culpa pelo ato danoso. Na visão de Gonçalves (2025), isso ocorre para dar maior proteção à vítima.

A realidade, entretanto, é que se tem procurado fundamentar a responsabilidade mediante comprovação da culpa, mas, sendo esta 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 (Gonçalves, 2025).

No direito brasileiro, o instituto da responsabilidade civil pautou-se na imprescindibilidade de comprovação da culpa, conforme estabelece o artigo 186⁴ do Código Civil. Contudo, apesar de adotar a visão rigorosa italiana, não deixou de dar espaço às novas concepções da Teoria do Risco, especificamente no que tange ao parágrafo único do artigo 927⁵ do Código Civil, conforme observado alhures.

Em suma, a análise da responsabilidade civil, conforme trazido por Carlos Roberto Gonçalves, demonstra uma significativa evolução histórica. Partindo da vingança privada e da Lei de Talião, a sociedade avançou para a centralização do poder punitivo na figura do Estado e, com o surgimento da ação de indenização, estabeleceu-se a responsabilidade civil ao lado da penal.

O progresso, impulsionado pela industrialização, conferiu maior protagonismo à vítima, culminando no desenvolvimento da Teoria da Culpa, com forte influência da legislação francesa e o princípio do *in lege Aquilia et levissima culpa venit*:

Adotou, assim, solução mais avançada e mais rigorosa que a do direito italiano, também acolhendo a teoria do exercício de atividade perigosa e o princípio da responsabilidade independentemente de culpa nos casos especificados em lei, a par da responsabilidade subjetiva como regra geral, não prevendo, porém, a possibilidade de o agente, mediante a inversão do ônus da prova, exonerar-se da responsabilidade se provar que adotou todas as medidas aptas a evitar o dano (Gonçalves, 2025).

Atualmente, a Teoria da Culpa coexiste com a Teoria do Risco, que introduz a responsabilidade objetiva em situações específicas, priorizando a proteção da vítima em face de atividades inerentemente perigosas. No direito brasileiro, o Código Civil de 2002 mantém a culpa como regra geral, e como exceção, introduz a responsabilidade independentemente de

⁴ Art. 186: Aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito (Brasil, 2002)

culpa para casos previstos em lei ou atividades que impliquem risco para terceiros, refletindo uma abordagem mais rigorosa e avançada, que acolhe a teoria do exercício de atividade perigosa, sem, contudo, prever a inversão do ônus da prova para a exoneração do agente.

1.3 Pressupostos da responsabilidade civil

A responsabilidade civil, segundo a doutrina majoritária fundada na Teoria da Culpa, estrutura-se a partir da presença cumulativa de quatro pressupostos: ação ou omissão, dano, nexo de causalidade e culpa ou dolo. A ação configura-se como um ato humano voluntário, comissivo ou omissivo, controlável pela vontade do agente, podendo ainda decorrer de fato de terceiro, de animal ou de coisa inanimada a ele vinculada, nos termos do art. 186 do Código Civil, que define o ato ilícito como violação de direito ou causação de dano, ainda que exclusivamente moral, impondo ao autor o dever de indenizar (Diniz, 2024; Larenz *apud* Gonçalves, 2025, p. 110).

O dano, por sua vez, constitui elemento indispensável da responsabilidade civil, não havendo obrigação de indenizar sem a ocorrência de lesão certa e comprovada a um bem ou interesse juridicamente tutelado, seja de natureza patrimonial ou moral (Diniz, 2024). Conceitualmente, o dano corresponde a toda desvantagem experimentada nos bens jurídicos da vítima (Enneccerus *apud* Gonçalves, 2025), abrangendo tanto o dano emergente quanto o lucro cessante (Gonçalves, 2025). Para ser indenizável, deve ser atual e certo, afastando-se hipóteses meramente eventuais, futuras ou hipotéticas (Lalou *apud* Gonçalves, 2025; Gonçalves, 2025).

Outro pressuposto essencial é o nexo de causalidade, consistente no vínculo entre a conduta ilícita e o dano experimentado pela vítima, sem o qual inexistente responsabilidade civil (Diniz, 2024; Gonçalves, 2025). A complexidade desse vínculo é evidenciada pelas concausas, cuja análise deu origem a diferentes teorias explicativas: a teoria da equivalência das condições, que considera causa toda circunstância sem a qual o dano não ocorreria (Gonçalves, 2025; Hungria, 1958, p. 66); a teoria da causalidade adequada, que reconhece como causa apenas a condição apta, por si só, a produzir o resultado danoso (Gonçalves, 2025), conforme entendimento do Tribunal de Justiça de Minas Gerais (TJMG, Ap. 1.0000.23.044925-8/001, 1ª C. Cív., Rel. Des. Márcio Idalmo Santos Miranda, j. 27-6-2023); e a teoria dos danos diretos e imediatos, também denominada teoria da interrupção do nexo causal, adotada pelo Código Civil em seu art. 403, segundo a qual o agente responde apenas pelos danos que decorram de forma necessária de sua conduta, excluindo-se aqueles resultantes de causa estranha superveniente (Enneccerus *apud* Gonçalves, 2025; Alvim, 1980, p. 351).

Por fim, a culpa constitui, como regra, requisito da responsabilidade civil, ressalvadas as hipóteses legais de responsabilidade objetiva. Ela pressupõe a violação de um dever jurídico preexistente, imputável ao agente por dolo ou culpa em sentido estrito, esta caracterizada pela imperícia, imprudência ou negligência (Diniz, 2024). A imprudência refere-se à conduta arriscada e precipitada; a negligência, à omissão de cautela exigível antes da ação; e a imperícia, à ausência de aptidão técnica ou conhecimento necessário para o exercício da atividade (Bitencourt, 2024).

Conclui-se que a responsabilidade civil fundamenta-se na conjugação desses pressupostos, refletindo o compromisso do ordenamento jurídico brasileiro com a justiça reparatória, o equilíbrio das relações sociais e a função preventiva e educativa do dever de indenizar, ao desestimular condutas lesivas e promover a proteção dos direitos violados.

1.4 Tipos de Responsabilidade Civil: a diferença entre responsabilidade objetiva e subjetiva e sua aplicação nos casos de consumo

O direito civil brasileiro contempla duas espécies fundamentais de responsabilidade civil: a subjetiva, consagrada como regra geral no art. 186 do Código Civil, e a objetiva, prevista de forma excepcional no art. 927, parágrafo único. A responsabilidade subjetiva exige, para a configuração do dever de indenizar, a presença do ato ilícito, do dano, do nexo de causalidade e da culpa do agente, entendida como violação de um dever jurídico preexistente. Já a responsabilidade objetiva prescinde da comprovação da culpa, limitando-se à demonstração do dano e do nexo causal, sem substituir a subjetiva, mas atuando dentro de limites específicos definidos pelo ordenamento (Gonçalves, 2025).

A distinção entre essas modalidades decorre da evolução histórica da responsabilidade civil. Inicialmente, a culpa era o elemento central do sistema, revelando-se, contudo, insuficiente diante da complexidade das relações sociais contemporâneas e do aumento de atividades que geram riscos inerentes, independentemente de dolo ou negligência. Atividades perigosas e determinadas relações de consumo passaram a exigir uma tutela mais eficaz das vítimas, conduzindo ao reconhecimento da responsabilidade objetiva, fundada na Teoria do Risco, segundo a qual basta a simples causação do dano para surgir a obrigação de indenizar (Gonçalves, 2025).

Essa evolução não implica a superação do modelo subjetivo, mas a sua complementação. Como adverte Caio Mário da Silva Pereira, a culpa permanece como fundamento central da responsabilidade civil, sendo a objetivação admitida apenas quando expressamente autorizada

pela ordem jurídica, de modo a conciliar progresso social e segurança jurídica (Pereira, 2022, p. 79). Nesse cenário, destaca-se a relevância das presunções de culpa como mecanismo intermediário entre os dois regimes, mitigando o rigor do ônus probatório imposto à vítima.

As presunções legais de culpa possuem caráter excepcional e *numerus clausus*, estando restritas às hipóteses expressamente previstas em lei e implicando a inversão do ônus da prova, que passa a recair sobre o lesante, o qual somente se exonera mediante demonstração dos elementos excludentes previstos no próprio preceito legal (Pinto, 2004, p. 14). Já as presunções judiciais não promovem uma inversão plena do ônus da prova, bastando à parte prejudicada comprovar o fato base, cabendo à parte adversa produzir contraprova apta a gerar dúvida razoável e afastar a presunção.

A convivência entre responsabilidade subjetiva, objetiva e regimes de presunção revela a busca do ordenamento jurídico por equilíbrio entre a proteção do lesado e a justa imputação de responsabilidades. Tal dinâmica é particularmente relevante nas relações de consumo e nas atividades de risco, em que se evidencia a tendência contemporânea de deslocar o foco da culpa para a efetiva reparação do dano, concebido cada vez mais como risco social, inclusive com crescente valorização de mecanismos securitários.

A responsabilidade civil, enquanto instrumento essencial para a recomposição de danos e a manutenção do equilíbrio social, apresenta-se sob diferentes formas de aplicação, entre as quais se destacam a responsabilidade subjetiva e a responsabilidade objetiva.

A primeira tem como pressuposto a existência de culpa ou dolo do agente causador do dano, ao passo que a segunda prescinde dessa comprovação, bastando a demonstração do nexo causal entre a conduta e o prejuízo sofrido. Essa distinção é fundamental para compreender a evolução do instituto e sua adaptação às diversas relações jurídicas contemporâneas.

Nesse contexto, ganha relevo a responsabilidade civil nas relações de consumo, regida por princípios protetivos e pela lógica da responsabilidade objetiva, cuja finalidade é garantir a efetiva reparação dos danos sofridos pelo consumidor diante de falhas na prestação de produtos ou serviços.

Inicialmente, insta pontuar que haverá relação jurídica de consumo sempre que puder identificar na relação, em um dos polos, o consumidor, e, em outro, o fornecedor, ambos transacionando produtos e serviços.

A Lei n.º 8.078/90 define como consumidor, a pessoa física ou jurídica, que adquire concretamente um produto ou serviço, ou aquele que, mesmo não tendo adquirido, utiliza-o ou o consome.

No tocante à figura do fornecedor, o Código de Defesa de Consumidor conceitua que serão fornecedoras as pessoas jurídicas, sem exclusão, as pessoas físicas que desenvolvem atividade de produção, montagem, criação, construção, transformação, importação, exportação, distribuição ou comercialização de produtos, e ainda, a prestação de serviços. Segundo Rizzato Nunes (2025), o conceito de fornecedor é gênero do qual o fabricante, produtor, construtor, importador, comerciante são espécies.

O Direito do Consumidor tem fonte constitucional, como se depreende da leitura do artigo 5º, XXXII⁶, da Constituição Federal, que dispõe que o Estado promoverá, na forma da lei, a defesa do consumidor, bem como se infere do artigo 170, V⁷, do mesmo diploma legal, que prevê que a ordem econômica deve observar o princípio da defesa do consumidor.

Portanto, o consumidor e usuário dos produtos fabricados pode sofrer eventuais danos em razão de defeito e falha de fabricação. Urge, neste sentido, a necessidade de procurar soluções técnicas no que tange à determinação da responsabilidade civil do fabricante.

A existência do Código de Defesa do Consumidor no Brasil se faz de extrema importância nesse contexto, por conter normas de ordem pública que pretendem equilibrar as relações entre fornecedores de produtos e consumidores, outorgando instrumentos de defesa idôneos à satisfação de seus interesses.

Com a Lei n.º 8.078/90, houve a criação de uma nova mentalidade em relação ao consumo, fazendo com que propagasse a defesa da qualidade dos produtos e dos serviços, alterando, de modo substancial, as relações econômicas, isso se deu através dos princípios previstos na legislação consumerista.

O primeiro princípio a se mencionar consiste no “Princípio da Vulnerabilidade do Consumidor”, disposto no inciso I, do art. 4, da Lei 8.078/90⁸, o qual proclama que o

⁶ Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes: [...] XXXII - o Estado promoverá, na forma da lei, a defesa do consumidor; (Brasil, 1988).

⁷ Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios: [...] V - defesa do consumidor; (Brasil, 1988).

⁸ Art. 4º A Política Nacional das Relações de Consumo tem por objetivo o atendimento das necessidades dos consumidores, o respeito à sua dignidade, saúde e segurança, a proteção de seus interesses econômicos, a melhoria da sua qualidade de vida, bem como a transparência e harmonia das relações de consumo, atendidos os seguintes princípios: I - reconhecimento da vulnerabilidade do consumidor no mercado de consumo;

consumidor é vulnerável. Ou seja, consumidor é a parte fraca na relação de consumo, e com isso, o ordenamento jurídico busca a justa isonomia prevista na Constituição Federal.

Nesse diapasão, a inferioridade do consumidor perante a empresa fornecedora se desdobra em dois fatos: a de ordem técnica e a de ordem econômica (Nunes, 2025).

O primeiro aspecto da ordem técnica está ligado aos meios de produção, cujo monopólio pertence ao fornecedor, porquanto o segundo aspecto, por mais subjetivo que seja - cabendo diversas exceções -, diz respeito à maior capacidade econômica, que, via de regra, o fornecedor possui em relação ao consumidor.

Menciona-se também, como um princípio fundamental nas relações de consumo, o “Princípio da Inversão do ônus da prova”, que se trata de uma benesse fornecida ao consumidor, consubstanciada no art. 6º, inciso VIII⁹, do diploma consumerista, o qual determina a inversão do ônus ao se constatar a verossimilhança das alegações e a hipossuficiência do consumidor, bem como aquelas que determinam a inversão do ônus da prova ao se verificar alguma das situações previstas nos artigos 12, § 3º, 14, e 38 do mesmo diploma legal.

O ônus da prova, portanto, é o encargo atribuído à parte, mas não se trata de uma obrigação. Assim, caberá ao fornecedor de produtos ou serviços, parte mais forte da relação e plenamente ciente dessa condição, apresentar todas as provas necessárias para sustentar suas alegações, de modo a afastar ou desconstituir aquelas formuladas pelo consumidor em sua petição inicial.

Além disto, outro princípio consumerista importante, a ser conceituado nesse momento para introduzir posterior análise da responsabilidade civil decorrente da Inteligência Artificial, é o “Princípio da boa-fé objetiva”, estampada no inciso III, do art. 4º da Lei n.º 8.078, também mencionada no art. 51 como cláusula geral (inciso IV).

A boa-fé objetiva, princípio essencial do Direito do Consumidor, traduz-se em um dever de conduta pautado na lealdade, confiança e cooperação entre as partes. Mais do que um ideal moral, ela impõe padrões concretos de comportamento que visam a assegurar a transparência e a correção nas relações de consumo, buscando um equilíbrio real entre fornecedores e consumidores.

Esse equilíbrio não se refere à equivalência econômica, mas à harmonização das posições contratuais, considerando que, nas relações de consumo, há, via de regra, desigualdade de forças

⁹ Art. 6º São direitos básicos do consumidor: [...] VIII - a facilitação da defesa de seus direitos, inclusive com a inversão do ônus da prova, a seu favor, no processo civil, quando, a critério do juiz, for verossímil a alegação ou quando for ele hipossuficiente, segundo as regras ordinárias de experiências;

entre os contratantes. Assim, o intérprete deve analisar o contrato de forma global, interpretando cada cláusula à luz do conjunto do instrumento e dos deveres de lealdade e solidariedade que dele decorrem (Marques, 2016, p. 85-86).

A responsabilidade objetiva do fornecedor deve ser compreendida a partir de uma pré-condição abstrata de uma relação ideal e equilibrada, concebida como um modelo normativo ao qual o caso concreto deve se amoldar. Essa estrutura impõe às partes, especialmente ao fornecedor, um dever de conduta pautado pela lealdade e fidelidade, visando assegurar o equilíbrio contratual e a justiça nas relações de consumo.

Nesse contexto, destaca-se o dever de informar, consagrado no art. 6º, inciso III, do Código de Defesa do Consumidor, em consonância com o princípio da transparência previsto no caput do art. 4º do mesmo diploma. Tais normas impõem ao fornecedor a obrigação de prestar informações claras, precisas e adequadas acerca dos produtos e serviços ofertados, incluindo suas características, qualidades e preços, garantindo ao consumidor pleno conhecimento do conteúdo contratual e condições da contratação.

É igualmente assegurado ao consumidor o direito à adequada solução nos casos de vícios ou defeitos de produtos e serviços. O art. 18 do Código de Defesa do Consumidor define o conceito de vício como fundamento da responsabilidade do fornecedor, enquanto o art. 20 estabelece sua obrigação de responder por produtos ou serviços impróprios ao consumo, que lhes diminuam o valor ou apresentem divergência entre o que foi ofertado e o efetivamente entregue.

De forma mais ampla, a responsabilidade civil revela-se como instituto jurídico dinâmico e essencial à organização social, cuja evolução histórica percorreu o caminho da vingança privada e da Lei de Talião até alcançar um sistema jurídico complexo e multifuncional. Sua finalidade primordial é a restauração do equilíbrio jurídico e social por meio da reparação de danos morais e patrimoniais. A doutrina brasileira reconhece-lhe funções compensatória, preventiva e sancionatória, sendo a primeira voltada à recomposição do prejuízo sofrido, e as demais destinadas a desestimular a prática de condutas lesivas.

O Código Civil de 2002 mantém a culpa como regra geral da responsabilidade civil, exigindo a presença do ato ilícito, do dano, do nexo causal e da culpa do agente. Todavia, diante das exigências da vida moderna e da ampliação dos riscos sociais, o ordenamento jurídico brasileiro também incorporou a teoria do risco, admitindo a responsabilidade objetiva em hipóteses específicas, nas quais se dispensa a prova da culpa.

A correta aplicação da responsabilidade civil demanda a análise rigorosa de seus pressupostos (ação ou omissão, dano, nexos causal e culpa), bem como das excludentes de responsabilidade, como a legítima defesa, o estado de necessidade, o exercício regular de um direito e o caso fortuito ou força maior, que evidenciam a complexidade e flexibilidade do instituto.

Nas relações de consumo, a responsabilidade civil assume contornos próprios, orientada por princípios como a vulnerabilidade do consumidor, a boa-fé objetiva e o dever de informar. Destaca-se, ainda, a inversão do ônus da prova, que pode ocorrer por decisão judicial (*ope iudicis*), diante da verossimilhança das alegações ou da hipossuficiência do consumidor, ou por imposição legal (*ope legis*), em hipóteses como a responsabilidade pelo fato do produto ou do serviço. Tal mecanismo busca reequilibrar a relação processual e assegurar a efetividade da tutela dos direitos do consumidor.

1.5 Excludentes de Responsabilidade Civil

Inicialmente, há a existência da figura do chamado “estado de necessidade”, delineada pelas disposições dos artigos 188, inciso II, 929 e 930 do Código Civil. Tais disposições legais trazem que o ato praticado para remover perigo iminente não se caracteriza como ilícito, pois estariam diante de uma colisão de interesses tutelados.

É o caso, por exemplo, de um agente que, ao desviar seu carro de uma criança para não a atropelar, acaba atingindo uma loja e causando danos à sua estrutura.

A lei declara que o ato praticado em estado de necessidade não é ato ilícito, mas isso não significa que quem o pratica está isento de reparar o dano que causou.

No exemplo citado, embora o ato seja lícito, o motorista não se exonera de suportar os danos materiais causados à estrutura da loja, conforme preceitua o artigo 929 do Código Civil. Entretanto, não impede, igualmente, que o motorista ajuíze Ação de Regresso em face do pai do infante. Pela redação do parágrafo único do art. 188¹⁰, mencionado anteriormente, o ato somente será legítimo quando as circunstâncias o tornarem absolutamente necessário, não podendo exceder, contudo, o limite do indispensável para a remoção do perigo.

Nesse sentido, consigna-se a lição de Silvio Rodrigues:

¹⁰ Parágrafo único. A mesma ação competirá contra aquele em defesa de quem se causou o dano (art. 188, inciso I).

A destruição ou deterioração de coisa alheia ordinariamente constitui ato ilícito, porque a ninguém é dado fazê-lo. Todavia a lei, excepcionalmente, entende ser lícito o procedimento de quem deteriora ou destrói coisa alheia, se o faz para evitar mal maior, contanto que as circunstâncias tornem o ato absolutamente necessário e não exceda os limites do indispensável para a remoção do perigo (Rodrigues, 2008, p.26).

Há, também, no mesmo artigo, em seu inciso I, a previsão da “legítima defesa” como excludente de responsabilidade. Este instituto prevê que não comete ato ilícito o indivíduo que estiver em situação atual ou iminente, de injusta agressão, dirigido a si ou terceiros. Neste caso, também há o equilíbrio neste caso, visto que o excesso é proibido, assim como a desnecessidade e a imoderação.

A regra geral no Direito Civil estabelece que todo ato ilícito gera o dever de indenizar. No entanto, o próprio Código Civil, em seus incisos I e II do artigo 188, apresenta exceções a essa regra, contemplando situações de legítima defesa e estado de necessidade. Apesar de o agente ter atuado sob o amparo dessas circunstâncias que excluem a ilicitude do ato, a obrigação de indenizar pode persistir, conforme previsão dos artigos 929 e 930 do Código Civil¹¹.

Isso se manifesta da seguinte forma: no estado de necessidade, a reparação do prejuízo é exigida se o dono da coisa danificada ou a pessoa prejudicada não tiverem sido os responsáveis pelo perigo. Em outras palavras, se, para proteger a si mesmo ou a terceiros, causar dano a alguém que não contribuiu para a situação de perigo, essa pessoa terá direito à indenização. Já na legítima defesa, a responsabilidade civil do agente é excluída apenas quando o lesado for o agressor injusto. Contudo, se um terceiro, que não participou da agressão, for prejudicado durante a ação de legítima defesa, este terá o direito de ser indenizado pelo agente que causou o dano.

Há de se mencionar, também, a excludente de responsabilidade por “exercício regular de um direito reconhecido”. Trata-se, por exemplo, das práticas desportivas, como lutas, nas quais há agressão à integridade física de terceiros, admitidas, neste caso, desde que não haja excesso.

¹¹ Art. 188. Não constituem atos ilícitos: [...] II - a deterioração ou destruição da coisa alheia, ou a lesão a pessoa, a fim de remover perigo iminente.

Art. 929. Se a pessoa lesada, ou o dono da coisa, no caso do inciso II do art. 188, não forem culpados do perigo, assistir-lhes-á direito à indenização do prejuízo que sofreram.

Art. 930. No caso do inciso II do art. 188, se o perigo ocorrer por culpa de terceiro, contra este terá o autor do dano ação regressiva para haver a importância que tiver ressarcido ao lesado.

A partir do momento que o agente extrapola os limites racionais do lícito exercício de seu direito, ocorre o abuso de direito, que é indenizável.

O enunciado n.º 37 do Conselho da Justiça Federal, aprovado em 2002, proclama neste sentido que “a responsabilidade civil decorrente do abuso de direito é independente de culpa e fundamenta-se somente no critério objetivo-finalístico. Isto é, trata-se de responsabilidade objetiva.”

Na mesma direção, encontra-se o estrito cumprimento de dever legal como causa excludente da responsabilidade civil. Nessa modalidade, a conduta praticada pelo agente deve ser baseada em uma norma jurídica que estabeleça uma obrigação, e esta ação deve ser realizada nos limites estabelecidos, sem excessos. Caso contrário, configurará, da mesma forma anteriormente descrita, o abuso de direito, o qual será indenizável.

Um exemplo pertinente neste caso, é o do policial que causa dano material a uma residência a fim de cumprir um mandado de prisão de um flagrante delito.

Como causa de excludente de responsabilidade civil, há os incidentes de caso fortuito e força maior, previstos no ordenamento jurídico brasileiro no art. 393 do Código Civil¹², e suas diferenças estão consubstanciadas por entendimento jurisprudencial, não havendo unanimidade nesse sentido, sendo que o próprio Superior Tribunal de Justiça utiliza as duas expressões como sinônimas:

O caso fortuito é um evento totalmente imprevisível decorrente de ato humano ou de evento natural. Por seu turno, a força maior, constitui um evento previsível, mas inevitável, ou irresistível, resultante de uma ou outra causa (Tartuce, 2025, p. 318).

Além disso, a exclusiva atuação culposa da vítima, também tem o condão de romper o nexo de causalidade, isto pois, se eventualmente a própria vítima se coloca em condições de sofrer um dano, e se houver necessária relação entre seu comportamento e as lesões decorrentes, não há o que se falar em responsabilidade civil, visto que o agente serve simplesmente como instrumento para a ocorrência do ato lesivo.

2. O DESAFIO JURÍDICO DA TECNOLOGIA AUTÔNOMA: DOS VEÍCULOS ROBÓTICOS À RESPONSABILIDADE CIVIL

¹² Art. 393. O devedor não responde pelos prejuízos resultantes de caso fortuito ou força maior, se expressamente não se houver por eles responsabilizado. Parágrafo único. O caso fortuito ou de força maior verifica-se no fato necessário, cujos efeitos não era possível evitar ou impedir.

O avanço da Inteligência Artificial constitui um marco tecnológico de proporções inéditas, cujos reflexos incidem diretamente sobre o campo jurídico. Mais do que uma inovação aplicada ao cotidiano, essa tecnologia tem transformado relações sociais, econômicas e políticas, exigindo respostas concretas tanto do Poder Legislativo quanto do Judiciário. Nesse contexto, os veículos autônomos representam uma das manifestações mais emblemáticas da IA, trazendo consigo repercussões jurídicas que ainda carecem de soluções consistentes.

A principal justificativa para os investimentos nessa área reside na possibilidade de substituir parcial ou totalmente a condução humana por sistemas automatizados mais seguros e eficientes. A expectativa é de que tais inovações reduzam significativamente os acidentes de trânsito, que decorrem, em sua maioria, de imperícia, imprudência ou negligência dos condutores.

De acordo com relatório da *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA, 2015), aproximadamente 94% dos acidentes decorrem de falhas humanas, o que reforça a pertinência de soluções tecnológicas voltadas à redução de riscos viários. Além do fator segurança, esses veículos também prometem otimizar a mobilidade urbana, diminuir congestionamentos, ampliar o acesso ao transporte para pessoas com deficiência e aumentar a eficiência no uso de recursos energéticos.

Entretanto, os potenciais benefícios não afastam os desafios. Persistem problemas notáveis, como a necessidade de definir a responsabilidade legal em casos de acidentes, falhas estruturais ou situações imprevistas do ambiente. Ainda que se proponha a manutenção de um condutor humano para intervir em emergências, tal medida limita as vantagens da automação e pode gerar conflitos entre a decisão do sistema e a reação humana. Essa tensão entre máquina e homem revela a complexidade do tema e demonstra que a tecnologia, por si só, não elimina os riscos jurídicos e sociais envolvidos.

Nesse cenário, torna-se inevitável enfrentar a questão regulatória. É certo que a tecnologia desempenha papel fundamental no desenvolvimento social e que o próprio ordenamento jurídico brasileiro, em sua Constituição Federal, art. 218¹³, estimula o avanço científico e tecnológico. Contudo, ao fomentar a inovação, a legislação frequentemente deixa em aberto os efeitos dela decorrentes, o que evidencia a urgência de adequação normativa. A regulamentação

¹³ Art. 218. O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação (Brasil. 1988).

de veículos autônomos, em especial, constitui um dos maiores obstáculos à sua implementação, pois as normas de trânsito vigentes — fragmentadas entre diferentes entes federativos — não foram concebidas para dialogar com sistemas computacionais capazes de interpretar comandos de forma padronizada. A ausência de um marco regulatório claro e consistente, sobretudo quanto à atribuição de responsabilidade, permanece como lacuna que precisa ser enfrentada para viabilizar a adoção em larga escala dessa tecnologia.

Diante disso, compreender como a Inteligência Artificial aplicada aos veículos autônomos se desenvolve torna-se fundamental, pois apenas a partir do entendimento técnico-jurídico de seu funcionamento será possível explicar os desafios que a ferramenta suscita e estabelecer critérios adequados de imputação da responsabilidade civil em um cenário em que a fronteira entre a ação humana e a decisão da máquina se torna cada vez mais tênue.

2.1 Definição e tipos de Inteligência Artificial

O presente capítulo tem por objetivo conceituar a Inteligência Artificial (IA) e apresentar, de forma sucinta, sua evolução histórica, de modo a fornecer as bases teóricas necessárias para a discussão da responsabilidade civil no contexto das novas tecnologias.

A ascensão da IA, desde seus primórdios em meados do século XX, redefiniu as fronteiras entre a capacidade humana e a máquina. O surgimento e a formalização do campo, impulsionados por demandas militares na década de 1940, marcaram os primeiros passos dessa jornada tecnológica. Nesse período, a Máquina de Turing e o chamado Teste de Turing estabeleceram marcos conceituais fundamentais ao levantar a questão sobre a possibilidade de uma máquina emular o pensamento humano.

Nas décadas seguintes, a área passou por constantes avanços, culminando na consolidação do Aprendizado de Máquina (*Machine Learning*) como paradigma central. Essa vertente trouxe novas formas de interação entre homem e tecnologia, sobretudo a partir do aprendizado supervisionado, não supervisionado e por reforço. O progresso nesse campo deixou evidente que o ordenamento jurídico, em constante diálogo com a realidade social, precisaria se adaptar às consequências dessa nova era.

Neste sentido, o termo *machine learning* é conceituado por José Luiz de Moura Faleiras Júnior como:

(...) 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 (Faleiros Júnior, 2021, p. 20).

Portanto, pode-se afirmar que a inteligência artificial utiliza de sua base de dados para criar e identificar padrões que possibilitam o *machine learning*, ou seja, o conhecimento de máquina em que o computador aprende e resolve problemas de maneira autônoma e independente.

Nesta modalidade a IA possui a habilidade de armazenar suas experiências, analisá-las e assim, obter aprendizados, pois categoriza, distingue e permite aprender com tomadas de decisões já realizadas. Já o *deep learning*, também chamado de aprendizado profundo de máquina, sendo um eixo mais avançado do *machine learning*, é um processo mais complexo, sendo 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” (Faleiros Junior, 2021, p. 21).

O *deep learning* estrutura os algoritmos em camadas, permitindo que a máquina aprenda funções de um conjunto de dados compartilhados 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. (Faleiros Junior, 2021, p. 21).

Embora não haja um conceito único e amplamente aceito de Inteligência Artificial, é possível defini-la, em termos gerais, como “uma ciência experimental que envolve o estudo da representação do conhecimento (cognição), raciocínio e aprendizagem, percepção dos problemas e ação ou solução dos mesmos”.

Sob esse prisma, a IA pode ser entendida como o conjunto de algoritmos que equipam máquinas ou sistemas com aspectos da inteligência humana, como análise de dados, compreensão da linguagem, planejamento, raciocínio lógico e tomada de decisões.

Russell e Norvig, em sua obra de referência *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (2009), definem a IA como o estudo e a construção de agentes que percebem o ambiente e realizam ações que maximizam suas chances de sucesso. Para os autores, o objetivo não é apenas replicar o pensamento humano, mas desenvolver agentes racionais capazes de atuar da melhor forma possível diante das informações disponíveis. Essa concepção desloca o foco da imitação da mente humana para a noção de racionalidade, perspectiva que se mostrou mais útil para a aplicação prática da tecnologia.

Em sentido complementar, observa-se que a IA consiste na capacidade de um sistema informatizado não apenas de executar comandos previamente programados, mas também

interpretar contextos e agir sem definição prévia, tendo o *machine learning* como uma de suas principais características, permitindo que as máquinas desenvolvam tomadas de decisão autônomas em relação à interferência humana.

A partir dessas definições, Russell e Norvig (2021) classificam a IA em quatro vertentes principais: agir como um ser humano, baseada no Teste de Turing, que busca verificar se o comportamento da máquina é indistinguível de um humano; pensar como um ser humano, que visa modelar os processos cognitivos; pensar de forma racional, com base na lógica; e agir de forma racional, abordagem preferida pelos autores, voltada à criação de agentes capazes de tomar a melhor decisão em um ambiente específico. Essa concepção orienta o campo da Inteligência Artificial para a criação de sistemas autônomos e eficientes, capazes de otimizar o desempenho em ambientes complexos e até mesmo de incorporar direcionamentos éticos, aspecto que se conecta diretamente ao objeto do presente estudo.

No âmbito da arquitetura de agentes inteligentes, Russell e Norvig (2021) descrevem quatro tipos principais, que representam estágios da evolução da capacidade de raciocínio e de tomada de decisões. Os agentes de reflexo simples operam diretamente com base na percepção atual, sem considerar o histórico de interações. Já os agentes de reflexo baseados em modelos mantêm um “estado interno” e levam em conta o histórico de percepções, possibilitando atuação em ambientes parcialmente observáveis. Os agentes baseados em objetivos levam a capacidade a um passo adiante, pois raciocinam sobre as consequências de suas ações e escolhem aquelas que os conduzirão a um estado futuro desejado. Por fim, os agentes baseados em utilidade são os mais sofisticados, uma vez que não se limitam a atingir um objetivo, mas buscam maximizar uma função de utilidade, ponderando entre diferentes metas e escolhendo a ação que consideram mais benéfica no contexto geral.

Além da classificação dos agentes, os paradigmas de aprendizado também estruturam a forma como a IA evolui. O aprendizado supervisionado ocorre quando o algoritmo é treinado com dados previamente rotulados, como nos sistemas que aprendem a identificar e-mails de spam a partir de exemplos fornecidos. O aprendizado não supervisionado, por sua vez, trabalha com dados não rotulados e tem como principal função identificar padrões e estruturas ocultas, sendo aplicado, por exemplo, na segmentação de consumidores com comportamentos semelhantes. Já o aprendizado por reforço se desenvolve em ambientes dinâmicos, nos quais o agente aprende por tentativa e erro, sendo recompensado por decisões corretas e penalizado por falhas, ajustando seu desempenho ao longo do tempo para maximizar os resultados obtidos.

Portanto, a Inteligência Artificial pode ser compreendida como um campo multidisciplinar em constante transformação, que abrange desde concepções abstratas sobre racionalidade até aplicações práticas em sistemas autônomos. A compreensão de suas definições, tipos e formas de aprendizado é indispensável para analisar os impactos jurídicos decorrentes de sua aplicação, especialmente no tocante à responsabilidade civil, tema que será tratado nos próximos tópicos.

2.2 Conceito e a urgência da superinteligência

A superinteligência, conforme explora-se na obra de Nick Bostrom, representa um conceito que transcende as capacidades cognitivas humanas em sua totalidade. O autor concebe essa forma de inteligência artificial como uma entidade que não apenas iguala, mas supera o intelecto humano em todos os domínios, incluindo criatividade, sabedoria e habilidades sociais. A obra de Bostrom (2016) não a trata como mera ficção científica, mas como uma possibilidade tecnológica plausível, que exige uma reflexão profunda sobre o futuro da humanidade.

O cerne da importância desse conceito reside na imensa potência que uma superinteligência detém. De acordo com a obra, uma entidade deste nível pode exercer um poder sem precedentes, além da capacidade de controle humano. Essa potencialidade levanta o chamado “problema do controle”, que consiste na dificuldade de se garantir que os objetivos de uma inteligência artificial superinteligente se alinhem com os valores e interesses da humanidade. Seus objetivos, por mais racionais ou aparentemente benignos que sejam, podem ultrapassar limites éticos, conduzindo a resultados catastróficos e a danos a terceiros, contexto no qual se insere a discussão sobre a responsabilidade civil pelas escolhas realizadas pela máquina.

A magnitude desse risco é tão significativa que Bostrom (2016) recorre à analogia com o armamento nuclear para demonstrar a gravidade do tema. A comparação evidencia que a superinteligência não deve ser vista apenas como avanço tecnológico, mas como uma questão de segurança existencial, cuja abordagem exige planejamento estratégico e ético desde já.

Para o autor, a maior preocupação não reside na malícia da inteligência artificial, mas em sua “supercompetência”. Uma superinteligência não precisaria ser maligna para apresentar perigo: bastaria que seus objetivos fossem minimamente desalinhados com os da humanidade. A impossibilidade de antecipar e controlar todas as ações de uma mente vasta e complexa, operando em escala e velocidade incompreensíveis, torna o problema do alinhamento uma das questões mais críticas da existência humana.

Nesse sentido, a obra destaca que a sobrevivência da humanidade pode depender das decisões que a geração atual tomar para moldar essas máquinas de forma benevolente. O debate, portanto, não é apenas teórico, mas uma necessidade prática de garantir que os alicerces da superinteligência sejam construídos com princípios que assegurem um futuro positivo.

Portanto, o conceito de superinteligência coloca em evidência a fragilidade da posição humana como inteligência dominante no planeta e a consequente necessidade de refletir sobre a coexistência com sistemas que, inevitavelmente, poderão ultrapassar nossas capacidades, devendo essa relação ser pensada em benefício da sociedade

2.3 Aplicações da Inteligência Artificial na sociedade e os potenciais danos causados

As aplicações da Inteligência Artificial (IA) permeiam o tecido social e econômico contemporâneo, ancoradas em sofisticados modelos teóricos que sustentam suas operações em diferentes setores.

No campo da saúde, a inteligência artificial transcende o auxílio diagnóstico e se posiciona como uma ferramenta fundamental para a medicina preditiva e personalizada. O aprendizado profundo (*deep learning*), uma subcategoria do aprendizado de máquina, utiliza redes neurais artificiais para analisar vastos volumes de dados não estruturados, como imagens médicas (radiografias, ressonâncias) e genomas completos. Algoritmos treinados nesses dados conseguem identificar padrões imperceptíveis a olho nu, permitindo a detecção precoce de cânceres, doenças cardiovasculares e até a identificação de doenças raras a partir de sequências genéticas. Além disso, a inteligência artificial é empregada na descoberta de fármacos, onde simula as interações entre moléculas para prever a eficácia e os efeitos colaterais de potenciais medicamentos, acelerando significativamente a fase de pesquisa.

O setor financeiro utiliza a inteligência artificial para refinar a análise de risco e a segurança das transações. Para a detecção de fraudes, o aprendizado não supervisionado é empregado para que algoritmos construam um modelo de comportamento transacional e, em seguida, sinalizem qualquer transação que se desvie significativamente desse padrão, identificando anomalias sem a necessidade de rotulagem prévia. Já no *trading* algorítmico, os sistemas operam como agentes racionais, que utilizam o aprendizado por esforço. Esses agentes aprendem a tomar decisões em milissegundos, analisando o mercado em tempo real e otimizando suas estratégias de compra e venda para maximizar lucros, com base em feedback contínuo. A Inteligência artificial também aprimora a concessão de crédito, processando uma

gama mais ampla de dados do que os modelos tradicionais para avaliar o risco de inadimplência, o que, embora possa aumentar a precisão, também levanta importantes questões éticas sobre vieses algorítmicos.

Na indústria, a inteligência artificial eleva a produtividade e a precisão a níveis sem precedentes. A manutenção preditiva, por exemplo, utiliza modelos de aprendizado de máquina para analisar dados de sensores (temperatura, vibração, ruído) de equipamentos industriais. Ao detectar padrões que indicam um desgaste iminente, a IA é capaz de prever falhas com antecedência, permitindo uma manutenção proativa que evita paralisações dispendiosas. No controle de qualidade, a visão computacional, uma área da IA, utiliza redes neurais profundas para inspecionar produtos em linhas de montagem, identificando defeitos microscópicos com velocidade e consistência superiores à inspeção humana. Na gestão da cadeia de suprimentos, a IA age como um agente de otimização, que processa dados de demanda, capacidade de produção e logística para tomar decisões em tempo real, garantindo a eficiência da produção ao consumidor final.

Por fim, no setor de transportes, a IA é a base para autonomia e eficiência. Veículos autônomos são exemplares do conceito de agentes inteligentes complexos, que integram dados de múltiplos “*percepts*” (câmeras, radar, LiDAR), e utilizam aprendizado profundo para tarefas como reconhecimento de objetos e planejamento de rota. Esses agentes devem tomar decisões em tempo real em cenários dinâmicos e imprevisíveis, levantando dilemas éticos que são de grande relevância para o campo jurídico. Em escala urbana, a inteligência artificial otimiza o fluxo de tráfego, analisando padrões de movimento para ajustar dinamicamente o tempo dos semáforos, enquanto na logística, algoritmos sofisticados resolvem problemas de roteirização complexos para frotas de entrega, economizando tempo e recursos de forma substancial.

A ascensão da inteligência artificial em ecossistemas sociais e econômicos, embora propulsora de inovações, é acompanhada por uma série de desafios intrínsecos, e potenciais danos que exigem análise crítica-científica da responsabilidade civil.

O primeiro e mais proeminentes desafios, reside no viés algorítmico e na discriminação sistêmica. A base teórica de modelos de aprendizado de máquina é a inferência estática a partir de *datasets* de treinamento. Quando esses *datasets*, refletem desigualdades e preconceitos históricos da sociedade, o algoritmo, ao aprender e otimizar padrões, pode internalizar e replicar esses vieses.

Destaca-se que esse viés, desafia o princípio constitucional da igualdade e não discriminação e desafia o disposto no artigo 3º, inciso IV, da CF/88¹⁴, que estabelece como objetivo fundamental da República a não discriminação.

Ocorre que, quando esse algoritmo de IA, treinado com dados enviesados, reproduz e reforça desigualdades em processo de seleção, avaliação de risco, por exemplo, há uma grande contrariedade ao mandamento constitucional supracitado, violando a isonomia formal e material dos cidadãos.

Outra questão de impacto socioeconômico é a disrupção do mercado de trabalho. A capacidade da IA de executar tarefas rotineiras, e em muitos casos, tarefas cognitivas complexas, leva à substituição do capital humano por automação. Esse fenômeno não se restringe à indústria, mas estende-se a setores de serviços e de conhecimento, levantando o espectro de um aumento no desemprego tecnológico. A implementação da inteligência artificial impõe uma pressão significativa sobre a requalificação da força de trabalho e a reestruturação de políticas sociais, exigindo uma adaptação complexa das estruturas educacionais e de emprego para mitigar as consequências. O desemprego tecnológico se choca com o princípio da dignidade da pessoa humana e a valorização do trabalho. O artigo 170 da Constituição Federal¹⁵ estabelece que a ordem econômica brasileira é fundada na "valorização do trabalho humano e na livre iniciativa", tendo por fim assegurar uma "existência digna". A substituição em larga escala de mão de obra humana por sistemas autônomos ameaça a estabilidade profissional, a subsistência e a dignidade dos trabalhadores, demandando uma reavaliação de como o Estado pode garantir proteção social e o direito ao trabalho em um cenário de automação crescente.

A coleta massiva de dados e a vigilância computacional representam um risco substancial à privacidade e à autonomia individual. Sistemas de IA são intrinsecamente projetados para processar e analisar vastos volumes de dados comportamentais, geográficos e biológicos, possibilitando um nível de monitoramento sem precedentes. A inferência de informações sensíveis a partir de padrões de dados de sensores ou mídias sociais pode levar a uma erosão da esfera privada e a criação de um ambiente onde a liberdade individual é comprometida pela

¹⁴ Art. 3º. Constituem objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil: [...] IV - promover o bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação.

¹⁵ Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios

constante análise e predição de comportamento, gerando uma concentração oligopolista do poder de monitoramento.

O dilema da responsabilidade civil emerge como uma questão jurídica e ética central com o advento de sistemas de decisão autônomos. Quando um agente autônomo, como um veículo sem motorista ou um sistema de diagnóstico médico, causar dano, a determinação da responsabilidade torna-se um desafio. A complexidade dos algoritmos de “caixa preta” (*black box*) dificulta o rastreamento do nexos causal entre a programação inicial e a ação final, criando uma lacuna de imputabilidade. O direito, nesse cenário, enfrenta a necessidade de reavaliar conceitos de responsabilidade civil e penal para acomodar a agência de entidades não-humanas.

O artigo 5º, inciso XXXV, da Constituição Federal ¹⁶assegura o acesso à justiça, no entanto, a dificuldade em atribuir responsabilidade legal a sistemas de inteligência artificial autônomos ameaça a efetividade da proteção judicial e o direito à reparação de danos.

Em termos de segurança, os vetores de ataque aprimorados por inteligência artificial, representam uma nova categoria de ameaças. A IA pode ser utilizada para orquestrar ataques cibernéticos de alta sofisticação, adaptando-se em tempo real para explorar vulnerabilidades. Adicionalmente, o uso de redes neurais generativas na produção de *deepfakes*¹⁷ e na personalização em larga escala de ataques de *phishing*¹⁸ mina a confiança na informação digital e no discernimento da realidade, configurando um risco significativo à segurança informacional e à integridade do discurso político, o que constitui uma violação direta ao artigo 5º, inciso X¹⁹, da Constituição Federal.

A disseminação de desinformação e a polarização social são efeitos colaterais das arquiteturas de IA que operam nas redes. Os algoritmos de recomendação, otimizados para maximizar o engajamento do usuário, tendem a criar “câmaras de eco” que reforçam vieses e

¹⁶ Art. 5º. Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes: [...] XXXV - a lei não excluirá da apreciação do Poder Judiciário lesão ou ameaça a direito

¹⁷ O termo *deepfake* denomina uma técnica que consiste na criação de conteúdos sintéticos (não reais), que podem ser áudios e imagens, produzidos com auxílio de inteligência artificial (IA). Na prática, são mídias artificiais geradas a partir de uma grande quantidade de arquivos reais de determinada pessoa e com uso de um algoritmo de aprendizado de máquina (Projeto Comprova, 2022).

¹⁸ *Phishing* é um tipo de ataque cibernético que usa e-mails, mensagens de texto, telefonemas ou sites fraudulentos para enganar as pessoas a compartilhar dados confidenciais, baixar [malware](#) ou se expor a crimes cibernéticos de outras formas (IBM, [s.d.]).

¹⁹ Art. 5º - X - são invioláveis a intimidade, a vida privada, a honra e a imagem das pessoas, assegurado o direito a indenização pelo dano material ou moral decorrente de sua violação;

limitam a exposição a perspectivas divergentes. Ao minar a coesão social e a capacidade de formação de consensos, esses sistemas de IA contribuem para a fragmentação da sociedade e manipulação da opinião pública, representando uma ameaça à saúde das democracias. Embora a Constituição garanta a livre manifestação do pensamento, previsto no artigo 5º, inciso IV²⁰, e a liberdade de expressão, inciso IX ²¹do referido artigo, a manipulação algorítmica da informação compromete a capacidade dos cidadãos de formar uma opinião pública informada e racional.

Por fim, insta pontuar o risco existencial da superinteligência, como postulado por Nick Bostrom, representa o dano potencial mais grave. O desenvolvimento de uma inteligência que supera a humana em todos os aspectos pode criar um “problema de alinhamento” intratável. Uma IA com a capacidade de automelhoria recursiva poderia rapidamente transcender o controle humano, e ao perseguir seus objetivos de forma otimizada, poderia inadvertidamente gerar consequências catastróficas para a humanidade. A ausência de um mecanismo robusto para garantir que os valores da IA se alinhem aos nossos representa uma ameaça fundamental e irreversível à nossa própria existência.

2.4 O desenvolvimento da Inteligência Artificial no contexto dos carros autônomos

Os veículos autônomos emergem como uma das manifestações mais tangíveis e promissoras da Inteligência Artificial. Tais veículos são engenhos automotores cujo comando é delegado a sistemas computacionais inteligentes, dotados da capacidade de aprendizado e de percepção de riscos, permitindo reações rápidas e a estrita observância das normas de trânsito. Operam através da utilização de equipamentos de navegação, como câmeras e GPS, para decifrar o ambiente circundante e deliberar sobre as ações de condução, prescindindo da intervenção humana.

A deliberação desses veículos é processada por meio de *machine learning* e redes neurais artificiais, que analisam vastos volumes de dados para replicar o comportamento humano. À medida que acumulam informações e tomam decisões, os sistemas se aperfeiçoam continuamente. A imprevisibilidade inerente ao trânsito torna a tecnologia de IA indispensável

²⁰ Art. 5º - IV - é livre a manifestação do pensamento, sendo vedado o anonimato;

²¹ Art 5º - IX - é livre a expressão da atividade intelectual, artística, científica e de comunicação, independentemente de censura ou licença;

para o desenvolvimento desses produtos, visto que se os programadores não conseguem prever todas as situações. Empresas de vanguarda tecnológica, como Tesla e Uber, figuram entre os principais investidores e desenvolvedores desta inovação.

A implementação dos carros autônomos já transcende o âmbito teórico em diversas localidades. Em 2025, de acordo com o autor Klaus Schwab, os carros autônomos corresponderão a cerca de 10% (dez por cento) dos automóveis em uso nos Estados Unidos. A filosofia subjacente a essa tecnologia é a de viabilizar cidades inteligentes e interconectadas, com o escopo primordial de elevar a segurança viária ao mitigar a falha humana. Os pontos positivos incluem maior segurança, maior mobilidade para idosos e pessoas com deficiências, e redução do estresse no trânsito.

Contudo, a propulsão para o avanço dos veículos autônomos não se restringe à segurança. Inclui-se o anseio por aumentar a produtividade dos usuários, que podem se dedicar a outras atividades durante o percurso. Há também um incentivo econômico substancial, especialmente para empresas de logística e transporte que visam a diminuição de custos com a mão de obra.

No entanto, o desenvolvimento inicial desta tecnologia não está isento de riscos. Os carros autônomos, em sua fase atual, são, em certas circunstâncias, mais suscetíveis a acidentes do que veículos tradicionais. Além dos defeitos mecânicos convencionais, os carros autônomos apresentam vulnerabilidades inerentes à sua automação, como: sensores imprecisos ou insuficientes; não reconhecimento de padrões; dificuldades em processar dados rapidamente; incapacidade de realizar manobras ou desviar de perigos; mudanças bruscas nos comandos de direção e vulnerabilidade a ciberataques. Menciona-se:

a) projetos que dependem de dados inadequados de sensores, incluindo quantidade insuficiente, imprecisão, precisão deficiente ou velocidade inadequada de entrada de dados; b) reconhecimento impreciso de padrões, tal como o VA [veículo autônomo] não ser capaz de reconhecer um pedestre na estrada ou outros obstáculos ou perigos futuros; c) projetos incapazes de executar manobras comuns de forma segura, como curvas, manobras de pista, manutenção de distâncias e fusão; d) outros problemas com o comportamento autônomo, como mudanças imprevisíveis na velocidade ou na direção; e) algoritmos de mitigação de colisão deficientes; f) vulnerabilidades de segurança da informação; g) defeitos decorrentes da inadequada coordenação humano-computador, como quando se alterna entre o modo autônomo e manual, devendo-se alertar o motorista antes de alternar para o modo manual e passar para o controle humano com segurança (Pinheiro; Borges; Mello, 2019, p. 258).

A evolução dos veículos autônomos suscita, não apenas benefícios relacionados à mobilidade e à segurança viária, mas também preocupações relevantes no campo jurídico, especialmente no que tange à privacidade, à proteção de dados e à prevenção de ataques cibernéticos que possam comprometer o controle do automóvel. O grau de automação, e

consequentemente de autonomia da inteligência artificial embarcada nesses sistemas, configura-se como elemento central para análise da responsabilidade civil, uma vez que a identificação do sujeito responsável pelos danos varia de acordo com a intervenção do condutor humano.

Neste sentido, a *Society of Automotive Engineers* (SAE), estabeleceu por meio da norma SAE J3016_201806, a classificação internacionalmente reconhecida dos veículos autônomos, que compreende seis níveis de automação, variando do nível 0, em que inexiste qualquer autonomia, ao nível 5, em que se alcança a automação completa. No nível 0, denominado *No Automation*, todas as funções de condução – como direção, aceleração e frenagem –, permanecem sob a responsabilidade integral do motorista, ainda que o veículo possa contar com sistemas de alerta ou tecnologias de assistência momentânea, como sensores de estacionamento ou câmeras de ré.

O nível 1, identificado como *Driver Assistance*, introduz a possibilidade de delegar ao sistema uma única função específica, como a direção ou a aceleração, cabendo ao condutor supervisionar permanentemente a atividade.

Já no nível 2, chamado *Partial Automation*, o sistema é capaz de desempenhar duas ou mais funções de forma simultânea e coordenada, como o controle de cruzeiro adaptativo aliado à manutenção de faixa. Ainda assim, exige-se do motorista constante atenção, com a obrigação de assumir o comando do veículo a qualquer momento.

O nível 3, ou *Conditional Automation*, marca uma transição significativa pois o sistema passa a realizar todas as funções de direção, monitorando o ambiente e tomando decisões complexas em determinadas circunstâncias. Contudo, a autonomia ainda é condicionada, na medida que o condutor deve estar disponível para intervir quando solicitado pela inteligência artificial.

O nível 4, denominado *High Automation*, expande a capacidade de atuação da máquina, permitindo que o veículo opere de maneira completamente autônoma, em cenários específicos e previamente delimitados, como zonas urbanas georreferenciadas ou condições de tráfego controladas, sem necessidade de intervenção humana nestes contextos.

Por fim, o nível 5, ou *Full Automation*, atinge a plena automação: o veículo é capaz de desempenhar todas as funções de condução em qualquer ambiente ou condição, tornando desnecessária a presença de um motorista. Nesse estágio, os ocupantes assumem a condição de meros passageiros, e o automóvel pode, inclusive, circular sem ninguém a bordo.

A progressão desses níveis evidencia que a autonomia veicular não se desenvolve de maneira linear e uniforme, mas depende da interação entre capacidade técnica, contexto de uso e intervenção humana. Tal circunstância é decisiva para o direito, pois a atribuição de responsabilidade civil diante de um sinistro automotivo varia conforme o nível de automação em que o veículo opera.

Conclui-se, portanto, que o desenvolvimento da inteligência artificial no contexto dos carros autônomos evidencia não apenas o potencial de transformação da mobilidade urbana e da segurança viária, mas também a emergência de novos riscos que desafiam o direito. A complexidade de decisões automatizadas em cenários imprevisíveis, aliada à possibilidade de falhas técnicas e dilemas éticos, demonstra que a evolução dessa tecnologia não pode ser dissociada da reflexão jurídica. Assim, a análise da responsabilidade civil surge como etapa indispensável para compreender de que forma o ordenamento jurídico poderá responder aos danos decorrentes da atuação desses sistemas, delimitando os sujeitos responsáveis e os fundamentos normativos aplicáveis.

3. RESPONSABILIDADE CIVIL NO CONTEXTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A ascensão da Inteligência Artificial representa um ponto de inflexão na história tecnológica, impactando profundamente diversas esferas sociais e econômicas. Embora seu potencial disruptivo seja evidente em setores como saúde, indústria e finanças, a crescente autonomia de sistemas inteligentes introduz um paradoxo crucial: ao mesmo tempo em que promove avanços sem precedentes, também gera riscos complexos e ainda pouco compreendidos. O desafio não reside apenas em regulamentar a tecnologia, mas em assegurar que a inovação não comprometa direitos fundamentais e a solidez das instituições democráticas.

A questão central diz respeito aos limites éticos e jurídicos da intervenção tecnológica, uma vez que a concentração de grandes volumes de dados nas mãos de numerosas entidades privadas e estatais pode gerar formas de controle social antes inimagináveis. Como afirmam Wermuth, Cardin e Wolowski (2021, p. 278-283), a violência física do passado, na contemporaneidade, tem sido agravada com a violência psíquica de exposição de dados pessoais capazes de compreender todo aspecto psicológico de um indivíduo, através de análises preditivas e comportamentais

Nesse cenário, a proteção de dados pessoais, já parcialmente resguardada pela Lei Geral de Proteção de Dados (Lei n.º 13.709/2018), mostra-se um marco relevante, mas insuficiente para enfrentar fenômenos mais sofisticados, como opacidade algorítmica, os vieses estáticos e a biopolítica digital.

A insuficiência desse aparato normativo é corroborada por episódios concretos, como o vazamento de dados de 87 milhões de usuários da rede social *Facebook* para a empresa *Cambridge Analytica*, que atuou na campanha eleitoral de Donald Trump, atingindo, inclusive, 443 mil brasileiros.

Como ressalta Diniz (2024), sempre houve suspeita que tais informações poderiam ser utilizadas de forma indevida, mas casos como esse tornaram ameaça palpável, demonstrando a vulnerabilidade estrutural diante do uso político e econômico da inteligência artificial.

Neste sentido, compreende-se que os sistemas legais e regulatórios atualmente vigentes ainda se mostram insuficientes para lidar adequadamente com as implicações éticas e jurídicas decorrentes dos vieses na Inteligência Artificial. Observa-se que o arcabouço normativo existente, em especial as legislações voltadas à proteção de dados, foi concebido com ênfase na tutela da privacidade, sem contemplar de forma efetiva a justiça e a equidade nas decisões automatizadas. Tal constatação evidencia a necessidade de atualização e aprimoramento das normas, de modo a assegurar um controle mais eficaz sobre os impactos discriminatórios ou injustos que podem emergir do uso de algoritmos. O chamado “dilema da responsabilidade” emerge justamente porque se torna difícil atribuir culpa quando um sistema de IA comete um erro, e o direito atual não oferece caminhos claros para determinar quem deve responder pelos danos.

É diante desse quadro que a responsabilidade civil, instituto central do Direito Privado, ganha relevo. Tradicionalmente estruturada sobre a verificação de conduta, dano e nexo causal, sua aplicação foi concebida em um cenário em que as ações humanas constituíam o ponto de partida para a imputação de responsabilidade. O advento da Inteligência Artificial, contudo, inaugurou um novo campo de desafios. A autonomia conferida a máquinas e sistemas inteligentes, notadamente em casos de veículos autônomos e outras tecnologias emergentes, evidencia a insuficiência das categorias clássicas da responsabilidade civil.

Assim, a responsabilidade civil diante da Inteligência Artificial, encontra-se em processo de redefinição conceitual e prática. A autonomia das máquinas impõe novos contornos à tradicional relação entre conduta, dano e nexo causal, exigindo respostas jurídicas inovadoras. Neste cenário, torna-se indispensável examinar o desafio da atribuição de responsabilidade e as

tendências que se delineiam na aplicação do instituto frente às novas tecnologias, a fim de identificar caminhos para a compatibilização entre inovação e segurança jurídica.

3.1 Princípios e critérios de responsabilização aplicáveis

No presente capítulo, rememora-se os elementos clássicos da responsabilidade civil tratados anteriormente, levando em consideração que a autonomia dos sistemas de IA embarcada exige calibrar o fundamento de imputação conforme o grau de automação: a própria classificação internacional, também já trabalhada, permite diferenciar o regime aplicável de acordo com a autonomia do veículo.

Há duas ponderações iniciais necessárias. Primeiro, verifica-se que há defeitos comuns tanto a veículos convencionais quanto aos dotados de automação, como falhas mecânicas ou físicas em sistemas e itens de segurança; uso de peças falsificadas, usadas e inadequadas; implementação de componentes incompatíveis com o projeto; baixo desempenho ou durabilidade e mau uso pelo proprietário, entre outros fatores. Segundo, tem-se que os veículos autônomos apresentam problemas próprios, como sensores imprecisos, não reconhecimento de padrões, dificuldade de obtenção, processamento de dados em tempo hábil, limites de manobra e de evasão de perigo, variações abruptas em comandos básicos (direção, aceleração, frenagem, marcha à ré) e vulnerabilidade a ciberataques. Essas especificidades impactam o enquadramento da responsabilidade civil (Santana; Meirelles, 2022, p. 13).

A análise da atribuição da responsabilidade civil no contexto dos carros autônomos parte de diversas teorias de acordo com os níveis automotivos.

Além da culpa, o ordenamento pátrio brasileiro trata de teorias que independem de elemento subjetivo, como a teoria do risco da atividade, a responsabilidade por defeito do produto, ou, até mesmo, a criação de uma personalidade jurídica para a IA.

Inicialmente, quando se trata da culpa, torna-se irrazoável discutir a culpa da inteligência artificial em si, que não é sujeito de direito e é inimputável. Ainda, exigir da vítima provar a culpa de algum dos agentes da cadeia de fornecimento, seria um ônus praticamente impossível.

Nos níveis um e dois de autonomia, o condutor ainda é responsável pela supervisão do sistema de IA, devendo intervir e assumir o controle quando ordenado pelo sistema. Nesse sentido, a análise da responsabilidade está voltada, necessariamente, à figura do condutor, que deve reagir a eventuais problemas no funcionamento do sistema de IA.

Já 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 requisitado

pelo sistema, portanto, se não agir, ou agir incorretamente, pode ser responsabilizado subjetivamente, haja vista a presença de culpa.

Nesse sentido, no que tange os carros autônomos que ainda possuem a figura de um condutor de segurança, Filipe Medon (2020, p. 158-250) defende que não se aceita a responsabilidade pelo risco criado. Portanto, o condutor poderá ser enquadrado na *culpa in vigilando* ou *in eligendo*, conforme, respectivamente, ele não reagir à necessidade de intervir, ou se ativar o sistema de IA em situações desaconselháveis ou proibidas.

Quando é necessário que o condutor esteja atento o tempo todo ao funcionamento do sistema de IA (nos níveis um e dois de autonomia) ou pronto para assumir o controle, caso seja solicitado (no nível três de autonomia), pode-se argumentar que o risco envolvido é praticamente o mesmo que observamos atualmente na condução de veículos não automatizados. Assim como nos automóveis tradicionais, espera-se que o motorista mantenha atenção constante ao volante. Esse é mais um argumento a favor da não aplicação dessa regra aos veículos de baixa autonomia. Ou seja, em veículos autônomos em que a IA tem papel coadjuvante, deve ser considerada a culpa como fundamento da responsabilidade civil do condutor, ressalvados os casos de defeito do produto, em que se falará da responsabilidade objetiva por fato do produto, de acordo com o Código de Defesa do Consumidor (CDC).

Contudo, após a classificação de nível três, o veículo autônomo já não mais apresenta condutor, não havendo uma pessoa responsável pelo automóvel. Nesse sentido, não há como manter a culpa como premissa de imputação nesses automóveis, pois significa atribuir à vítima o ônus de comprar a imperícia, negligência ou imprudência de um sistema de inteligência artificial altamente complexo, e que não possui personalidade jurídica. Somente poderá considerar a culpa como fundamento em carros classificados nos níveis 4 e 5 se, havendo um motorista, ele escolher assumir a direção de controle, tornando-se o condutor. Isto pois, quando o veículo autônomo não conseguir operar sob determinada condição, ele desligará o sistema de IA, e se, nessa hipótese, o condutor humano escolher assumir a direção, estará sujeito à culpa como fator de imputação, conforme leciona Soares (2019, p. 161).

Nesse sentido, levando em consideração a ausência de um condutor humano nos carros com autonomia em nível 4 e 5, a análise da responsabilidade objetiva nesse contexto se torna imprescindível, visto que empresa desenvolvedora do sistema de IA assume a responsabilidade pelo risco inerente ao funcionamento do seu produto, independentemente de culpa. Essa configuração reflete o risco e a necessidade de proteção ao consumidor, pois, ao utilizar um

produto de alta complexidade como um carro autônomo, o usuário não pode ser considerado responsável por falhas que escapam de seu controle.

Além disso, a aplicação da responsabilidade objetiva nesses níveis de autonomia encontra fundamento no princípio da proteção ao consumidor, reforçado pelo Código de Defesa do Consumidor.

A teoria do risco da atividade, aplicada de forma geral, reconhece que os fornecedores que colocam veículos autônomos em circulação assumem os riscos inerentes à operação desses sistemas, devendo responder por eventuais danos causados a terceiros. Essa abordagem protege tanto os usuários quanto terceiros, ao garantir que a reparação seja viável sem a necessidade de provas complexas sobre a culpa ou a falha do condutor, que, neste caso, simplesmente não existe (Capa, 2021, p. 47-48).

Levando-se em conta, ainda, que o risco da atividade é variável de acordo com o nível de autonomia, a teoria da responsabilidade objetiva é adequada, pois considera a existência de risco real, ainda que reduzido, sem que a imprevisibilidade da tecnologia exime o fornecedor da obrigação de indenizar. Neste aspecto, relaciona-se com o tema, a responsabilidade por produtos postos em circulação, prevista no art. 931 do Código Civil²².

Considerando que o termo “empresa” abrange tanto as sociedades empresárias quanto as empresas individuais de responsabilidade limitada, e que o conceito de “produto”, nos termos do art. 3º²³ do Código de Defesa do Consumidor, compreende “qualquer bem, móvel ou imóvel, material ou imaterial”, não se apresenta dificuldade em enquadrar, sob a ótica legal, os veículos autônomos comercializados por essas empresas.

No que tange à responsabilidade objetiva, prevista no art. 927, parágrafo único, do Código Civil, já mencionada durante o decorrer deste projeto, diferencia-se pelo fato de que a

²² Art. 931. 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.

²³ Art. 3º Fornecedor é toda pessoa física ou jurídica, pública ou privada, nacional ou estrangeira, bem como os entes despersonalizados, que desenvolvem atividade de produção, montagem, criação, construção, transformação, importação, exportação, distribuição ou comercialização de produtos ou prestação de serviços.

§ 1º Produto é qualquer bem, móvel ou imóvel, material ou imaterial.

§ 2º Serviço é qualquer atividade fornecida no mercado de consumo, mediante remuneração, inclusive as de natureza bancária, financeira, de crédito e securitária, salvo as decorrentes das relações de caráter trabalhista.

responsabilidade por produtos postos em circulação aborda o risco proveito, e a responsabilidade objetiva engloba o risco criado.

O risco proveito refere-se à atividade que gera um benefício direto para quem a exerce, assumindo um risco inerente. Já o risco criado, concentra-se no potencial de causar danos a terceiros, independentemente do benefício para quem realiza a atividade, ou seja, o agente não precisa obter proveito direto para que enseje a responsabilidade civil.

Assim, no âmbito da presente pesquisa, o risco proveito se mostra como alternativa palpável para fundamentar a responsabilidade dos fornecedores em casos de acidentes envolvendo carros autônomos níveis 4 e 5. Isto pois, uma empresa que produz tais carros, obtém lucro (proveito) com a venda destes, mas, ao colocar esses carros em circulação, assume o risco dos danos decorrentes das falhas no sistema de IA.

Insta salientar que a introdução de carros autônomos no mercado já é, por si só, uma atividade de risco, sendo variável de acordo com seu grau de autonomia. Justamente pela possibilidade de falhas nos sistemas, ataques cibernéticos e falhas acontecerem que fogem do controle humano.

Ambas as teorias (responsabilidade civil objetiva pelo risco gerado e responsabilidade por produtos postos em circulação) tratam de responsabilidades civis objetivas, com fundamento no risco, mas, a diferenciação reside no fato de que, enquanto um baseia-se no risco do produto, a outra pauta-se no risco da atividade.

Como os carros autônomos são produtos que geram certo risco, é mais apropriado trabalhar a premissa de imputação sendo a responsabilidade objetiva do empresário fornecedor pelos produtos postos em circulação.

Em consonância, a Resolução do Parlamento Europeu de 20 de outubro de 2020, reconheceu a necessidade de regulamentar de maneiras diferentes, de acordo com os riscos diferentes que cada nível de autonomia causa:

Reconhece que o tipo de sistema de IA sobre o qual o operador exerce controlo é um fator determinante para a atribuição de responsabilidade; observa que um sistema de IA que implique um risco elevado inerente e aja de forma autónoma representa, potencialmente, um risco muito superior para o público em geral; considera que, com base nos desafios jurídicos que os sistemas de IA representam para os atuais regimes em matéria de responsabilidade civil, se afigura razoável estabelecer um regime comum de responsabilidade objetiva para esses sistemas de IA autónomos de alto risco; sublinha que essa abordagem baseada nos riscos, que pode abranger vários níveis de risco, se deve basear em critérios claros e numa definição adequada de alto risco e oferecer segurança jurídica (Parlamento Europeu, 2020).

Concluindo a análise da responsabilidade civil no contexto dos veículos autônomos, observa-se que a evolução das tecnologias de inteligência artificial demanda uma adaptação das normas jurídicas, especialmente no que se refere à imputação da responsabilidade.

Como demonstrado, nos três primeiros níveis, havendo a figura de um condutor, o critério de imputação da responsabilidade civil estará centrado no elemento culpa, enquanto que nos níveis de autonomia mais elevados (4 e 5), a ausência de um condutor humano implicará a necessidade de uma responsabilidade objetiva.

Contudo, em todos os níveis de autonomia, permanecem ressalvadas as hipóteses de casos de defeito no produto, sendo fundamental para garantir a proteção do consumidor e assegurar que as falhas no sistema de IA sejam atribuídas ao fornecedor.

Conforme dispõem os artigos 12 e 14 do Código de Defesa do Consumidor, o fornecedor é responsável independentemente de culpa por defeitos relativos ao projeto, à produção ou à informação sobre produtos ou serviços. O conceito de fornecedor abrange toda a cadeia de fornecimento, incluindo fabricante, montador, desenvolvedor de software, distribuidor, entre outros. Para o consumidor, todos esses agentes se consideram solidariamente responsáveis, devido à natureza dessa responsabilidade.

Tal relação de consumo seria mais evidente ainda, se, com a evolução e desenvolvimento dos carros autônomos, seu uso fosse empregado para serviços de aplicativo, pois, assim, o requisito de haver uma relação de consumo no trânsito de veículos quase sempre estaria preenchido, ainda que a vítima do acidente não fosse o consumidor do serviço de transporte, uma vez que o art. 17²⁴ do Código de Defesa do Consumidor equipara o consumidor a todas as vítimas do evento danoso.

A responsabilidade do fornecedor, no contexto do Código de Defesa do Consumidor, está fundamentada no risco que ele assume ao disponibilizar um produto ou serviço no mercado. De acordo com Medon (2020, p. 158-250), esse risco não é o habitual ou inerente à sua atividade, mas sim um risco "adquirido", ou seja, um risco anômalo, que ultrapassa as expectativas normais associadas à sua atividade. Essa responsabilidade objetiva do fornecedor é vinculada ao fato do produto ou serviço, que pode apresentar falhas que não são esperadas dentro dos padrões da atividade.

²⁴ Art. 17. Para os efeitos desta Seção, equiparam-se aos consumidores todas as vítimas do evento.

O CDC, em seu artigo 12, § 1º, define que o defeito ocorre quando o produto não oferece a segurança que dele se espera, levando em conta não apenas a utilização regular, mas também os riscos razoáveis que o consumidor pode antecipar.

Essa interpretação amplia a proteção ao consumidor, pois considera um risco além do esperado, colocando a responsabilidade sobre o fornecedor em caso de falhas de segurança nos produtos ou serviços.

Nesse sentido, afirma Tartuce (2021) que “como a responsabilidade objetiva consumerista é especificada em lei, não se debate a existência ou não de atividade de risco”. Portanto, excetuadas as excludentes de responsabilidade civil, caso haja o incorreto funcionamento do sistema inteligente, ou, ainda, algum problema físico, como uma falha nos freios, seria atribuída a responsabilidade ao fornecedor, causando uma ampla incidência do CDC.

No sistema de proteção ao consumidor, o defeito é, de fato, presumido, cabendo ao fornecedor a tarefa de provar sua inexistência (art. 12, § 3º, II²⁵), o que, na maioria das vezes, é uma tarefa difícil de ser realizada. A inversão do ônus da prova se dá porque a vítima de um acidente de consumo não possui a expertise técnica necessária para produzir a prova (Pinheiro, 2019, p. 247-267).

Contudo, há situações em que não se aplicaria tal princípio como critério de imputação da responsabilidade civil. Isso ocorre, por exemplo, quando a aquisição do veículo autônomo tem como objetivo o incremento de uma atividade comercial, e não há uma vulnerabilidade do consumidor envolvido.

²⁵ 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, apresentação ou acondicionamento de seus produtos, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua utilização e riscos [...] § 3º O fabricante, o construtor, o produtor ou importador só não será responsabilizado quando provar: [...]

Art. 14. O fornecedor de serviços responde, independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos relativos à prestação dos serviços, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua fruição e riscos.

Art. 38. O ônus da prova da veracidade e correção da informação ou comunicação publicitária cabe a quem as patrocina.

Da mesma forma, em cenários em que os carros autônomos, mesmo pertencentes a empresas fornecedoras de transporte, não estejam em serviço – ou seja, não estejam transportando passageiros nem a caminho de fazê-lo –, a relação de consumo é afastada.

Além disso, a responsabilidade do fornecedor também pode ser excluída se o defeito no veículo for decorrente de falha na manutenção ou atualização do software, desde que o consumidor tenha sido devidamente informado sobre os riscos envolvidos e tenha contribuído para o dano, uma vez que o CDC exige que o fornecedor adote todas as medidas necessárias para garantir a segurança do produto ou serviço. Essas exceções são essenciais para limitar a aplicação do CDC em contextos em que não há a típica vulnerabilidade do consumidor ou quando o risco é atribuído ao comportamento do próprio usuário.

Em suma, para aplicação da responsabilidade civil no contexto dos veículos autônomos, considera-se as especificidades dos sistemas de inteligência artificial (IA) embarcados e a variação do grau de autonomia. Para os veículos autônomos de níveis 1 a 3, a responsabilidade recai sobre o condutor, seja pela culpa *em vigilando* ou *em eligendo*, dependendo de sua intervenção no funcionamento do sistema. Nos níveis de autonomia 4 e 5, em que o veículo opera sem a presença de um condutor, a responsabilidade passa a ser objetiva, recai sobre o fornecedor do sistema de IA, e se baseia no risco criado pela atividade de colocar no mercado um produto tão complexo e imprevisível.

A aplicação do Código de Defesa do Consumidor (CDC) é central na proteção dos usuários, especialmente ao considerar que a responsabilidade do fornecedor é objetiva e está ligada ao risco do produto. Assim, quando o defeito é relacionado ao produto ou ao serviço, o fornecedor assume a responsabilidade, independentemente de culpa, garantido que a falha no sistema de IA seja atribuída à empresa fornecedora.

Embora existam exceções, como nos casos em que a falha é atribuída à falta de manutenção ou à intenção de fins comerciais, a lógica geral aponta para a responsabilidade objetiva do fornecedor, refletindo a evolução tecnológica e a necessidade de adaptação das normas jurídicas a esse novo cenário de mobilidade.

3.2 A eficácia ou ineficácia da criação da personalidade jurídica para a inteligência artificial

A questão da criação de personalidade jurídica para a inteligência artificial (IA) é um tema de ascensão no campo do direito, principalmente no que tange à responsabilidade civil. A

discussão envolve desde a atribuição de direitos e deveres a agentes artificiais, até o impacto da IA no ordenamento jurídico tradicional.

A personalidade jurídica é um conceito fundamental no direito, definindo a capacidade de um ente de ser sujeito de direitos e deveres. Tradicionalmente, a personalidade jurídica está atrelada às pessoas naturais e às pessoas jurídicas, com as primeiras adquirindo essa qualidade automaticamente com o nascimento, conforme preceitua o art. 2º do Código Civil, e as últimas, adquirindo-a por meio de um ato jurídico formal, como a constituição de uma empresa. No entanto, com o avanço da inteligência artificial, e a crescente autonomia das máquinas, surge a discussão sobre a possibilidade de conceder personalidade jurídica a agentes artificiais.

O argumento de que a IA poderia possuir personalidade jurídica é fundamentado na sua capacidade de agir de forma autônoma, e realizar tarefas que, até recentemente, eram exclusivas dos seres humanos. Ocorre que, para ser considerado sujeito de direitos, um ente precisa ter aptidão de assumir obrigações e direitos, o que, em teoria, poderia ser transferido para a IA caso se prove que ela tem a capacidade de atuar como um sujeito de direito. Nesse sentido, a IA poderia ser dotada de personalidade jurídica, para ser responsabilizada por atos que causam danos a terceiros, como se fosse uma pessoa jurídica, com a responsabilidade sendo atribuída diretamente a ela.

A proposta da União Europeia, refletida no "*Draft Report With Recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics*" (2017) sugere a criação de uma "personalidade eletrônica" (*e-personality*) para agentes inteligentes. Essa proposta visa facilitar a reparação das vítimas de danos causados por robôs e outras formas de IA reconhecendo a responsabilidade dos agentes artificiais de maneira mais autônoma. Por outro lado, a IA não possui os atributos essenciais de uma pessoa jurídica, e sua autonomia não é análoga a de pessoa jurídica, uma vez que não há pessoas que a compõem e representem, não podendo, portanto, ser capaz que compreender e internalizar questões morais, éticas, ou de consciência, atributos que, em geral, são considerados necessários para conceder direitos e deveres no campo jurídico.

Ao tratarmos da responsabilidade civil, quando ocorre um dano causado por uma pessoa jurídica, a responsabilidade recai sobre ela, mas essa responsabilidade é imputada às pessoas físicas que a representam ou controlam. Já no caso da IA, a discussão gira em torno de como a responsabilidade seria atribuída, uma vez que a máquina não possui tais qualidades, mas age de acordo com o que foi programado ou aprendido pelos dados.

Esse posicionamento é reforçado por Rafael Dresch e Alexandre Schmitt (2021, p. 67-83), que argumentam que, mesmo em sistemas com aprendizado de máquina avançado, a IA

não pode ser considerada autônoma. Para tais autores, a IA ainda é objeto de direito, e as responsabilidades civis devem ser atribuídas aos humanos envolvidos no seu desenvolvimento e utilização.

Da mesma forma, Mafalda Miranda Barbosa (Barbosa, 2021, p. 1482) também reflete que, por mais sofisticados que sejam os robôs, sua autonomia é meramente tecnológica e algorítmica, não se comparando à liberdade e à capacidade de ação ética dos seres humanos.

A discussão sobre a responsabilidade civil, como já trabalhado, gira em torno de como imputar a responsabilidade pelos danos causados por robôs e sistemas autônomos. Destarte, há resistência em se reconhecer os direitos e obrigações da IA, do mesmo modo, conforme os doutrinadores citados, a utilidade dessa inovação não parece ser significativa, pois, o cenário em que a IA constitua o patrimônio que possa ser alvo em uma demanda reparatória, se mostra quase impossível. Assim, quem responderia pelos danos, na prática, ainda seria seu representante legal, sendo o proprietário do carro ou fabricante, que, conforme discorrido no tópico anterior, já seria responsabilizado por fatores de imputação da responsabilidade civil já existentes no ordenamento brasileiro.

3.3 Análise da legislação estrangeira acerca do tema

A regulamentação de veículos autônomos é um campo jurídico em constante evolução, marcado pela busca por equilíbrio entre inovação tecnológica e proteção de direitos civis, incluindo a segurança no trânsito e a definição da responsabilidade em si. A análise das legislações de diferentes países sobre esse tema revela uma abordagem diversificada, refletindo as peculiaridades de cada jurisdição e os desafios próprios relacionados à implementação dessa tecnologia disruptiva.

Nos Estados Unidos, o cenário regulatório é fragmentado, com a regulação dos veículos autônomos sendo predominantemente de competência estadual, tendo como base o diploma federal *Uniform Vehicle Code* (Mendes, 2019, p. 47). Desde o início do ano de 2010, estados como Nevada, Califórnia, Michigan e Arizona têm sido pioneiros na autorização para testes de veículos autônomos, cada um com suas especificidades em termos de requisitos de segurança e regulamentações para os testes. A Administração Nacional de Segurança no Tráfego Rodoviário (NHTSA) tem desempenhado um papel importante na criação de diretrizes federais que visam harmonizar a regulamentação em nível nacional, embora essas diretrizes ainda não sejam leis vinculativas. A NHTSA emitiu orientações como a "Visão para a Segurança: Sistemas de Direção Automatizada 2.0" em 2016, e subsequentemente as versões 3.0 e 4.0,

buscando estimular a inovação tecnológica enquanto assegura a segurança dos usuários da via (NHTSA, 2016; NHTSA, 2017; NHTSA, 2020).

Em termos de responsabilidade civil, a legislação nos Estados Unidos ainda enfrenta desafios significativos. Tradicionalmente, a responsabilidade em acidentes de trânsito recai sobre o motorista, e com os carros autônomos ela precisou ser redefinida. Neste sentido, a responsabilidade pode ser atribuída ao fabricante do veículo, ao desenvolvedor do software ou até ao proprietário do veículo, especialmente onde o carro autônomo foi modificado de maneira não autorizada. Um exemplo disso é a Assembly Bill 69, aprovada em Nevada, que estabelece que os fabricantes devem manter seguros para cobrir danos causados pela operação de carros autônomos. No entanto, tal responsabilidade pode ser limitada se o veículo for modificado por terceiros (Assembly Bill 69, 2017). Esse modelo de responsabilidade se torna ainda mais complexo devido ao uso de tecnologias de aprendizado de máquina como o *deep learning*. Os algoritmos que alimentam os carros autônomos estão em constante aprimoramento, o que significa que nem sempre é possível identificar com precisão qual foi a falha que resultou em um acidente. Isso sugere que, em alguns casos, pode ser impossível determinar a origem da falha ou quem deve ser responsabilizado, criando uma lacuna jurídica que precisa ser preenchida.

A abordagem da NHTSA, embora progressista, é limitada em termos de poder regulatório. Como observam diversos especialistas, a regulamentação federal, especialmente em temas complexos como a definição de motorista (uma figura central no atual Código de Trânsito), ainda está aquém das necessidades do setor. A NHTSA, por exemplo, teve que reinterpretar a definição de “motorista” para lidar com a realidade dos carros autônomos. Em 2016, a NHTSA respondeu a uma consulta do Google, afirmando que, no caso de seus carros autônomos, o “motorista” deveria ser o sistema de direção autônoma (SDS), e não o ocupante do veículo. Essa flexibilidade demonstra a disposição do governo federal em adaptar as normas para acompanhar o avanço tecnológico, mas também levanta questões sobre clareza e a estabilidade das regulamentações, que podem ser difíceis de acompanhar para os fabricantes e consumidores (NHTSA, 2016).

Em 2019, o estado do Arizona, nos Estados Unidos, registrou o primeiro caso fatal envolvendo um pedestre atropelado por um carro autônomo. Após o incidente, os testes com veículos autônomos foram suspensos na região por alguns meses, sendo retomados posteriormente. Já em 2013, a legislação do estado do Arizona exigia que, antes do início dos

testes, os responsáveis apresentassem ao departamento de trânsito uma garantia ou seguro no valor de 5 milhões de dólares (Arizona HB 2167, 2013).

Posteriormente, em 2020, o legislativo do Arizona aprovou uma emenda que trata da segurança na direção de veículos autônomos, tanto de autonomia parcial quanto total. A emenda proíbe a substituição de dispositivos de segurança nos veículos autônomos, estipulando que é vedada a alteração do programa de computador do veículo, bem como de suas partes mecânicas (Arizona HB 2060, 2020).

Já a legislação da União Europeia tem avançado consideravelmente em relação aos veículos autônomos, com um foco substancial na responsabilidade civil, no desenvolvimento ético e nas diretrizes para os Estados-Membros. Em 2017, o Parlamento Europeu adotou a Resolução n.º 2015/2103 (INL) que recomendou uma abordagem harmonizada para os aspectos legais relativos à robótica e à inteligência artificial, incluindo, os veículos autônomos. A resolução propôs que os legisladores da União Europeia estabeleçam regras claras sobre a responsabilidade civil, especialmente em casos envolvendo danos causados por sistemas automatizados, como os carros autônomos.

Além disso, a resolução recomendou a implementação de um regime de seguros obrigatório para carros autônomos, visando garantir que as seguradoras sejam responsáveis por indenizar vítimas de acidentes causados por esses veículos. No entanto, deixou claro que a implementação desses regimes de seguro e a definição mais detalhada das responsabilidades devem ser analisadas pelos legisladores à medida que a tecnologia evolui.

Tais iniciativas visam criar uma base legal sólida para a utilização dos veículos autônomos, garantindo uma regulamentação que não apenas proteja os direitos dos cidadãos, mas também incentive a inovação dentro de um quadro jurídico seguro e ético. Em termos gerais, o foco da legislação europeia é estabelecer princípios éticos para a inteligência artificial e robótica, promovendo a transparência, a proteção de dados pessoais e a prevenção de discriminação, além de considerar a atribuição de responsabilidade para os atos desses sistemas inteligentes.

A mais recente atualização na legislação da União Europeia sobre veículos autônomos foi a Resolução 2020/2014 (INL), aprovada em outubro de 2020. Essa resolução foca especificamente na responsabilidade civil aplicável à inteligência artificial, incluindo os veículos autônomos, e oferece recomendações importantes para os Estados-Membros da União Europeia sobre como abordar essa questão ao criar regulamentos nacionais. Um dos principais pontos abordados foi a necessidade de um regime de seguro obrigatório, voltado

especificamente para os sistemas de IA dos carros autônomos, com a tendência de aplicação de responsabilidade objetiva. A resolução aponta também que, devido à opacidade dos sistemas de IA, pode ser difícil identificar a responsabilidade exata nos casos de acidentes, tornando necessário um regime de seguros mais robustos para garantir que as vítimas recebam indenização adequada.

3.4. Caso Uber no Arizona: o julgamento da responsabilidade civil nos acidentes decorrentes dos carros autônomos

Em 2018, o estado do Arizona foi palco de um dos primeiros incidentes fatais envolvendo um carro autônomo. Um veículo da empresa *Uber*, em teste de sua tecnologia de direção autônoma, atropelou fatalmente uma ciclista, Elaine Herzberg, enquanto atravessava uma rua no final da noite em Tempe, Arizona.

A *Uber* havia retirado o motorista de segurança do volante, acreditando que o sistema autônomo seria capaz de lidar com todas as situações de direção. No entanto, o acidente expôs lacunas nas tecnologias de percepção e decisão dos carros autônomos, além de levantar questões sobre a responsabilidade de empresas como a *Uber* no desenvolvimento seguro dessas inovações.

No caso em questão, a investigação concluiu que a *Uber* não havia preparado adequadamente o sistema de direção autônoma para lidar com obstáculos imprevistos, como a presença de um pedestre na vida. Além disso, o software não foi projetado para reconhecer e agir de maneira adequada em uma emergência, o que gerou críticas sobre os protocolos de segurança da empresa.

Em 2020, a motorista de segurança, Rafaela Vasquez, foi acusada de homicídio involuntário, ou culposos, pois estava sendo considerada responsável pelo acidente devido à falta de atenção enquanto a tecnologia de direção autônoma estava em operação. A situação foi vista como um alerta para a necessidade de maior regulamentação e testes rigorosos para esses veículos antes da sua implementação em larga escala.

Recentemente, em 2023, segundo o relatório do *The Guardian* (*The Guardian*, 2023), a *Uber*, embora tenha sido exonerada de um processo criminal, ainda enfrenta críticas pela forma como lidou com o teste da tecnologia e a responsabilidade pela morte de Herzberg. A conclusão dos promotores foi de que a empresa não deveria ser responsabilizada criminalmente, mas o caso continua a ser um marco na regulamentação de veículos autônomos e suas implicações para a sociedade.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento da inteligência artificial, particularmente nos veículos autônomos, representa um marco tecnológico de grande relevância, cujas implicações transcendem o âmbito da inovação, estendendo-se ao campo jurídico e social. O objetivo deste trabalho foi investigar a responsabilidade civil por danos causados por carros autônomos, abordando as questões legais, éticas e sociais que surgem com a implementação desta tecnologia, e propondo soluções para adaptar o ordenamento jurídico à nova realidade trazida por esses avanços.

No primeiro capítulo, abordou-se a responsabilidade civil, seu conceito, funções e as modalidades subjetiva e objetiva que estruturam o direito brasileiro. A partir da análise da doutrina e da legislação vigente, elucidou-se que, enquanto a responsabilidade subjetiva se baseia na culpa do agente, a responsabilidade objetiva busca responsabilizar pela simples ocorrência do dano, independentemente de culpa, em atividades consideradas de risco. O capítulo evidenciou, ainda, que a responsabilidade objetiva, embora tradicionalmente voltada para áreas como o direito do consumidor e atividades perigosas, poderia ser a forma mais adequada de lidar com os danos causados por carros autônomos. A análise conclui que a responsabilidade civil, no contexto dos veículos autônomos, deve ser abordada de forma flexível com a adaptação das normas para lidar com as complexas situações em que a autonomia da máquina pode envolver falhas técnicas ou decisões imprevistas.

O segundo capítulo focou nas características dos carros autônomos e nas questões jurídicas que emergem com sua implementação, especialmente no que se refere à responsabilidade civil. A análise revelou que, embora a promessa de maior segurança no trânsito seja significativa, os veículos autônomos ainda apresentam falhas tecnológicas, como imprecisão nos sensores e vulnerabilidade a ataques cibernéticos, que aumentam a complexidade das decisões jurídicas. A responsabilidade, nesse contexto, não pode ser exclusivamente atribuída aos motoristas ou proprietários dos veículos, mas deve englobar os desenvolvedores da tecnologia, fabricantes dos sistemas autônomos e, em algumas situações, os próprios sistemas inteligentes responsáveis pela tomada de decisões durante um acidente. Além disso, a falta de uma regulamentação específica sobre o uso de veículos autônomos no Brasil exige que o direito seja dinâmico e se adeque rapidamente para cobrir as lacunas existentes, quando a nova modalidade de tecnologia for implementada no país.

No terceiro capítulo, foi discutido o impacto da inteligência artificial na responsabilidade civil, especificamente em acidentes envolvendo carros autônomos. A análise

demonstrou que a complexidade dos sistemas autônomos e a falta de transparência em suas decisões frequentemente denominadas “caixa preta” tornam a determinação do nexo causal um desafio significativo. Embora o Código Civil Brasileiro preveja a responsabilidade objetiva em casos de atividade de risco, o capítulo destacou que é fundamental um aperfeiçoamento das leis, com a introdução de normas que considerem as particularidades da inteligência artificial, especificamente a cadeia de agentes envolvidos, e o banco de dados que os alimentam. A responsabilidade civil, neste cenário, não deve ser apenas uma questão de quem estava no controle do veículo, justamente pois há carros autônomos de autonomia elevada que dispensam a presença de condutor, e sim, envolver análise do funcionamento do sistema e a eventual falha no desenvolvimento da tecnologia.

Este estudo sobre a responsabilidade civil por danos causados por carros autônomos trouxe à tona questões fundamentais para a adaptação do direito brasileiro à era da inteligência artificial. Constatou-se que a responsabilidade civil deve ser ajustada conforme dos diferentes níveis de autonomia desses veículos. Nos níveis de 0 a 3, em que o condutor ainda exerce o controle sobre o veículo, a responsabilidade é subjetiva e recai sobre o motorista. Já nos níveis 4 e 5, no qual a autonomia do veículo é total, ou quase total, a responsabilidade passa a ser objetiva, e, conforme demonstrado no trabalho, a teoria do risco pela circulação do produto se mostra a mais pertinente para responder nestes casos. Nesse contexto, a responsabilidade recai sobre os desenvolvedores e fabricantes dos sistemas autônomos, que devem garantir que os produtos colocados no mercado estejam em conformidade com padrões rigorosos de segurança.

Apesar do aprofundamento teórico e jurídico empreendido, reconhece-se que o presente estudo não esgota a complexidade do tema, especialmente diante da natureza dinâmica e multifacetada da inteligência artificial aplicada aos veículos autônomos. Permanecem lacunas relevantes a serem exploradas por pesquisas futuras, como a responsabilidade em situações de ataques cibernéticos que resultem na manipulação do sistema de condução, bem como o uso indevido da tecnologia em cenários bélicos, nos quais veículos autônomos possam ser empregados para o transporte de armamentos ou explosivos. Além disso, não foram objeto direto desta investigação as questões éticas e filosóficas relacionadas à autonomia moral das máquinas e à tomada de decisões em dilemas de colisão, em que o sistema deve escolher entre diferentes riscos à vida humana. Outras lacunas se referem à proteção de dados pessoais coletados pelos sensores dos veículos, à responsabilidade transnacional em acidentes envolvendo sistemas desenvolvidos em diferentes países e à necessidade de criação de protocolos internacionais de interoperabilidade e segurança. Tais questões, ainda em aberto,

demonstram que a responsabilidade civil dos veículos autônomos demanda uma construção jurídica contínua, interdisciplinar e global, que acompanhe a evolução tecnológica e antecipe seus possíveis impactos sociais e éticos.

REFERÊNCIAS

ALVIM, Agostinho. **Da inexecução das obrigações e suas consequências**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 1980.

BITENCOURT, Cezar R. **Tratado de Direito Penal - Parte Geral**. 30. ed. Rio de Janeiro: Saraiva Jur, 2024. *E-book*. ISBN 9786553629325. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786553629325/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

BRASIL. Lei n.º 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União**: seção 1. Brasília, DF, ano 139, p. 1-74 jan. 2002. PL 634/1975.

BRASIL. Lei n.º 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, ago. 2018.

BRASIL. Lei n.º 8.078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, 12 set. 1990.

BOSTROM, Nick. **Superinteligência: Caminhos, Perigos, Estratégias para um Novo Mundo**. 1. ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2016.

CAPA, Nícolas Ribeiro. **A responsabilidade civil pelos danos causados por carros autônomos: culpa, risco e imputação**. 2021. 90 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito) – Faculdade de Direito, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. Orientadora: Tula Wesendonck.

CASTRO JUNIOR, Marco Aurélio de. **Direito civil brasileiro: Responsabilidade civil**. São Paulo: Saraiva, 2009.

DINIZ, Maria Helena. **Curso de Direito Civil Brasileiro - Responsabilidade Civil**. 38. ed. São Paulo: Saraiva Jur, 2024.

DRESCH, Rafael de Freitas Valle; MELLO, Alexandre Schmitt da Silva. Breves reflexões sobre livre-arbítrio, autonomia e responsabilidade humana e de inteligência artificial. In: BARBOSA, Mafalda Miranda; NETTO, Felipe Braga *et al.* (Org.). **Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa**. Indaiatuba: Editora Foco, 2021, p. 143.

DRESCH, Rafael de Freitas Valle; WESENDONCK, Tula; ROSENVALD, Nelson *et al.* **Responsabilidade Civil: novos riscos**. São Paulo: Editora Foco, 2019.



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.

GAGLIANO, Pablo Stolze. **Novo curso de direito civil: responsabilidade civil**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

GAGLIANO, Pablo Stolze. **Novo curso de direito civil: responsabilidade civil**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

GAGLIANO, Pablo Stolze. **Novo curso de direito civil: responsabilidade civil**. 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2011

GONÇALVES, Carlos Roberto. **Direito Civil Brasileiro: Responsabilidade Civil**. 20. ed. São Paulo: Saraiva Jur, 2025.

GONÇALVES, Carlos Roberto. **Direito Civil Esquematizado: responsabilidade civil, direito de família, direito das sucessões**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

GONÇALVES, Carlos Roberto. **Responsabilidade Civil**. 14 ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. **Veículos autônomos inteligentes e a responsabilidade civil nos acidentes de trânsito no Brasil: desafios regulatórios e propostas de solução e regulação**. Brasília: ESMPU, v. 2, 2020. Disponível em: <https://www.sesmpu.gov.br/publicacoes/series/pesquisas/>. Acesso em: 10 set. 2024.

HUNGRIA, Nelson. **Comentários ao Código Penal: (Decreto-Lei n. 2.848, de 7 de dezembro de 1940)**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Forense, 1958-1959.

LIMA, Isaías. **Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: GEN, 2014. *E-book*. ISBN 9788595152724. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595152724/>. Acesso em: 07 ago. 2025.

MARQUES, Cláudia Lima. **Contratos no Código de Defesa do Consumidor: o novo regime das relações contratuais**. 8. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2016.

MEDON, Filipe. **Inteligência artificial e responsabilidade civil: autonomia, riscos e solidariedade**. Salvador: Editora 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.

MULHOLLAND, Caitlin. Responsabilidade civil e processos decisórios autônomos em sistemas de Inteligência Artificial (IA): autonomia, imputabilidade e responsabilidade. *In*: FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin (Org.). **Inteligência artificial e Direito: ética, regulação e responsabilidade**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020.



NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION (NHTSA). Critical Reasons for Crashes Investigated in the National Motor Vehicle Crash Causation Survey. **Department of Transportation**, v. 812, p. 115, Washington (US), 2015. Disponível em: <https://www.nhtsa.gov/crash-data-systems/crash-stats-critical-reasons-crashes-investigated-national-motor-vehicle-crash>. Acesso em: 22 ago. 2025.

NEVES, Thiago Ferreira Cardoso. Sobre a Inversão do Ônus da Prova no Direito do Consumidor. **Revista da EMERJ**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 55, p. 21-40, jul./set. 2011.

NORONHA, Fernando. **Direito das obrigações, v.1: fundamento do direito das obrigações**. São Paulo: Saraiva, 2003.

NUNES, Rizzatto. **Curso de Direito do Consumidor**. 15. ed. Rio de Janeiro: Saraiva Jur, 2024. *E-book*. ISBN 9788553623372. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788553623372/>. Acesso em: 1 ago. 2025.

O que é deepfake, técnica de inteligência artificial que foi apropriada para produzir desinformação. **CNN Brasil**, São Paulo, 27 set. 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/noticias/saiba-o-que-e-deepfake-tecnica-de-inteligencia-artificial-que-foi-apropriada-para-produzir-desinformacao/>. Acesso em: 20 out. 2025.

O que é phishing? **IBM Think**. [S.l.]. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/phishing>. Acesso em: 20 out. 2025.

PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Responsabilidade Civil**. 13. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2022.

PINHEIRO, Guilherme Pereira; BORGES, Maria Ruth; MELLO, Flávio Luis de Mello. 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.

PINTO, Mário Jorge Lemos. **Responsabilidade Civil e Presunções de Culpa**. Relatório apresentado no âmbito do Seminário de Direito das Obrigações do Curso de Mestrado em Ciências Jurídico-Políticas da Universidade Católica Portuguesa (Núcleo do Porto), 2004. Disponível em: <http://www.mprfadvogados.com/downloads/artigos/RESPONSABILIDADECIVILEPRESUNCOESDECULPA.pdf>. Acesso em: 5 out. 2025.

PIZZOL, Dal Ricardo. **Responsabilidade civil: funções punitiva e preventiva**. Indaiatuba: Editora Foco, 2020.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. 4. ed. New Jersey: Pearson Education, 2021.

SANTANA, Agatha Gonçalves; MEIRELLES, Arthur. **A responsabilidade civil envolvendo inteligências artificiais em carros autônomos: repercussões no Código de Defesa do Consumidor**. *Civilistica.com*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 1-24, 2022. Disponível em: <https://civilistica.com>. Acesso em: 30 out. 2025

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. 1. ed. São Paulo: Edipro, 2016.

SENADO FEDERAL. **Desafio de criar leis sobre IA envolve proteção de direitos e da democracia**. Agência Senado. Brasília: 27 mar. 2024. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/03/27/desafio-de-criar-leis-sobre-ia-envolve-protecao-de-direitos-e-da-democracia>. Acesso em: 13 ago. 2025.

SMITH, Bryant Walker. **Human Error as a Cause of Vehicle Crashes**. Stanford Law School – Center for Internet and Society, 2013. Disponível em: <https://cyberlaw.stanford.edu/blog/2013/12/human-error-cause-vehicle-crashes>. Acesso em: 22 ago. 2025.

SOARES, Flaviana Rampazzo. Veículos autônomos e responsabilidade por acidentes: trajetos possíveis e desejáveis no direito civil brasileiro. **Responsabilidade civil: novos riscos**. Indaiatuba: Foco, p. 149-176, 2019.

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. **Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles**. SAE International Standard J3016, jun. 2018. Disponível em: https://www.sae.org/standards/j3016_202104-taxonomy-definitions-terms-related-driving-automation-systems-road-motor-vehicles. Acesso em: 22 ago. 2025.

UBER self-driving car crash in Arizona prompts deadly questions about technology. **The Guardian**, 1 ago. 2023. Disponível em: <https://www.theguardian.com/technology/2023/aug/01/uber-self-driving-arizona-deadly-crash>. Acesso em: 18 set. 2025.

UNIÃO EUROPEIA. Parlamento Europeu. **Resolução do Parlamento Europeu, de 20 de outubro de 2020, que contém recomendações à Comissão sobre o regime de responsabilidade civil aplicável à inteligência artificial (2020/2014 (INL))**. Disponível em: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0276_PT.html. Acesso em 02 mar. 2025.

VIEIRA, Andrey Bruno Cavalcante. O direito de danos e a função preventiva. **Revista IBERC: Revista Ibero-Americana de Responsabilidade Civil**, v. 2, n. 2, p. 17–30, 2019. Disponível em: <https://revistaiberc.responsabilidadecivil.org/iberc/article/view/56/50>. Acesso em: 21 out. 2025.

WERMUTH, Maiquel Ângelo Dezordi; CARDIN, Valéria Silva Galdino; WOŁOWSKI, Matheus Ribeiro de Oliveira. Biopolítica e novas tecnologias: direitos humanos sob ameaça? **REI - Revista Estudos Institucionais**, v. 7, n. 1, p. 276–296, jan./abr. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.21783/rei.v7i1.598>. Acesso em: 13 ago. 2025.