



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Bernardo Marinho Marques

**A RESPONSABILIDADE PENAL PELO PRODUTO E
OS SISTEMAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
OS CASOS DE “DANOS INDESEJADOS” PROMOVIDOS
POR VEÍCULOS AUTÓNOMOS**

**Dissertação no âmbito do Mestrado em Direito com menção em Ciências Jurídico-
Criminais, orientada pela Professora Doutora Susana Aires de Sousa e
apresentada à Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra**

Julho de 2023



FDUC FACULDADE DE DIREITO
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Bernardo Marinho Marques

**A RESPONSABILIDADE PENAL PELO PRODUTO E OS SISTEMAS
DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
OS CASOS DE “DANOS INDESEJADOS” PROMOVIDOS POR VEÍCULOS
AUTÓNOMOS**

**THE CRIMINAL PRODUCT LIABILITY AND ARTIFICIAL
INTELLIGENCE SYSTEMS
THE CASES OF "UNWANTED DAMAGES" CARRIED BY
AUTONOMOUS VEHICLES**

*Dissertação apresentada à Faculdade de Direito da
Universidade de Coimbra no âmbito do 2º Ciclo de Estudos
em Direito (conducente ao grau de Mestre), no Mestrado
em Direito com menção em Ciências Jurídico-Criminais,
orientada pela Professora Doutora Susana Aires de Sousa.*

Coimbra, 2023

*À minha mãe e ao meu pai.
Eles, felizmente, sabem o porquê.*

*Wir sind auf Alles programmiert
Und was du willst wird ausgeführt
Wir sind die Roboter
Wir funktionieren automatisch
Jetzt wollen wir tanzen mechanik*

Die Roboter
Kraftwerk (1978)

Agradecimentos

Às vezes, tenho a sensação da contingência das palavras. Penso, no silêncio das vozes que em mim ecoam, que elas nunca poderão representar, nessa sua conjunção de morfemas, ainda que única, a exatidão daquilo que sentimos. Por outras vezes, tomado por vozes mais eloquentes, assumo a posição contrária: radicais, temas, afixos, desinências, vogais e consoantes carregam em si as nuances mais belas do nosso viver. Aqui, nesse outro nível de vínculo morfológico, as palavras não têm limites, assim como tudo aquilo que concretizam. Então, pelo benefício da dúvida, darei a chance de as pavimentarem este espaço. É claro que, se algo ficar pelo caminho, a culpa não é minha - sou um incauto mensageiro.

Primeiramente, agradeço à Professora Doutora Susana Aires de Sousa, sempre disponível e atenta, cujas ponderações durante a orientação foram absolutamente essenciais para este trabalho. Se há coisas boas nesta dissertação, certamente são fruto de suas intervenções.

A minha mãe e o meu pai são tudo aquilo que sou. Sou a síntese da tenaz e caridosa mulher que minha mãe é, bem como do homem gentil e solidário que é o meu pai. Sem eles, eu nada faria. Por vezes, o mar está longe e a terra fica dura sobre nós, mas enquanto estivermos juntos, nada atrapalhará o nosso verão. A eles, tudo, portanto.

Coimbra deu-me muitas pessoas que me deixaram marcas indeléveis. Gabriel, o meu primeiro amigo, traz consigo obstinação admirável por fazer o bem a quem ama. Como Ulisses quando deixou Ítaca rumo a Troia, Gabriel sabia que, ao cruzar o Oceano Atlântico, enfrentaria reveses quase insuperáveis e deixaria para trás aqueles que mais criaram raízes em seu peito, fazendo-o apenas pois era movido pela inabalável crença de que ir era necessário para voltar. Com ele aprendi, decisivamente, os significados de amizade e família. Camilla mostrou-se companheira fiel e sempre acreditou em mim mais do que eu mesmo. Juntos, dividimos felicidades e angústias, conversas essenciais que serviam, afinal, como alento e porto seguro mútuo. Presenciar o seu crescimento durante o ano letivo foi motivo de muito orgulho. Sem ela, esta dissertação não teria sido formalmente viabilizada, pelo que só agradecê-la é deveras insuficiente. O Pedro foi como um grande ímã: imediatamente identifiquei-me com ele, muito em razão das inexplicáveis semelhanças do processo de funcionamento de nosso subconsciente. Ele foi refúgio quando mais precisei. Pedro ensinou-me a importância do exercício de alteridade que devemos constantemente promover em nossa vida de relação comunitária. Margarida

foi minha família: acolheu-me como um dos seus e não mediu esforços para que meu coração se sentisse, enfim, em casa. As suas plácidas e bondosas recepções jamais deixarão as minhas memórias, mesmo que estas fiquem desvanecidas.

De volta ao Rio de Janeiro, deparei-me com Ana. Ela é equilíbrio da minha tortuosa caminhada e seu ombro foi fundamental para que meus joelhos jamais se curvassem nos momentos mais difíceis. Com ela, o prazer primaveril.

Ao Gustavo, Rafael, Luiz e Pedro, inestimáveis companheiros de escritório com quem tenho a dádiva de aprender diuturnamente – não só sobre a advocacia criminal, mas também acerca das imponderáveis nuances da vida.

Por fim, a todas as minhas amigas e amigos que permaneceram na terra onde canta o sabiá – muito bem descrita pelo poeta que se sediou em Coimbra, assim como eu. Apesar da intolerável distância, preencheram o meu espírito e mantiveram-me forte. Sou grato por ter ao meu redor só pessoas que seriam identificadas por Galeano como as que cantam e dançam.

Resumo: A presente dissertação reflete sobre a responsabilidade criminal dos programadores de IA por lesões a bens jurídico-penais de consumidores e outros utentes das estradas intermediadas por veículos autónomos cujos sistemas tenham sido defeituosamente programados. Parte-se, primeiro, de uma possível definição de IA para compreender-se como algumas de suas características são consideradas como disruptivas. Após, são considerados os veículos autónomos como uma aplicação concreta da IA no tráfego rodoviário, fazendo-se menção ao regramento jurídico já existente sobre matéria a nível internacional, europeu e nacional. Em seguida, é exposto o contexto sociojurídico da sociedade de risco, com enfoque no risco permitido e no princípio da precaução como critérios de gestão de riscos. Faz-se ainda menção à Proposta de Regulamento Inteligência Artificial do Parlamento Europeu, assente em noções relacionadas a esses dois últimos critérios. Ato contínuo, adentram-se nos conceitos de produtor, produto e defeito para, em seguida, serem expostos os contornos da responsabilidade penal pelo produto, com especial consideração aos produtos artificialmente inteligentes. Após negar-se a possibilidade de se atribuir responsabilidade penal aos robôs, é fornecido também um quadro geral da transversalidade dos desafios colocados à dogmática jurídico-penal em relação à imputação aos programadores de resultados típicos promovidos por carros com sistemas de condução automatizada, sobretudo às categorias da omissão imprópria, comparticipação, nexos de causalidade, dolo e negligência. É feita breve menção à responsabilidade penal do condutor do veículo autónomo. Ao final, são esclarecidos os papéis que o risco permitido e o princípio da precaução poderão exercer no contexto da regulação normativa dos carros com funções de condução automatizada.

Palavras-chave: direito penal; responsabilidade penal pelo produto; negligência; veículos autónomos, inteligência artificial.

Abstract: This dissertation reflects on the criminal responsibility of AI programmers for damages caused to legally protected interests of consumers and other road users involved in accidents with autonomously operated vehicles whose systems have been defectively programmed. It starts from a possible definition of AI to understand how some of its characteristics are considered disruptive. Afterwards, autonomous vehicles are regarded as a concrete application of AI in road traffic, with mention to the existing legal regulations on the matter at international, European, and national level. Subsequently, the socio-legal context of the risk society is presented, with an approach based on the “allowed risk” and the precautionary principle as risk management criteria. The Proposal for an Artificial Intelligence Act of the European Parliament, based on notions related to these last two criteria, is also addressed. Furthermore, the concepts of producer, product, and defect are explored, and the contours of criminal liability for the product are exposed, with special consideration given to artificially intelligent products. After denying the possibility of attributing criminal responsibility to robots, a general framework is provided of the transversality of the challenges faced by criminal law dogmatics in relation to the attribution to programmers of criminal results caused by cars with automated driving systems, especially to the categories of improper omission, complicity, causation, intent, and negligence. Brief mention is made of the criminal liability of the autonomous vehicle driver. Finally, the roles that the “allowed risk” and the precautionary principle may play in the context of the normative regulation of autonomously operated vehicles are clarified.

Key-words: criminal law; criminal product liability; negligence; autonomous vehicles; artificial intelligence.

Lista de siglas e abreviaturas

Ac. = Acórdão

ADPCP = *Anuario de Derecho Penal y Ciencias Penales*

art. = artigo

arts. = artigos

BVerfG = *Bundesverfassungsgericht* (Tribunal Constitucional da República Federal da Alemanha)

BVerfGE = *Entscheidungen des Bundesverfassungsgericht* (Decisões do Tribunal Constitucional da República Federal da Alemanha)

Cardozo L. Rev. = *Cardozo Law Review*

CE = Código da Estradada República Portuguesa

Cf. = Conforme

CP = Código Penal da República Portuguesa

C. Pén = Código Penal da República Francesa

C. Route = Código de Estrada da República Francesa

DRP = Diretiva Responsabilidade pelo Produto (Diretiva 85/374/CEE)

IA = Inteligência Artificial

IDP = Revista de Internet, Derecho y Política

Minn. J. L. Sci. & Tech = Minnesota Journal of Law, Science & Technology

ML = *Machine Learning*

ob. cit. = obra citada

RBCC = Revista Brasileira de Ciências Criminais

RDPC = Revista de Derecho Penal y Criminología

RECPC = Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología

RIDPP = *Rivista italiana di diritto e procedura penale*

RLJ = Revista de Legislação e Jurisprudência

RPCC = Revista Portuguesa de Ciências Criminais

Santa Clara L. Rev. = *Santa Clara Law Review*

Stan. L. & Pol'y Rev = *Stanford Law & Policy Review*

StGB = *Strafgesetzbuch* (Código Penal da República Federal da Alemanha)

StVG = *Straßenverkehrsgesetz* (Código de Estrada da República Federal da Alemanha)

TC = Tribunal Constitucional da República Portuguesa

UE = União Europeia

Wash. L. Rev. = *Washington Law Review*

Wake Forest J.L. & Pol'y = *Wake Forest Journal of Law & Policy*

Índice

Introdução	12
Capítulo I: Veículos autônomos como agentes artificialmente inteligentes	17
§1. A IA: considerações gerais e seus elementos disruptivos	17
1. Afinal, o que é IA?	17
2. As características disruptivas da IA	21
2.1. Imprevisibilidade	22
2.2. Incontrolabilidade	24
2.3. Opacidade	25
2.4. Distributividade	26
§2. A IA no setor de transportes: os veículos autônomos	27
1. A condução automatizada e os níveis progressivos de automação	27
2. O regramento jurídico dos veículos autônomos	32
2.1. A nível internacional	32
2.2. A nível europeu	33
2.3. A nível nacional	35
2.3.1. Alemanha	36
2.3.2. França	38
Capítulo II: A responsabilização como pedra angular da regulação jurídica da inteligência artificial	40
§1. A gestão dos riscos e o direito penal	40
1. Advertência prévia	40
2. A sociedade do risco e a modernidade reflexiva	41
3. O risco permitido	44
4. Da prevenção à precaução	46
§2. A centralidade da responsabilização na regulação jurídica da IA e a abordagem aos a partir do risco (<i>risk approach</i>)	49
1. O Regulamento Inteligência Artificial	55
1.1. Considerações prévias	55
1.2. A Proposta em si	58
Capítulo III: A responsabilidade penal pelo produto artificialmente inteligente ..	61
§1. Premissas necessárias	61
1. Produtor	62
2. Produto	63
3. Defeito	64
§2. A responsabilidade penal pelo produto artificialmente inteligente	67
1. A responsabilidade pelo tipo e pelo modo de produção	67
2. Origem e fundamento da responsabilidade criminal pelo produto	69
3. A responsabilidade criminal por resultados intermediados por veículos autônomos	78
4. A transversalidade dogmática dos problemas	83
4.1. Excurso: <i>Machina delinquere et punire non potest</i>	83
4.2. A posição de garantia dos programadores	90

4.3. A imputação plurisubjetiva no contexto da programação de veículos autônomos.....	97
4.4. A relação de causalidade e o <i>black-box problem</i>	101
4.5. O elemento subjetivo entre a autonomia e as técnicas de <i>machine learning</i>	105
4.5.1. O dolo	105
4.5.2. A negligência	105
4.6. Excurso: a responsabilidade criminal do condutor.....	120
5. Para além da imputação penal: os papéis do risco permitido, do princípio da precaução e a regulação dinâmica	124
Conclusão	129
Referências bibliográficas	132
Documentos	144
Jurisprudência	145

Introdução

A humanidade enfrentou três grandes revoluções que ensejaram transformações científicas radicais, cada qual à sua maneira e atenta às particularidades de seu tempo. Todas tiveram grande impacto sobre a humanidade: ao promoverem mudanças ao nosso ambiente externo, elas igualmente impactaram a autocompreensão dos indivíduos. Três grandes marcos identificam cada uma dessas revoluções e são bastante representativos da superação de paradigmas havida com cada uma delas. A primeira revolução científica teve o seu apogeu com a publicação da obra “Da Revolução de Esferas Celestes” (1543), de Nicolau Copérnico, que instituiu a cosmologia heliocêntrica. Ao retirar, para sempre, o nosso planeta do centro do universo, a humanidade foi chacoalhada e teve de repensar o posto em que se autocolocava dentro da vida de relação. A segunda revolução científica ocorreu com o trabalho de Charles Darwin intitulado “A Origem das Espécies” (1859). A partir desta investigação, demonstrou-se que todas as espécies de animais, inclusive os seres humanos, evoluíram com o passar dos anos de ancestrais comuns através da seleção natural. O ser humano, portanto, não ocupava nenhum lugar especial dentro da cadeia evolutiva do reino animal. A humanidade retomou o pensamento de René Descartes e com ele reconfortou-se: o adágio “penso, logo existo” indicava que éramos os únicos a ter a habilidade de autoconsciência; nossa marca distintiva seria, portanto, mental, não cosmológica ou biológica. Os estudos de Sigmund Freud mostraram que isso não passava de um devaneio: iniciava-se a terceira revolução. A psicanálise freudiana expôs que o inconsciente também é parte integrante da mente e muito do que fazemos advém dessa zona de inconsciência, de forma a demonstrar que somos opacos a nós mesmos¹.

Hoje, a quarta revolução científica está diante de nossos olhos. O expoente dessa quarta revolução foi o trabalho de Alan Turing intitulado “*Computing machinery and intelligence*”². Os esforços de Turing abriram as portas para aportes científicos sem precedentes quanto às realidades natural e artificial, de sorte a implementar, uma vez mais, impactos em todos os âmbitos de nossas vidas³, tanto os exteriores (transições científicas

¹ A exposição segue as ideias de FLORIDI, Luciano. *The fourth revolution. How the infosphere is reshaping human reality*. Oxford: Oxford University Press, 2014, p. 87-90.

² TURING, Alan. “Computing machinery and intelligence”. *Mind*, v. 59, n. 236, 1950, p. 433-460.

³ Isso está diretamente associado à crise que envolve as perspectivas denunciadas por Byung-Chul Han, para quem “arrastamo-nos atrás da mídia digital, que, aquém da decisão consciente, transforma decisivamente nosso comportamento, nossa percepção, nossa sensação, nosso pensamento, nossa vida em conjunto. Embriagamo-nos hoje em dia da mídia digital, sem que possamos avaliar inteiramente as consequências dessa embriaguez.

radicais) como os interiores (autopercepção). A quarta revolução está a remover a ideia equivocada de que não somos os únicos capazes de raciocinar logicamente, processar informações e de nos comportarmos de maneira “inteligente”. Nós dividimos o ambiente da infosfera com outros agentes informacionais, sobretudo os artificiais, que igualmente processam informações de forma lógica e autónoma - por mais que não sejam inteligentes como nós, ao menos por enquanto -, auxiliando-nos no desempenho de determinadas tarefas e encargos⁴.

Alguns denominam essa quarta revolução de revolução digital. A grande nuance distintiva dos nossos tempos, porém, parece ser o fenómeno da digitalização, que permite a reprodução de toda e qualquer informação no formato binário de zero e uns, mediante o processamento extremamente veloz e efetivo de dados. A rápida evolução da IA certamente é a maior tendência desse processo. A IA é o agente da quarta revolução industrial que, como nós, tem a capacidade de desempenhar tarefas complexas autonomamente e de adaptar-se a ambientes mutáveis mediante aprendizado⁵.

A IA, com efeito, permitiu a criação de sistemas computacionais autónomos que prescindem do controlo humano em diversos âmbitos, como, para citarmos alguns, na produção industrial (“Indústria 4.0”) e individualizada (impressões 3D), na medicina (robôs cirúrgicos⁶), na moradia (*smart homes*), no mercado financeiro (*high frequency trading*⁷), na educação (*e-learning*), na guerra (*drones* militares autónomos⁸), na infraestrutura (*smart city* e *smart roads*) e no tráfego rodoviário (condução semiautomatizada e automatizada)⁹.

Dentre todas essas inovações tecnológicas, interessa-nos a última, referente aos veículos autónomos. Numa breve caracterização, tais carros dispensam a condução humana

Essa cegueira e estupidez simultânea a ela constituem a crise atual” (HAN, Byung-Chul. *No enxame: perspectivas do digital*. Petrópolis: Vozes, 2018, p. 10).

⁴ Mais uma vez, a construção segue FLORIDI, *The fourth...*, ob. cit., p. 93-94.

⁵ Cf. HILGENDORF, Eric. “Sistemas autónomos, inteligência artificial e robótica: uma orientação a partir da perspectiva jurídico-penal”. In: HILGENDORF, Eric. *Digitalização e direito*. GLEIZER, Orlandino (org. e trad.). São Paulo: Marcial Pons, 2020, p. 44-45.

⁶ Dando nota às imbricações entre a IA e a dogmática jurídico-penal: JANUÁRIO, Túlio Xavier. “Inteligência Artificial e Direito Penal da Medicina”. In: RODRIGUES, Anabela Miranda (coord.). *A inteligência artificial no direito penal*, vol. II. Coimbra: Edições Almedina S.A., 2022, p. 125-167.

⁷ Sobre as possíveis implicações penais da questão: RODRIGUES, Anabela Miranda. “Os Crimes de Abuso de Mercado e a «Escada Impossível» de *Escher* (O Caso do *Spoofing*)”. In: RODRIGUES, Anabela Miranda (coord.). *A inteligência artificial no direito penal*, vol. II. Coimbra: Edições Almedina S.A., 2022, p. 245-271.

⁸ Acerca das armas autónomas letais: LEMOS, Miguel; COSTA, Miguel João. “Inteligência Artificial e Direito da Guerra: Reflexões sobre as Armas Autónomas Mortíferas”. In: RODRIGUES, Anabela Miranda (coord.). *A inteligência artificial no direito penal*, vol. II. Coimbra: Edições Almedina S.A., 2022, p. 91-123.

⁹ Cf. *ibid.* “Digitalização, virtualização e direito”. In: HILGENDORF, Eric. *Digitalização e direito*. GLEIZER, Orlandino (org. e trad.). São Paulo: Marcial Pons, 2020, 146.

(como sistemas automatizados que são), usam energia renovável, comunicam-se com outros veículos e com a infraestrutura das cidades e estradas, preveem percursos mais seguros e eficientes, além de evitarem a grande maioria dos acidentes rodoviários pela eliminação do erro humano. Em sendo assim, a lesão a bens jurídicos no contexto fáctico do transporte rodoviário torna-se acontecimento absolutamente residual, já que as colisões tornar-se-ão raridade¹⁰.

Por mais que a segurança seja a nota distintiva dos veículos autónomos, os sistemas de condução automatizada estão ainda sujeitos a erros. Eles trazem consigo riscos de intermediar danos a interesses juridicamente protegidos dos indivíduos¹¹, sobretudo à vida e integridade física dos utilizadores dessa tecnologia, assi como de outros utentes das estradas. Esses riscos, aliás, são comuns às sociedades industriais-capitalistas, pois referem-se à comercialização de produtos defeituosos fabricados em série¹². Como estão em causa bens jurídicos do mais alto relevo social e axiológico-constitucional, não é surpresa que o direito penal seja convocado a participar das discussões relativas à intervenção jurídica nas hipóteses de erro dos sistemas de IA instalados em carros autónomos¹³. E é justamente com isso que este trabalho se debruça, até porque a responsabilização pelo mau funcionamento de sistemas autónomos é preocupação crescente no contexto normativo europeu¹⁴.

Portanto, dentro das possíveis áreas de intersecção entre a IA e as ciências jurídico-criminais, interessa-nos as áreas de conflito¹⁵, designadamente as hipóteses nas quais os

¹⁰ SOUSA, Susana Aires de. "Responsabilidade criminal pelo produto "inteligente": reflexões e desafios". In: *Inteligência Artificial. Desafios Societais e a Investigação em Direito*. Coimbra: Instituto Jurídico da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, 2022, p. 5.

¹¹ Sobre outros riscos associados aos algoritmos, confira-se: SOUSA, Susana Aires de. "A IA no setor económico: uma reflexão entre "o bom, o mau e o vilão". In: RODRIGUES, Anabela Miranda (coord.). *A Inteligência Artificial no Direito Penal: vol. II*. Coimbra: Almedina, 2022, p. 186-191, com outras referências

¹² CAPPELLINI, Alberto. "Reati colposi e tecnologie dell'intelligenza artificiale". *Archivio Penale*, fasc. 3, set.-dez. 2022, p. 3.

¹³ ESTELLITA, Heloísa; LEITE, Alaor. "Veículos autónomos e direito penal: uma introdução". In: ESTELLITA, Heloísa; LEITE, Alaor (org. e int.). *Veículos autónomos e direito penal*. São Paulo: Marcial Pons, 2019, p. 16. Aliás, referindo-se aos "riscos desta abertura às novas fronteiras do desenvolvimento tecnológico e de aplicação de sistemas de IA", Anabela Miranda Rodrigues pontua que "o direito penal está particularmente exposto a estes desenvolvimentos – nas suas categorias dogmáticas, nas incriminações que conhece, no domínio processual, na administração da justiça e da perspectiva internacional" (RODRIGUES, Anabela Miranda. "O Direito (Penal), a Ciência e o Paradoxo de Zenão". In: *Inteligência Artificial. Desafios Societais e a Investigação em Direito*. Coimbra: Instituto Jurídico da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, 2022, p. 13).

¹⁴ Por todos: *Livro Branco sobre a inteligência artificial – Uma abordagem europeia virada para a excelência e a confiança* (COM(2020) 65 final). Bruxelas: 19.2.2020.

¹⁵ Vuletić e Petrašević dividem os pontos de intersecção entre as ciências jurídico-criminais e a IA em duas grandes áreas: as áreas de cooperação (em que a IA é utilizada de forma a auxiliar as autoridades de persecução penal, sobretudo nos âmbitos do direito processual penal e direito policial) e áreas de conflito (lesões a bens jurídico-penais dos indivíduos promovidas por sistemas de IA). Cf. VULETIĆ, Igor; PETRAŠEVIĆ, Tunjica.

carros passíveis de condução automatizada promovam lesões a bens jurídicos¹⁶. Conclama-se, por isso, a responsabilidade penal pelo produto.

Entretanto, os veículos autônomos distanciam-se, e muito, dos produtos “ordinários”. Tal como os demais produtos artificialmente inteligentes, são espécies de “produtos subjetivizados”, porquanto sua autonomia faz com que “ajam” para além do que foram programados pelo ser humano¹⁷. A situação é ainda mais particular porque os sistemas de condução automatizada são programados com técnicas de ML, que permitem ao algoritmo aprender a partir dos dados exteriores recolhidos durante o seu funcionamento, de modo que pode optar por “comportamentos” absolutamente inéditos. O resultado disso é a possibilidade de que as “decisões” dos carros com sistemas de condução automatizada sejam, não raro, inevitavelmente imprevisíveis aos programadores¹⁸. Além dessa imprevisibilidade, o processo “decisório” entre o processamento de dados (*input*) e o seu resultado (*output*) é opaco, vale dizer, não se sabe como a IA chegou, concretamente, à opção por aquela “ação” específica, o que se convencionou denominar de *black-box problem*¹⁹.

Essas características inerentes à IA colocam desafios à dogmática jurídico-penal nos casos da atribuição de acontecimentos típicos relacionados a defeitos constatáveis nos algoritmos dos sistemas de condução automatizada. Como a questão reside na promoção de “danos indesejados”, ocasionados pelo mau funcionamento da IA, a referência, naturalmente, dá-se ao tipo de ilícito negligente. Porém, se os eventuais eventos desvaliosos podem ser imprevisíveis, como afirmar o tipo de injusto negligente, que necessita da previsibilidade objetiva do resultado para efetivar-se? E mais: como estabelecer a relação de causalidade se não se pode decifrar o “processo decisório” do sistema, permanecendo opaco o seu funcionamento interno? Será o caso de incluirmos os produtos artificialmente inteligentes na definição de “sujeito” para o direito penal, em superação ao postulado do *machina delinquere et punire non potest*?

“Is It Time to Consider EU Criminal Law Rules on Robotics?”. *Croatian Yearbook of European Law and Policy*, n. 16, 2020, p. 230 e ss.

¹⁶ Acerca de outros matizes da imbricação entre IA e justiça criminal: MIRÓ LLINARES, Fernando. “Inteligencia Artificial y Justicia Penal: más allá de los resultados lesivos causados por robots”. *RDPC*, nº 20, jul./2018, p. 87-130.

¹⁷ CAPPELLINI, *Reati...*, ob. cit., p. 7.

¹⁸ Por todos, id. “Profili penalistici delle self-driving cars”. *Diritto penale contemporaneo – Rivista trimestrale*, n. 2, 2019, p. 339.

¹⁹ SOUSA, Susana Aires de. “‘Não fui eu, foi a máquina’: teoria do crime, responsabilidade e inteligência artificial”. In: RODRIGUES, Anabela Miranda (coord.). *A Inteligência Artificial no Direito Penal*. Coimbra: Edições Almedina, 2020, p. 66-67.

Essas são apenas algumas das indagações que esta dissertação buscará dar respostas, que serão certamente provisórias e deverão ser submetidas a enfrentamentos críticos à medida em que a IA se desenvolva. Seja como for, serão consideradas também as nuances promovidas neste domínio tecnológico e relacionadas à omissão impura, à participação e até mesmo à responsabilidade criminal dos condutores de veículos autônomos.

No contexto de acidentes rodoviários, colocam-se em causa sobretudo os bens jurídico-penais da vida e da integridade física. Então, como ao menos por enquanto os crimes de homicídio por negligência (art. 137.º, CP) e ofensa à integridade física por negligência (art. 148.º, CP), estará excluída a possibilidade de punição criminal das pessoas coletivas²⁰. A autonomia desses sistemas conduzirá a uma maior responsabilização dos agentes humanos envolvidos na cadeia produtiva dos sistemas de IA, sobretudo nas fases de concepção, desenvolvimento e produção²¹. Será o programador, então, o “*epicentro* da responsabilidade”²², pelo que nossas atenções considerarão as posições ontológicas e normativas dessa figura na tentativa de dar respostas às indagações.

Portanto, a hipótese da que partimos é que, presentes os pressupostos do juízo de imputação criminal, eventuais acontecimentos típicos decorrentes de programação descuidada poderão ser atribuídos ao programador, excluindo-se hipóteses de mera responsabilização objetiva (pelo resultado) em respeito aos ditames do princípio da culpa.

Está assim apresentada a presente dissertação, cujo desenvolvimento seguirá nos capítulos vindouros.

²⁰ No sentido do texto: JANUÁRIO, Túlio Xavier. "Veículos autônomos e imputação de responsabilidades criminais por acidentes". In: RODRIGUES, Anabela Miranda (coord.). *A inteligência artificial no direito penal*. Coimbra: Almedina, 2020, p. 121.

²¹ PANATONNI, Beatrice. "Intelligenza artificiale: le sfide per il diritto penale nel passaggio dall'automazione tecnologica all'autonomia artificiale". *Diritto dell'Informazione e dell'informatica* (II), n. 2, 2021, p. 14. Disponível em: <<https://dejure.it>>. Cons. 14 Jul. 2023.

²² GIANNINI, Alice. "Intelligenza artificiale, *human oversight* e responsabilità penale: prove d'impatto a livello europeo". *Criminalia: annuario di scienze penalistiche*, 2021, p. 24.

Capítulo I: Veículos autônomos como agentes artificialmente inteligentes

§1. A IA: considerações gerais e seus elementos disruptivos

1. Afinal, o que é IA?

Parece não haver denominador comum relativo à conceituação de IA²³, como indica Matthew Scherer²⁴. A Universidade de Stanford aponta certa dificuldade nessa tarefa²⁵, já que as aproximações passíveis de serem feitas ao domínio da IA são bastante heterogêneas²⁶. Diz-se, comumente, que o termo IA é “multifacetado” e “complexo”, muito além de mero fenômeno “monolítico e uniforme”²⁷⁻²⁸.

Essa dificuldade repercute no domínio de regulamentação jurídica da IA. Como sublinha Scheerer, a “regulação a qualquer estágio é complicada pela dificuldade em se definir, exatamente, o que ‘inteligência artificial’ significa”²⁹. Contudo, apresentar com clareza o objeto de incidência da regulação normativa é importante para a identificação das

²³ Este trabalho encampa a opção metodológica de Simmler e Markwalder, que emprega os termos “robô”, “agentes inteligentes” e “máquinas autônomas” indistintamente, como sinônimos, muito embora se reconheça a imprecisão dessa medida em termos tecnológicos por ser demais simplificadora. Todos esses significantes farão referência aos “sistemas inteligentes”, os quais processam enormes quantidades de dados e “agem” com certo grau de autonomia por meio da referência a essas informações no “processo decisório” (cf. SIMMLER, Monika; MARKWALDER, Nora. “Guilty Robots? – Rethinking the Nature of Culpability and Legal Personhood in an Age of Artificial Intelligence”. *Criminal Law Forum*, v. 30, 2019, p. 7).

²⁴ “Infelizmente, ainda não parece haver uma definição amplamente aceita de inteligência artificial até entre os especialistas no campo, muito menos uma para os propósitos da regulação” (SCHERER, Matthew U. “Regulating Artificial Intelligence Systems: risks, challenges, competencies, and strategies”. *Harvard Journal of Law & Technology*, v. 29, n. 2, 2016, p. 359).

²⁵ A dificuldade relatada é reconhecida em trabalho coletivo publicado pela Universidade de Stanford, cujos autores sublinham, porém, que “curiosamente, a falta de uma definição precisa e universalmente aceita de IA provavelmente auxiliou o crescimento, o florescimento e o avanço da área a um ritmo cada vez mais acelerado” (STONE, Peter [et al.]. *One hundred year study on artificial intelligence*. Stanford, CA: Stanford University, 2016, p. 12).

²⁶ A IA é uma espécie de conceito chapéu de chuva (REIS, Paulo Victor Alfeo. *Algoritmos e o Direito*. São Paulo: Almedina, 2020, p. 134, que se refere no original, escrito em português do Brasil, como um “conceito guarda-chuva”). Aliás, o próprio conteúdo de tal conceito dependerá se o interlocutor discorre sobre a IA (a) como um campo científico, (b) uma tecnologia ou método ou (c) refere-se às aplicações concretas dos sistemas de IA (KÖNIG, Pascal D. [et al.]. “Essence of AI: What Is AI?”. In: DIMATTEO, Larry A. [et al.] (eds.). *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence: Global Perspectives on Law and Ethics*. Cambridge, New York, Melbourne, New Delhi, Singapore: Cambridge University Press, 2022, p. 18).

²⁷ Todas as citações são de KÖNIG [et al.], *Essence...*, ob. cit., p. 18.

²⁸ Essas ponderações permitem-nos dizer que a apresentação de uma definição mais ou menos acabada de IA passará ao largo desta investigação (para oito possíveis definições de IA, que partem de critérios analíticos distintos: RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2010, p. 1-5). Numa perspectiva metodológica, inclusive, isso afigurar-se-ia um “exercício despropositado” (tal expressão tem plena correspondência para a presente investigação, apesar de ter sido empregue não em referência à IA, mas sim quando Bertolini analisa os esforços dirigidos à conceituação de “robô”, cf. BERTOLINI, Andrea. “Robots as Products: The Case for a Realistic Analysis of Robotic Applications and Liability Rules”. *Law, Innovation and Technology*, v. 5, n. 2, 2013, p. 214).

²⁹ SCHERER, *Regulating...*, ob. cit., p. 357.

categorias sobre as quais incidem os postulados da teoria da infração criminal em relação a bens jurídicos danificados ou expostos a perigo por intermédio da IA³⁰.

Fração da literatura especializada ainda encampa a antiquada noção antropomorfizada de IA. Essa definição parte da inteligência humana como parâmetro: será (artificialmente) “inteligente” a máquina que puder mimetizar as capacidades cognitivas dos indivíduos³¹. Essa aceção é associada ao Teste de Turing³² - cuja influência reverbera na história da IA³³ desde a primeira conceituação da área como disciplina autónoma³⁴.

A inteligência humana como critério de conceituação da IA pode mesmo parecer a “escolha natural”³⁵. Não é, porém, ao nosso ver, o mais adequado. O seu uso não faz desaparecer a margem de indefinição decorrente da ausência de consenso científico sobre o

³⁰ Essa nuance parece ter sido destacada nas discussões antecedentes à elaboração do Livro Branco sobre IA (*Livro Branco sobre inteligência artificial – Uma abordagem europeia virada para a excelência e a confiança*. COM (2020) 65. Bruxelas, 19.2.2020, p. 18), no qual se consignou que “uma questão fundamental para o futuro quadro regulamentar específico em matéria de IA é determinar o seu âmbito de aplicação. Parte-se do princípio que o quadro regulamentar se aplicaria aos produtos e serviços baseados na IA. Por conseguinte, a IA deve ser claramente definida para efeitos do presente Livro Branco, bem como para qualquer futura iniciativa de elaboração de políticas.”

³¹ Exemplo disto é a definição apresentada por Pagallo e Barfield, para quem, sendo inteligência a habilidade de adquirir conhecimento ou habilidades, ou raciocinar abstratamente, a “IA refere-se a um programa capaz de mimetizar ou recriar os processos de pensamento demonstrado pelo cérebro humano. Isto geralmente envolve fazer observações ou receber aporte para uso em uma situação de solução de problema, e a habilidade para categorizar e identificar diferentes objetos e as propriedades a eles associadas” (PAGALLO, Ugo; BARFIELD, Woodrow. *Advanced Introduction to Law and Artificial Intelligence*. Cheltenham, UK; Northampton, USA: Edward Elgar Publishing, 2020, p. 6). No mesmo sentido: REIS, *Algoritmos...*, ob. cit., p. 133-134. Com outras referências a definições de IA que tenham como norte a inteligência humana: KÖNIG [et al.], *Essence...*, ob. cit., p. 23.

³² O Teste de Turing visava estabelecer uma condição adequada para se afirmar a inteligência de uma máquina. A metodologia consistia em estabelecer um diálogo entre uma pessoa e uma máquina e, caso aquela fosse incapaz de distinguir esta de um ser humano, estaria estabelecida a referida condição (TURING, Alan. “Computing machinery and intelligence”. *Mind*, v. 59, n. 236, 1950, p. 433-460, *passim*).

³³ Para uma exposição histórica detalhada sobre a trajetória evolutiva da IA: RUSSELL; NORVIG, *Artificial...*, ob. cit., p. 16-28.

³⁴ A alusão é ao *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence* (DSRP AI), sediado em 1956 na Universidade de Dartmouth. Este seminário reunira os pesquisadores que, posteriormente, seriam considerados os fundadores da IA, que passou a ser vista como área de investigação científica autónoma (cf. HAENLEIN, Michael; KAPLAN, Andreas. “A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence”. *California Management Review*, v. 61, n. 4, 2019, p. 7). A partir da premissa de que todos os aspetos da aprendizagem ou outra característica da inteligência poderiam ser tão precisamente descritos que uma máquina poderia ser fabricada para estimulá-los, o objetivo dos investigadores era descobrir como fazer uma máquina utilizar linguagem, formar abstrações e conceitos, solucionar problemas reservados a humanos e melhorar a si própria (MCCARTHY, J. [et al.]. *A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955*. <<http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf>>. Acesso em 14 jul. 2023).

³⁵ Não há, nos mundos biológico e artificial, nada à altura da inteligência humana em termos de versatilidade, com as habilidades de raciocinar, atingir objetivos, compreender e gerar linguagem, notar e responder *inputs* sensoriais, sintetizar e resumir informações, criar arte *etc.* São essas as características que fazem da inteligência humana a “escolha natural” para aferir o progresso da IA (cf. STONE [et al.], *One...*, ob. cit., p. 13).

que constitui a inteligência³⁶. Ao colocar como fator de medida da IA só as tecnologias relacionáveis a processos mentais humanos, essa exclui certos agentes do âmbito de aplicação da IA, sobretudo os que desempenham funções não associadas (mediata ou imediatamente) às capacidades cognitivas de seres humanos³⁷.

Nesta investigação, adotaremos a definição proposta pelo GPAN IA³⁸, que encampa as considerações de Russell e Norvig sobre a questão³⁹. Segundo o GPAN IA:

Os sistemas de inteligência artificial (IA) são sistemas de software (e eventualmente também de hardware) concebidos por seres humanos, que, tendo recebido um objetivo complexo, atuam na dimensão física ou digital percebendo o seu ambiente mediante a aquisição de dados, interpretando os dados estruturados ou não estruturados recolhidos, raciocinando sobre o conhecimento ou processando as informações resultantes desses dados e

³⁶ Consoante enfatiza Cuesta Aguado, “o conceito de inteligência, como característica própria do género humano, está longe de ser pacífico, tanto em relação ao seu conteúdo (o que é a inteligência?) como à sua extensão (somente os humanos são inteligentes?)” (CUESTA AGUADO, Paz M. de la. "Inteligencia artificial y responsabilidad penal". *Revista Penal México*, ns. 16-17, 2019-2020, p. 52). Ademais, “inteligência” é um conceito extremamente vago, ainda que diversas ciências (neurociência, filosofia, psicologia, biologia *etc.*) tentem, há muito, lançar luzes sobre ele. Além disso, delimitar a moldura do quadro alusivo à “inteligência” depende, ainda, de outras características de complicada conceituação, tais como consciência, autoconsciencialização, uso da linguagem, habilidade para aprender, capacidade de abstração, habilidade de adaptação e raciocínio (SCHERER, *Regulating...*, ob. cit., p. 360). Agora considerado exatamente o contexto da IA, acresça-se aos pontos anteriores o facto de que, para ser considerado “inteligente”, o sistema não deve necessariamente operar nos exatos moldes da inteligência humana, isto é, ter autoconsciência e confinar-se à execução de tarefas rotineiramente desempenhadas por pessoas (cf. KÖNIG [et al.], *Essence...*, ob. cit., p. 23). Para uma crítica mais desenvolvida aos conceitos de IA elaborados a partir da inteligência humana, confira-se KÖNIG [et al.], *Essence...*, ob. cit., p. 23 e ss.; RUSSELL; NORVIG, *Artificial...*, ob. cit., p. 2 e ss.

³⁷ Uma das objeções lançadas à conceção da IA a partir da inteligência humana consiste justamente na alegação de que tal conceito seria demasiadamente limitado, por não ser tão maleável aos avanços científicos, de modo que deixaria de trazer para dentro do campo da IA novas tecnologias que não são classificáveis a partir do pensamento ou comportamento humanos. O *standard* da racionalidade, por seu turno, é uma generalização e bem definido matematicamente, pelo que pode ser “desembrulhado” para referir-se a agentes artificiais que possam atingir tal parâmetro (cf. RUSSELL; NORVIG, *Artificial...*, ob. cit., p. 4-5). E, para fins jurídicos, esse critério parece ser também o mais adequado, porquanto se reconhece que “a definição de IA terá de ser suficientemente flexível para ter em conta os progressos técnicos, sendo suficientemente precisa para proporcionar a segurança jurídica necessária” (*Livro Branco...*, ob. cit., p. 18).

³⁸ *Uma definição de IA: Principais capacidades e disciplinas científicas* (2019). Comissão Europeia: Bruxelas, 4.2019. Utilizamo-la não só por antecipar aquilo que se exprimirá na regulação normativa da Comissão Europeia sobre IA, mas também por ela traduzir, com inteção, a forma pela qual o funcionamento dessa tecnologia denota um particular horizonte problemático relativo à atribuição de lesões ou exposições a perigo de interesses juridicamente protegidos causalmente relacionadas a sistemas de IA.

³⁹ Os autores valem-se do conceito de agente racional (*rational agent*) como uma definição operativa de IA e substituem o parâmetro da “inteligência” pelo de “objetivos”. Consoante essa perspectiva, serão classificados como IA os sistemas com atuação racional (*acting rationally*), orientados à satisfação de determinado(s) objetivo(s) e ao alcance dos melhores resultados ou, quando há incerteza, ao melhor resultado previsto (cf. RUSSELL; NORVIG, *Artificial...*, ob. cit., p. 4). Críticas dirigidas a essa ótica, particularmente sobre o pouco rendimento que ela poderia servir para a regulação normativa da IA: SCHERER, *Regulating...*, ob. cit., p. 361-362, para quem, para os fins daquele trabalho, a IA refere-se às máquinas capazes de desempenhar tarefas que, caso realizadas por um humano, seria dito que é preciso de inteligência para fazê-las (*ibid.*, p. 362).

decidindo⁴⁰ as melhores ações⁴¹ a adotar para atingir o objetivo estabelecido⁴². Os sistemas de IA podem utilizar regras simbólicas ou aprender um modelo numérico, bem como adaptar o seu comportamento mediante uma análise do modo como o ambiente foi afetado pelas suas ações anteriores. Enquanto disciplina científica, a IA inclui diversas abordagens e técnicas, tais como a aprendizagem automática (de que a aprendizagem profunda e a aprendizagem por reforço são exemplos específicos), o raciocínio automático (que inclui o planeamento, a programação, a representação do conhecimento e o raciocínio, a pesquisa e a otimização) e a robótica (que inclui o controlo, a perceção, os sensores e atuadores, bem como a integração de todas as outras técnicas em sistemas ciberfísicos).⁴³

A representação do GPAN IA permite apreender que há um caleidoscópio de possibilidades tecnológicas associáveis à IA, hoje ainda limitada à IA restrita⁴⁴ (*narrow AI*). Dentro dele, interessa-nos a robótica⁴⁵, responsável pela produção de veículos autónomos,

⁴⁰ Como assinala o GPAN IA, “note-se que o termo «decisão» deve ser entendido de modo lato, como o ato de selecionar a ação a executar, não significando necessariamente que os sistemas de IA sejam totalmente autónomos. Uma decisão pode consistir também na escolha de uma recomendação a transmitir a um ser humano, que tomará a decisão final” (*Uma definição de IA...*, ob. cit., p. 3).

⁴¹ “Capacidade de agir” que, apesar de ser autónoma, não o é no sentido do agir humano, que detém plena autonomia. A “ação” da IA tem suas origens no trabalho de desenvolvedores e programadores, mesmo que seja capaz de aprender da interação com o ambiente. Porém, como se verá adiante, ao passo que sua “ação” é, de certa forma, heterodeterminada, a IA pode, ao mesmo tempo, optar por “decisões” resultantes do seu próprio processo de tomada de “decisão” e dos dados rececionados, para além daqueles alimentados pelos programadores, ou seja, sem instrução humana imediata (*Report of COMEST on Robotics Ethics*, 2017, p. 42-43).

⁴² O(s) objetivo(s) que orientam a “atuação” do sistema serão sempre especificados anteriormente por um ser humano, e nunca serão designados autonomamente pelo agente de IA. A automação destes refere-se tão somente à desnecessidade de estipulação, supervisão ou controlo humanos acerca da “decisão” que mais eficazmente atingirá o(s) objetivo(s) (*Uma definição...*, ob. cit., p. 6).

⁴³ Ibid. Através de uma perspetiva essencialmente prática, os sistemas de IA são programados com uma função geral, consubstanciada na recolha de dados do ambiente (*environment*) em que estão inseridos, para transformá-los em *inputs* percutuais (*perceptual inputs*) que serão mapeados, processados e interpretados, de modo a possibilitar que a IA tome uma “decisão” – ou, melhor, selecione a “ação” a executar (*output*) – orientada à satisfação dos objetivos contidos em seu código de programação (com mais detalhes em: *ibid.*, p. 1-3; RUSSELL; NORVIG, *Artificial...*, ob. cit., p. 34-36; KÖNIG [et al.], *Essence...*, ob. cit., p. 25-27).

⁴⁴ Segundo o GPAN IA, “um sistema de IA geral [*general AI*] é concebido como sendo capaz de executar a maioria das atividades que os seres humanos conseguem fazer. Os sistemas de IA restritos, pelo contrário, só conseguem executar uma ou poucas tarefas específicas. Os sistemas de IA atualmente utilizados são exemplos de IA restrita. Nos primeiros tempos da IA, os investigadores utilizavam uma terminologia diferente (IA fraca e forte). Ainda subsistem muitos desafios de natureza ética, científica e tecnológica em aberto no que respeita à criação das capacidades necessárias para a IA geral se tornar realidade, designadamente o raciocínio de senso comum, a autoconsciência e a capacidade de a máquina definir a sua própria finalidade” (*Uma definição de IA...*, ob. cit., p. 6).

⁴⁵ Os robôs referem-se a uma família de entidades que está a crescer drasticamente. Atualmente, vão de sistemas com baixas capacidades cognitivas e de aprendizagem até sistemas com habilidades cognitivas e de aprendizagem extremamente complexas, que são capazes de processar enormes quantidades de informação, tomar decisões e atuar de maneiras que excedam as possibilidades humanas” (SANTOSUOSSO, Amedeo; BOTTALICO, Barbara. "Autonomous Systems and the Law: Why Intelligence Matters. A European Perspective". In: HILGENDORF, Eric; SEIDEL, Uwe (eds.). *Robotics, Autonomics, and the Law: Legal issues arising from the AUTONOMICS for Industry 4.0 Technology Programme of the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy*. Baden-Baden: Nomos, 2017, p. 27). Diante da diversidade das tecnologias que integram a robótica, definir o que é um robô revela-se tarefa complexa. Assim, em vez de uma definição, o foco deve ser na criação de uma classificação que englobe diferentes critérios, tais como: (i) corporificação ou

que serão a tônica de nossas discussões. Há que se distinguir, contudo, entre duas espécies de robôs, cujos algoritmos⁴⁶ são substancialmente diferentes: os *deterministic robots* e os *cognitive robots*.

Os *deterministic robots* (programados com algoritmos determinísticos) têm as “ações” orientadas previamente. O seu comportamento é pré-programado e previsível, ainda que o agente seja complexo e requeira pouca ou nenhuma supervisão ou controlo humano. Já os *cognitive robots* (programados com algoritmos cognitivos) podem aprender com estímulos recebidos do ambiente e, em situações complexas, a partir de experiências passadas (dados coletados do ambiente), são capazes de ajustar autonomamente seus algoritmos para cumprir suas funções. São hábeis para adaptarem-se a ambientes mutáveis, através da opção por “ações” sem pré-programação e que sequer eram previsíveis ao programador⁴⁷. São esses últimos os quais integrarão o objeto das reflexões.

2. As características disruptivas da IA

natureza; (ii) grau de autonomia; (iii) função; (iv) ambiente e (v) interação humano-robô. Conquanto inúmeros agentes possam ser envolvidos pelo manto da robótica, afigura-se importante ao menos ter-se em conta uma noção descritiva de robôs, de modo a auxiliar a compreensão dos aspetos da IA aplicados nessa área. Por esse propósito, um robô é “a máquina que (i) pode tanto ter um corpo físico tangível, permitindo a interação com o mundo externo, ou ter uma natureza intangível – como um software ou programa, (ii) em seu funcionamento é alternativa e diretamente controlada ou simplesmente supervisionada por um ser humano, ou pode até mesmo atuar autonomamente a fim de (iii) executar tarefas, as quais apresentam diferentes graus de complexidade (repetitivas ou não) e pode acarretar a adoção de escolhas não pré-determinadas entre as alternativas possíveis, mas ainda com o objetivo de atingir um resultado ou fornecer informações para avaliação posterior, tal como determinado por seu usuário, criador ou programador, (v) incluindo mas não se limitando à modificação do ambiente externo, e que, ao fazê-lo, pode (v) interagir e cooperar com humanos de várias formas e níveis” (BERTOLINI, *Robots...*, ob. cit., p. 217).

⁴⁶ Os algoritmos são descritos como o “ingrediente fundamental” da IA, pelo devem ser considerados em qualquer discussão que da disciplina (cf. PAGALLO; BARFIELD, *Advanced...*, ob. cit., p. 11). O algoritmo pode ser definido como “qualquer procedimento computacional bem definido que utiliza algum valor ou conjunto de valores como *entrada* [input] e produz algum valor ou conjunto de valores como *saída* [output]” (REIS, *Algoritmos...*, ob. cit., p. 119, grifos do autor). É, assim, “um conjunto de instruções” e constitui “(...) apenas uma das inúmeras formas de se representar matematicamente um processo estruturado para a realização de uma tarefa específica” (ibid., p. 120).

⁴⁷ COMEST, *Report...*, ob. cit., p. 48.

A partir da lição de Ryan Calo⁴⁸, somada⁴⁹ à de Jack M. Balkin⁵⁰ e acrescidas das ponderações de Scherer⁵¹, extraímos os elementos responsáveis por fazer da IA a nova fonte de riscos à vida de relação dos indivíduos, como os decorrentes de veículos autônomos. As repercussões jurídicas desses elementos são diversas, mormente em matéria de responsabilização criminal por resultados desvaliosos intermediados por essa tecnologia, sobretudo pela sua repercussão a partir da figura do *responsibility gap*⁵².

Sem embargo, os já referenciados elementos distintivos da IA⁵³ podem ser reconduzíveis a cinco atributos tecnológicos dos sistemas de IA, todos relativos à sua programação e à sua interatividade com os indivíduos⁵⁴: (i) imprevisibilidade, (ii) incontrolabilidade, (iii) opacidade e (iv) distributividade. Esses traços disruptivos serão adiante pormenorizados.

2.1. Imprevisibilidade

⁴⁸ CALO, Ryan. "Robotics and the Lessons of Cyberlaw". *California Law Review*, v. 103, 2015, p. 513-564, *passim*. Na visão do autor, são três as qualidades essenciais que caracterizariam a robótica como uma tecnologia transformativa: (i) a corporificação (*embodiment*), a habilidade das ferramentas robóticas de influenciarem diretamente o mundo físico (ou tangível), no que se traduz no potencial risco de causar danos físicos às pessoas ou à propriedade (ibid., p. 532-533); (ii) a emersão (*emergence*), termo empregado pelo autor em vez de autonomia (*autonomy*), referente à capacidade dos robôs de autoaprendizagem e adoção de "comportamentos" imprevisíveis aos programadores (ibid., p. 538-539); e (iii) valor social (*social value*), alusivo à evocação, pelos robôs, da pré-disposição dos indivíduos para atribuírem-lhes papéis sociais e vínculos afetivos, pelo que tais tecnologias poderiam adequar-se a uma nova "categoria ontológica" (CALO, *Robotics...*, ob. cit., p. 546), a clamar por reflexões acerca da criação de uma nova categoria de sujeito de direitos, normativamente situada entre a pessoa e o objeto (ibid., p. 549). Tomamos de empréstimo a tradução das nomenclaturas feita por FRAZÃO, Ana; GOETTENAUER, Carlos. "Black box e o direito face à opacidade algorítmica". In: BARBOSA, Mafalda Miranda [et al.] (coords.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. São Paulo: Editora Foco, 2021, p. 32.

⁴⁹ Isso porque, a despeito de ter se perfilhado à exposição de Calo, Balkin estendeu-a para todos os sistemas de IA que impactam a sociedade de maneira inédita, e não só àqueles que, pela característica de corporificação, interagem fisicamente com o ambiente externo (cf. FRAZÃO; GOETTENAUER, *Black box...*, ob. cit., p. 32).

⁵⁰ BALKIN, Jack B. "The Path of Robotics Law". *California Law Review Circuit*, v. 6, 2015, p. 45-60, *passim*.

⁵¹ SCHERER, *Regulating...*, ob. cit., p. 354-400, *passim*. O autor enumera as seguintes características problemáticas da IA: (i) autonomia (*autonomy*), previsibilidade (*foreseeability*) e causalidade (*causation*); (ii) controle (*control*) e, quanto à pesquisa e ao desenvolvimento, (iii) descrição (*discreet*), difusão (*diffuse*), distinção (*discrete*) e opacidade (*opaque*) (ibid., p. 362-373). Mais uma vez, aproveitamos a tradução para o português dos termos realizada por FRAZÃO; GOETTENAUER, *Black...*, ob. cit., p. 32.

⁵² Cf., por todos, SOUSA, *Não...* ob. cit., p. 63.

⁵³ Seguimos, portanto, em alguma medida, os critérios também estimados por FRAZÃO; GOETTENAUER, *Black...*, ob. cit., p. 33-35.

⁵⁴ BALKIN, *The Path...*, ob. cit., p. 49.

Os agentes de IA são autônomos⁵⁵. Eles podem desempenhar tarefas, complexas ou não, sem controle ou supervisão humana, independentemente da natureza do ambiente em que estejam, físico ou digital. A intervenção humana limita-se à atuação dos programadores, que codificam os objetivos a serem perseguidos pelas máquinas, as quais autonomamente são capazes de escolher a melhor “ação” para alcançá-los⁵⁶.

Paralelamente à autonomia, situam-se as técnicas de ML⁵⁷. Elas são compostas por algoritmos de aprendizagem de máquina que permitem à IA executar tarefas que não tenham sido previamente programadas. Nesses casos, o *output* da máquina não corresponderá a nenhum *input* do programador, mas sim ao resultado da análise estatística feita pelo sistema acerca dos dados escolhidos do ambiente⁵⁸.

Por exemplo, a IA autonomamente é capaz de realizar intervenções cirúrgicas, operar no mercado de valores mobiliários ou conduzir veículos⁵⁹. Especificamente em relação aos veículos autônomos, a aprendizagem de máquina permite que desempenhem manobras e trafeguem por novos percursos sem terem qualquer dado pretérito⁶⁰.

Por essas razões, a literatura afirma que a IA autônoma e com ML poderá “agir” de maneira ontologicamente imprevisível até mesmo aos seus desenvolvedores, uma vez que essas “ações” serão inéditas e não corresponderão às respostas pré-programadas do *software*⁶¹.

⁵⁵ Importa ressaltar que se compreende a *autonomia* da IA como as habilidades de aprendizagem e de interação com o ambiente. Em nada se relaciona, conseqüentemente, à supervisão ou controle humanos: uma máquina tanto pode demonstrar “comportamentos” previsíveis ao operar sem qualquer vigilância humana, como pode realizar “ações” imprevisíveis ao funcionar sob o cuidado direto de um usuário (cf. BERTOLINI, *Robots...*, ob. cit., p. 221).

⁵⁶ *Ibid.*, p. 222.

⁵⁷ As formas de implementação dessa técnica aparecem em três estilos mais comuns (*Uma definição de IA...*, ob. cit., p. 4): a aprendizagem supervisionada (*supervised learning*), a aprendizagem não supervisionada (*unsupervised learning*) e a aprendizagem por reforço (*reinforcement learning*), as quais representam jeitos absolutamente distintos do uso dos dados percebidos do ambiente (cf. VIRDEE, Tirath [et al.]. “Taxonomy of AI”. In: KERRIGAN, Charles (ed.). *Artificial Intelligence: Law and Regulation*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2022, p. 479). Sobre tais espécies de aprendizagem automática nos sistemas de IA: RUSSELL; NORVIG, *Artificial...*, ob. cit., p. 693 e ss.

⁵⁸ KERRIGAN, Charles. “Introduction to AI”. In: KERRIGAN, Charles (ed.). *Artificial Intelligence: Law and Regulation*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2022, p. 32; RUSSELL; NORVIG, *Artificial...*, ob. cit., p. 39; SURDEN, Harry; WILLIAMS, Mary-Anne. “Technological Opacity, Predictability, and Self-Driving Cars”. *Cardozo L. Rev.*, v. 38, 2016, p. 162.

⁵⁹ SCHERER, *Regulating...*, ob. cit., p. 363.

⁶⁰ VIRDEE [et al.], *Taxonomy...*, ob. cit., p. 478-479.

⁶¹ BERTOLINI, *Robots...*, ob. cit., p. 220-221. Convém enfatizar que não são todas as “ações” de máquinas com algoritmos de ML que são *imprevisíveis*: apenas aquelas que diferirem dos programas aos quais elas foram determinadas a executar podem ser assim qualificadas (*ibid.*, p. 221).

A imprevisibilidade poderá acarretar consequências positivas⁶² - o que é, inclusive, apontado como uma das “vantagens competitivas face a tecnologias tradicionais”⁶³. Existirão, no entanto, casos em que o “comportamento” imprevisível represente um dano a interesses juridicamente tutelados – como a vida, a integridade física, o patrimônio, a privacidade digital, a honra *etc.* A condução automatizada dá-nos amostras: o carro pode optar autonomamente por manobras arriscadas que originem acidentes rodoviários com mortes e lesões de pessoas. Há também o caso do *chatbot* Tay⁶⁴, robô que aprendeu ao interagir com usuários humanos e, em menos de 24 horas, passou a defender o genocídio, a negar o holocausto e a proferir discursos ódio voltados às mulheres e outras minorias sociais⁶⁵.

Conquanto essa constelação de casos envolva fatos revestidos de antinormatividade penal, surgirão problemas na responsabilização criminal. O “agir” autónomo da IA desassocia o evento naturalístico por ela intermediado de uma conduta humana, e a imprevisibilidade do resultado naturalístico igualmente trava o juízo de imputação penal.

2.2. Incontrolabilidade

A incontrolabilidade dos robôs de IA decorre da ausência de controlo humano durante a sua operação – em alguns casos, inexistente até mesmo supervisão. Essas máquinas são programadas justamente para funcionar autonomamente e com permissões para o aprendizado e à adaptação⁶⁶ (*machine learning*). É o caso, por exemplo, da tecnologia integrada aos carros autónomos, que dispensam motoristas a depender do nível de automação, como também dos algoritmos de precificação, que ajustam os preços de mercadorias por si sós⁶⁷.

Há a possibilidade de a incontrolabilidade constituir consequência não intencional da fabricação do agente de IA. Ela pode ser ocasionada por falhas técnicas do sistema,

⁶² Pensemos no diagnóstico inovador realizado pela IA que possibilite salvar a vida de pacientes ou na melhoria das condições de segurança na condução pela aprendizagem dos veículos autónomos.

⁶³ FRAZÃO; GOETTENAUER, *Black box...*, ob. cit., p. 34

⁶⁴ Sistema de IA criado para travar conversas autónomas em uma rede social, a partir de técnicas de ML, empregadas para que o sistema aprendesse a partir dos diálogos que travasse.

⁶⁵ “Microsoft Created a Twitter Bot to Learn From Users. It Quickly Became a Racist Jerk.” Disponível em <<https://www.nytimes.com/2016/03/25/technology/microsoft-created-a-twitter-bot-to-learn-from-users-it-quickly-became-a-racist-jerk.html>>. Cons. 14 jul. 2023.

⁶⁶ SCHERER, *Regulating...*, ob. cit., p. 366-367.

⁶⁷ *Ibid.*, p. 33.

programação defeituosa ou erros na segurança cibernética. Em tais hipóteses, na existência de um usuário responsável por supervisionar e operar a máquina, este poderá enfrentar sérias dificuldades para retomar o seu controle, ou até mesmo perdê-lo por completo⁶⁸, como nos trágicos acidentes com as aeronaves automatizadas Boeing 737 MAX⁶⁹.

Assim como a imprevisibilidade, a incontrollabilidade pode criar riscos à esfera jurídica dos indivíduos, com danos físicos ou patrimoniais⁷⁰, em que pese seja geralmente acompanhada por aspetos positivos⁷¹. O direito penal, nestes cenários, poderá ser convocado a intervir, mas haverá entraves à identificação do sujeito penalmente responsável, uma vez que, aparentemente, não há domínio do campo causal por humanos.

2.3. Opacidade

Os resultados algorítmicos estão atrelados ao *black box problem*. Os recursos críticos da IA são opacos quanto a sua forma de funcionamento. Essa falta de transparência dos códigos de programação implica dificuldades na reconstituição do procedimento algorítmico responsável pelo *output* da máquina⁷²⁻⁷³. Desconhece-se – parcial ou completamente – o “processo decisório” dos algoritmos, verdadeiros modelos de programação não interpretáveis, muito em razão da quase infindável quantidade de dados por eles captada e processada (*big data*). Essa situação agrava-se sobremaneira com o emprego de técnicas de aprendizagem de máquina, como a *deep learning* e as *neural networks*⁷⁴. Apesar de a opacidade ser inócua em sistemas como o *Deep Blue*⁷⁵, ela é

⁶⁸ SCHERER, *Regulating...*, ob. cit., p. 366-367.

⁶⁹ Os pilotos infrutiferamente tentaram sobrepor-se ao *software* do avião, após este, ao que tudo indica, apresentar erro de funcionamento (cf. COECKELBERGH, Mark. “Artificial Intelligence, Responsibility Attribution, and a Relational Justification of Explainability”. *Science and Engineering Ethics*, v. 26, 2020, p. 2052).

⁷⁰ FRAZÃO; GOETTENAUER, *Black box...*, ob. cit., p. 33.

⁷¹ Principalmente no que se refere à exoneração das pessoas de determinadas tarefas e à resposta a determinados eventos de forma muito mais célere do que a humana (ibid.).

⁷² Cf. RAI, Arun. “Explainable AI: from black box to glass box”. *Journal of the Academy of Marketing Science*, v. 48, 2020, p. 138-139; BURRELL, Jena. “How the machine ‘thinks’: Understanding opacity in machine learning algorithms”. *Big Data & Society*, v. 3, n. 1, 2016, p. 1-2.

⁷³ Não é o caso da *symbolic AI*, em que se programa uma árvore pré-estabelecida de decisão algorítmica para determinadas “decisões” ou “recomendações” da máquina (cf. COECKELBERGH, *Artificial...* ob. cit., p. 2060).

⁷⁴ BURRELL, *How...*, ob. cit., p. 4-5.

⁷⁵ O *Deep Blue* é um sistema de IA desenvolvido pela IBM para jogar autonomamente partidas de xadrez, e cujo sucesso tornou-se mundialmente reconhecido após ela derrotar o então campeão mundial do desporto (cf. “*Deep Blue*”. Disponível em <<https://stanford.edu/~cpiech/cs221/apps/deepBlue.html>>. Cons. 14 jul. 2023).

extremamente prejudicial em máquinas como o Boeing 737 Max⁷⁶: o contexto concreto de aplicação indicará a maior ou menor intensidade dos riscos ligados ao *black-box problem*.

Naturalmente, parece-nos não se afigurar viável, ao menos no atual estágio de desenvolvimento tecnocientífico, a transparência absoluta dos códigos de programação, ainda mais quando o *output* se alicerça em volumes gigantescos de dados. O que não deveria ser usual é a ininteligibilidade dos algoritmos, opacos em relação à sua lógica interna de operação⁷⁷.

É por isso que há uma preocupação crescente em se conferir interpretabilidade aos algoritmos. O desafio é torná-los compreensíveis sem que percam a assertividade de suas “decisões”⁷⁸. O foco reside na implementação da *explainable AI* (XAI). O intuito é transformar os *black box models* em *glass box models* pela implementação de *post-hoc interpretability techniques*, as quais elucidam o caminho percorrido pelo algoritmo até determinado *output*, de modo a facilitar, inclusive, o reconhecimento de eventuais defeitos de funcionamento⁷⁹.

A circunscrição problemática da opacidade para o direito penal está ligada à comprovação da relação de causalidade entre a conduta e o resultado desvalioso, sem a qual deve ser excluído o juízo de imputação ao tipo objetivo. Devido à inexplicabilidade do “processo decisório” dos sistemas de IA, há dificuldades em se identificar a ação pretérita que tenha sido determinante para a máquina emitir determinado *output*.

2.4. Distributividade

⁷⁶ Não se conseguia perceber o motivo pelo qual o sistema de piloto automático permanecia a puxar o nariz da aeronave para baixo, de modo a fazê-la perder altitude, mesmo quando se tentava retomar o seu controle (cf. COECKELBERGH, *Artificial...*, ob. cit., p. 2061).

⁷⁷ FRAZÃO; GOETTENAUER, *Black box...*, ob. cit., p. 31.

⁷⁸ SILVA, Nilton Correia da. “Inteligência Artificial”. In: FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin (coords.). *Inteligência artificial e direito: ética, regulação e responsabilidade*. 2ª ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020, p. 45.

⁷⁹ RAI, *Explainable...*, ob. cit., p. 138-139.

A distributividade refere-se à “lógica difusa de desenvolvimento” da IA⁸⁰. Associa-se a ela o *the problem of many hands*⁸¹, que indica a multiplicidade de intervenientes nas diferentes etapas de produção do sistema de IA, principalmente de programadores, o que pode ensejar entraves à delimitação do(s) indivíduo(s) a ser(em) responsabilizado(s) pelos defeitos de funcionamento⁸².

Nesse contexto, identifica-se também o *many things problem*⁸³ nos agentes de IA que sejam corporificados. Eles são construídos com inúmeros componentes de *software* (sistemas) e de *hardware* (sensores, câmaras, entre outros), desenvolvidos isoladamente e apenas reunidos para a montagem final do produto. Como exemplo, acidentes que envolvam veículos autónomos podem estar relacionados a mau funcionamento de um desses elementos, pelo que se deve detetar como a máquina é estruturada e quem teve a incumbência da criação, programação e manutenção de suas partes para se poder atribuir o defeito à ação dessas pessoas⁸⁴.

Por isso, colocam-se dúvidas quanto à delimitação da autoria de um ilícito-típico intermediado por máquinas de cujo fabrico participaram inúmeras pessoas e que são construídas por diversos componentes de *hardware* e *software*, eis que as contribuições causais ao resultado desvalioso oriundo de defeitos podem ser bastante diversas.

§2. A IA no setor de transportes: os veículos autónomos

1. A condução automatizada e os níveis progressivos de automação

Conforme estudo publicado pela Universidade de Stanford, o setor dos transportes será um dos primeiros domínios nos quais seremos convocados a confiar na segurança de sistemas de IA para executar tarefas críticas. Esse é o caso dos veículos autónomos, aos quais atrelam-se as promessas de drástica redução do número de acidentes rodoviários com vítimas⁸⁵.

Há, com efeito, uma estimativa oficial de que cerca de 25.500 pessoas são vítimas fatais de colisões que envolvem veículos na UE, enquanto aproximadamente 135.000 outras

⁸⁰ FRAZÃO; GOETTENAUER, *Black box...*, ob. cit., p. 35.

⁸¹ Cf. COECKELBERGH, *Artificial...*, ob. cit., p. 2056.

⁸² BALKIN, *The Path...*, ob. cit., p. 53.

⁸³ Cf. COECKELBERGH, *Artificial...*, ob. cit., p. 2057.

⁸⁴ *Ibid.*, p. 2057-2058.

⁸⁵ STONE [et. al], *Artificial...*, ob. cit., p. 18-21.

são gravemente lesionadas por acidentes da mesma natureza⁸⁶. Os dados são certamente alarmantes. Inclusive, alguns Estados-Membros já comunicaram que o número de acidentes mortais tornou a crescer⁸⁷, muito embora o número total de acidentes esteja relativamente estabilizado⁸⁸. É por isso que há uma preocupação constante voltada à elaboração e adoção de medidas que visem reduzir esses eventos indesejados⁸⁹. Elas dirigem-se ao incremento da segurança nas rodovias públicas pelo combate à principal causa dos acidentes rodoviários: o erro humano (excesso de velocidade, consumo de álcool, cansaço e distração, por exemplo)⁹⁰. Estudos apontam que os acidentes de trânsito têm no erro humano o seu maior risco, que é responsável por 93,5% dos incidentes rodoviários⁹¹.

Naturalmente, escassear o erro dos condutores levará a um drástico decréscimo dos acidentes rodoviários. Pesquisas indicam que a implementação de mecanismos tecnológicos de automação veicular é bastante eficaz para a diminuição dos danos (à vida, à integridade física e ao património) havidos nos incidentes de trânsito⁹². Cálculos estimam que os veículos autónomos seriam capazes de evitar o falecimento de 1.24 milhões de pessoas em todo o mundo pela drástica diminuição do erro humano, o que representaria notável ganho social pelo incremento da segurança rodoviária⁹³.

Portanto, a ampliação da segurança rodoviária talvez seja o maior benefício da presença de carros com condução automatizada nas ruas⁹⁴, mas não é o único. Atrela-se a eles a promessa de um tráfego mais eficiente devido à comunicação entre os veículos e entre

⁸⁶ *Salvar Vidas: Reforçar a segurança dos veículos na UE. Resolução do Parlamento Europeu, de 14 de novembro de 2017, sobre salvar vidas: reforçar a segurança dos veículos na UE (2017/2085(INI)).*

⁸⁷ Cf. *Segurança rodoviária: novas estatísticas apelam a redobrar esforços para salvar vidas nas estradas da UE.* Disponível em <https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pt/IP_16_863>. Cons. 14 jul. 2023).

⁸⁸ *Salvar Vidas: reforçar a segurança dos veículos na UE. Relatório sobre o acompanhamento e a avaliação dos dispositivos avançados de segurança dos veículos, a sua relação custo-eficácia e a sua exequibilidade, tendo em vista a revisão dos regulamentos relativos à segurança geral dos veículos e à proteção dos peões e outros utilizadores vulneráveis da estrada (COM(2016) 787 final), p. 4.*

⁸⁹ A segurança rodoviária depende de três fatores: os veículos, a infraestrutura e o comportamento dos condutores. Consequentemente, faz-se premente a adoção de medidas nos três domínios para que o aumento da segurança seja realmente eficaz (ibid.).

⁹⁰ Ibid.

⁹¹ WINKLE, Thomas. “Safety Benefits of Automated Vehicles: Extended Findings from Accident Research for Development, Validation and Testing”. In: MAURER, Markus [et al.] (eds.). *Autonomous Driving. Technical, Legal and Social Aspects*, p. 353.

⁹² BEIKER, Sven A. “Legal Aspects of Autonomous Driving”. *Santa Clara L. Ver.*, v. 52, n. 4, 2012, p. 1150.

⁹³ LARI, Adeel [et al.]. “Self-Driving Vehicles and Policy Implications: Current Status of Autonomous Vehicle Development and Minnesota Policy Implications”. *Minnesota Journal of Law, Science & Technology*, v. 16, n. 2, 2015, p. 750-751.

⁹⁴ Cf. ibid., p. 750.

os veículos e a infraestrutura das estradas⁹⁵, de modo a gerar uma navegação mais precisa e colaborativa, com a diminuição de congestionamentos. Se comparados aos veículos manuais, os autónomos poupam quantidade considerável de combustível⁹⁶ e reduzem a emissão de gases poluentes na atmosfera⁹⁷. Além disso, permitem uma maior inclusão de pessoas no tráfego com o aumento da mobilidade dos idosos e dos portadores de deficiência, já que o carro se guia autonomamente⁹⁸.

Há uma padronização dos níveis de autonomia dos veículos elaborada pela SAE (*Society of Automotive Engineers*). No *standard* SAE J3016, a entidade estabeleceu a taxonomia e a definição das categorias de automação dos veículos. O documento apresenta seis níveis distintos, divididos por graus de automação crescente. Nos primeiros três níveis (do nível 0 ao nível 2), o humano é responsável pelo monitoramento do ambiente de direção, enquanto nos restantes (do nível 3 ao nível 5) é o sistema de condução automatizada que efetua essa tarefa. Em suma, nas categorias com menos autonomia (semiautónomos), há uma repartição do controlo da direção entre os algoritmos e o condutor: algumas tarefas de relevo são exercidas pelos primeiros, enquanto outras pelo segundo. Já nos níveis com mais autonomia, o deslocamento do carro prescinde de intervenção humana, que se limita à escolha do destino. Os seres humanos tornam-se meros passageiros e sua presença física no interior dos automóveis sequer é necessária. Todas as ações relevantes da condução são escolhidas pela máquina⁹⁹.

Com efeito, o nível 0 (*No Driving Automation*) indica que o condutor é “o único interveniente em todos os processos da condução do veículo, desde a aceleração e a direção, ao monitoramento do ambiente exterior e às respostas dinâmicas em situações de risco”¹⁰⁰. O nível 1 (*Driver Assistance*) traduz a “execução específica do modo de condução por um

⁹⁵ Sobre isto, especialmente dos dois tipos de veículos autónomos (*self-contained* e *interconnected*), além das tecnologias de comunicação dos carros do segundo tipo (*Vehicle-to-Vehicle* ou V2V e *Vehicle-to-Infrastructure* ou V2I), veja-se: GURNEY, Jeffrey K. “Driving into the Unknown: Examining the Crossroads of Criminal Law and Autonomous Vehicles”. *Wake Forest J.L. & Pol’y*, v. 5, n. 2, 2015, p. 399-401.

⁹⁶ BEIKER, *Legal Aspects...*, ob. cit., p. 1150-1151.

⁹⁷ *Rumo à mobilidade automatizada: uma estratégia da UE para a mobilidade do futuro* (COM(2018) 283 final), p. 1.

⁹⁸ GURNEY, *Driving...*, ob. cit., p. 402-403.

⁹⁹ Os veículos semiautónomos têm o seu controlo repartido entre os algoritmos e os condutores. Algumas tarefas de relevo da condução são efetuadas pelo sistema, enquanto outras pelo humano (SURDEN; WILLIAMS, *Technological...*, ob. cit., p. 132-135).

¹⁰⁰ LOUSA, Anibal José Moreira Lousa. *Veículos autónomos e conectados – tecnologia e identificação de possíveis alterações na infraestrutura de transporte*. Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2018. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, na área de Especialização em Urbanismo, Transportes e Vias de Comunicação, p. 22.

sistema de assistência ao condutor na direção ou aceleração/desaceleração usando informações sobre o ambiente de condução e com a expectativa de que o condutor humano execute todos os aspectos restantes da tarefa de condução dinâmica”¹⁰¹. O nível 2 (*Partial Driving Automation*) refere-se ao emprego de *Advanced Driving Assistance Systems* (ADAS), responsáveis, em contextos de operação específicos (abaixo de certa velocidade ou em determinadas estradas), “tanto de direção como de aceleração/desaceleração usando informações sobre o ambiente de condução e com a expectativa de que o condutor humano execute todos os aspectos restantes da tarefa de condução dinâmica”¹⁰². O nível 3 (*Conditional Driving Automation*) diz respeito ao “desempenho específico do modo de condução por um sistema de condução automatizado de todos os aspectos da tarefa de condução dinâmica com a expectativa de que o condutor humano responda adequadamente a um pedido para intervir”¹⁰³. O nível 4 (*High Driving Automation*) representa o “desempenho específico do modo de condução por um sistema de condução automatizado de todos os aspectos da tarefa de condução dinâmica, mesmo que o condutor humano não responda adequadamente a um pedido para intervir”¹⁰⁴. O nível 5 (*Full Driving Automation*) remete ao “desempenho em tempo integral por um sistema de condução automatizado de todos os aspectos da tarefa de condução dinâmica sob todas as condições ambientais e rodoviárias que podem ser geridas por um condutor humano”¹⁰⁵.

Outra questão de interesse para este estudo consiste na forma segundo a qual se dá a condução autónoma pela IA. Os veículos autónomos, principalmente os de níveis mais altos de autonomia, empregam um processo trifásico para movimentarem-se, denominado de *sense-plan-act*, tal como a maioria dos robôs¹⁰⁶. Esse processo repete-se por milhares de vezes a cada segundo. É isso que permite a adaptação dos carros autónomos a situações inesperadas, decorrentes de mudanças repentinas nas condições do tráfego. Como referem Surden e Williams, um veículo, depois de perceber o ambiente que o circunda, pode verificar que a mudança da faixa de rodagem é segura. Poucos segundos após, um ciclista, que não estava lá anteriormente, adentra a faixa paralela. Devido à constante reiteração do

¹⁰¹ Ibid.

¹⁰² Ibid.

¹⁰³ Ibid.

¹⁰⁴ Ibid.

¹⁰⁵ Ibid.

¹⁰⁶ ANDERSON, James M. [et al.]. *Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers*. Santa Monica, CA: Rand Corporation, 2014, p. 58.

processo trifásico de condução, o sistema do veículo é capaz de rapidamente detetar essa nova condição e ajustar o plano de movimentação de acordo com os novos dados percebidos do ambiente, de modo a evitar um acidente¹⁰⁷.

A primeira etapa do plano (*sense*) diz respeito à utilização, pelo veículo autónomo, dos componentes de *hardware* nele equipados: os sensores (câmaras de vídeo, GPS, radares, sonares e o LIDAR¹⁰⁸). São eles que fornecerão informações sobre o posicionamento do veículo e a velocidade em que trafega, a presença de objetos móveis e imóveis nas proximidades, além de identificar sinalizações rodoviárias (semáforos, marcas rodoviárias, sinalização vertical, sinais dos agentes reguladores do trânsito *etc.*) e outras condições específicas (clima, congestionamentos e acidentes)¹⁰⁹.

Na segunda etapa (*planning*), os dados recolhidos pelos sensores são alimentados ao sistema de *software* do veículo autónomo e por ele interpretados. Por meio da combinação entre o processamento de dados dinâmicos e o de informações estáticas constantes em mapas pré-instalados, o sistema “planeia” a trajetória do carro e as “decisões” necessárias para chegar ao destino (direção, aceleração, travagem ou parada). É nesta fase que se pode notar com maior ênfase a autonomia, pois torna-se mais nítida a “tomada de decisões” sobre a condução pela IA¹¹⁰. O planeamento da condução autónoma é tarefa de elevada complexidade tecnológica, notadamente pela mutabilidade dos eventos que podem afetá-la. É por isso que o processamento dos dados captados pelos sensores do ambiente é feito por algoritmos cognitivos, concebidos com técnicas de ML¹¹¹. Os sistemas de IA de veículos autónomos “aprendem” e aperfeiçoam-se sozinhos à medida que desempenham a tarefa da condução. Tais algoritmos são inclusive previamente treinados à circulação dos carros autónomos, com base na análise de exemplos de direção segura, o que faz com que melhorem seus modelos matemáticos, de modo a assegurar a segurança na condução. Por isso, não possuem nem mesmo todas as regras do plano de direção pré-programadas (quando e para

¹⁰⁷ SURDEN; WILLIAMS, *Technological...*, ob. cit., p. 141-142.

¹⁰⁸ O LIDAR (*Light Detection and Ranging*) é análogo aos radares, mas, em vez de calcular a distância entre objetos a partir do tempo em que ondas de rádio refletem de volta, ele emite feixes de laser para calcular a velocidade, posição e distância de objetos próximos (cf. *ibid.*, p. 143).

¹⁰⁹ *Ibid.*, p. 137-138; ZAPAROLLI, Domingos. “O futuro da mobilidade com carros autónomos”. *Pesquisa FAPESP*, v. 315, 2022.

¹¹⁰ ANDERSON, *Autonomous...*, ob. cit., p. 58-59; SURDEN; WILLIAMS, *Technological...*, ob. cit., p. 141-142.

¹¹¹ COMEST, nota 24, p. 53. Os códigos de programação de tais sistemas também contam com algoritmos determinísticos, mas que se relacionam apenas às funções previsíveis, como a preservação da privacidade dos usuários dos veículos autónomos (*ibid.*).

onde direcionar o carro, momentos em que deva acelerar ou travar *etc.*) – o que, aliás, seria de todo impossível aos programadores, em razão da dinamicidade do tráfego rodoviário. Essa tecnologia permite ao veículo trafegar em quaisquer estradas, independentemente de condições externas¹¹².

A última etapa (*act*) refere-se à implementação do plano elaborado pelo sistema de IA do veículo autónomo. Os algoritmos decidem então por “ações” concretas e ativam os atuadores dos carros para executarem-nas, controlando toda a movimentação do automóvel¹¹³.

Muito embora o plano trifásico dos algoritmos promova atuação segura dos veículos autónomos, sobretudo na redução de colisões com vítimas, eles não estão imunes a defeitos ou outras intercorrências indesejadas. O sistema do veículo autónomo pode ser incapaz de reagir adequadamente a uma crise inesperada ou simplesmente pode ocorrer uma falha em seus computadores. Essas situações poderão originar graves acidentes rodoviários, com danos ao património, à incolumidade física e até mesmo à vida dos indivíduos.

Dessa forma, tal como outros agentes de IA cujos códigos de programação contam com algoritmos cognitivos e técnicas de ML, os veículos autónomos também enfrentam os problemas advindos da imprevisibilidade, incontrollabilidade, opacidade e distributividade. Portanto, são também identificáveis as preocupações relativas ao *responsibility gap* na constelação de casos que envolvam danos a bem jurídico-penal intermediados por essa tecnologia automotiva.

2. O regramento jurídico dos veículos autónomos

2.1. A nível internacional

No direito internacional público, o documento que adquire maior relevo é a Convenção de Viena sobre Circulação Rodoviária, incorporada ao direito português pela Resolução da Assembleia da República n.º 107/2010, que visa aumentar a segurança com a adoção de regras uniformes de circulação.

Até 2016, os carros autónomos não eram abrangidos por esse tratado internacional, que exigia a presença de condutor nos veículos (art. 8.º, n. 1), a quem incumbe estar em condições de dominar o respetivo veículo (art. 8.º, n. 5). Não havia, pois, a previsão de

¹¹² SURDEN; WILLIAMS, *Technological...*, ob. cit., p. 147-150.

¹¹³ Ibid., p. 150; ZAPAROLLI, *O futuro...*, ob. cit., p. 67; BEIKER, *Legal Aspects...*, ob. cit., p. 1147.

substituição do condutor por *softwares* nessas tarefas. Esse requisito legal colocava barreiras à comercialização de veículos autónomos e poderia impedir até mesmo testá-los nas estradas, fora de ambientes controlados ou virtuais, nas quais o sistema poderia aperfeiçoar-se¹¹⁴. Os Estados-Membros da UE, porém, confirmaram que tais testes estariam permitidos pela Convenção de Viena¹¹⁵.

No entanto, a Convenção sofreu alterações ainda em 2016 para permitir o uso de sistemas que influenciem a condução dos veículos, caso estejam em conformidade com as condições de produção, instalação e utilização previstas em instrumentos legais internacionais. Remanesceu, porém, a obrigatoriedade do condutor mesmo que a direção seja delegada a um *software*, para que aquele possa, a qualquer momento, retomar o controlo do veículo (art. 8.º, n. 5bis).

2.2. A nível europeu

No domínio da UE, após o Regulamento UE 2019/2144 modernizar a legislação-quadro referente à homologação de veículos para abarcar a condução automatizada¹¹⁶, passou-se a entender que a regulação jurídica vigente “já é em grande medida adequada à colocação no mercado de veículos automatizados e conectados”¹¹⁷.

Aliás, antes mesmo da entrada em vigor das regras de homologação dos veículos autónomos e de fiscalização do mercado correspondente, o art. 20.º, n. 1 da Diretiva 2007/46/CE¹¹⁸ permitia “validar tecnologias de automatização de automóvel novas e pioneiras ao abrigo do quadro da UE”¹¹⁹.

¹¹⁴ SILVA, Gonçalo Manuel de Sequeira Viana da. “Veículos autónomos: um novo desafio para o direito português”. *Data Venia*, a. 8, n. 11, 2020, p. 18-19.

¹¹⁵ (GEAR 2030) *The Report of the High Level Group on the Competitiveness and Sustainable Growth of the Automotive Industry in the European Union* (2017). Disponível em <<https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/141562/GEAR%202030%20Final%20Report.pdf>>. Cons. 14 jul. 2023, p. 42.

¹¹⁶ Regulamento UE 2019/2144 do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de novembro de 2019 relativo aos requisitos de homologação de veículos a motor e seus reboques e dos sistemas, componentes e unidades técnicas destinados a esses veículos, no que se refere à sua segurança geral e à proteção dos ocupantes dos veículos e dos utentes da estrada vulneráveis.

¹¹⁷ *Rumo...*, ob. cit., p. 6.

¹¹⁸ Diretiva 2007/46/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Setembro de 2007, que estabelece um quadro para a homologação dos veículos a motor e seus reboques, e dos sistemas, componentes e unidades técnicas destinados a serem utilizados nesses veículos (Diretiva-Quadro).

¹¹⁹ *Ibid.*, p. 10.

De qualquer forma, o Regulamento 2019/2144 veio para definitivamente estabelecer um quadro para a homologação dos veículos automatizados e totalmente automatizados, no intuito de estabelecer a conformidade técnica que eles e os sistemas, componentes e unidades técnicas destinadas a serem neles utilizados deverão atender antes de sua introdução no mercado.

O novo Regulamento traz uma série de definições pertinentes, dentre as quais estão a de veículo automatizado (art. 3.º, n. 21), veículo totalmente automatizado (art. 3.º, n. 22) e sistema de controlo da disponibilidade do condutor (art. 3.º, n. 23), dentre outras tecnologias avançadas de assistência à condução.

Em relação aos encargos gerais dos fabricantes, é previsto o ónus de “demonstrar que todos os veículos novos colocados no mercado, matriculados ou que tenham entrado em circulação, bem como todos os sistemas, componentes e unidades técnicas novos colocados no mercado ou que tenham entrado em circulação, são homologados de acordo com os requisitos do presente regulamento e dos atos delegados e de execução adotados nos termos do mesmo” (art. 4.º, n. 1). Eles ainda “devem assegurar que os veículos sejam concebidos, construídos e montados de forma a minimizar o risco de lesões nos ocupantes do veículo e nos utentes da estrada vulneráveis” (art. 4.º, n. 4).

Os fabricantes são obrigados a cumprir todos os requisitos específicos presentes no Regulamento aplicáveis aos veículos automatizados e totalmente automatizados (art. 11.º), além de outros concernentes aos sistemas destinados a substituir o condutor no controlo do veículo, incluindo a sinalização, a direção, a aceleração e a travagem (art. 11.º, n. 1, *a*)), sistemas destinados a fornecer ao veículo informação em tempo real sobre o estado do veículo e a zona circundante (art. 11.º, n. 1, *b*)), sistemas de controlo da disponibilidade do condutor (art. 11.º, n. 1, *c*)), aparelhos de registo de eventos para veículos automatizados” (art. 11.º, n. 1, *d*)), formato harmonizado para o intercâmbio de dados destinados, por exemplo, a um comboio de veículos de diferentes marcas (art. 11.º, n. 1, *e*) e sistemas destinados a fornecer informações de segurança aos outros utentes da estrada (art. 11.º, n. 1, *f*)).

Na sequência, a Comissão adotou o Regulamento de Execução 2022/1426¹²⁰, de 5 de agosto de 2022, que estabeleceu regras para a aplicação do Regulamento 2019/2144,

¹²⁰ Regulamento de Execução (UE) 2022/1426 da Comissão de 5 de agosto de 2022, que estabelece regras de aplicação do Regulamento (UE) 2019/2144 do Parlamento Europeu e do Conselho no que se refere a

sobretudo para a homologação dos sistemas enumerados no art. 11.º do Regulamento 2019/2144, à exceção do art. 11.º, n. 1, c), que não é aplicável aos veículos totalmente automatizados. Ademais, o anexo II do Regulamento de Execução disciplina os requisitos de desempenho do sistema de condução automatizada (ADS), com a previsão de regras para cenários de tráfego nominais¹²¹, cenário de tráfego crítico¹²², cenários de avaria¹²³, além de outras regras jurídicas de cuidado (requisitos de desempenho do carro) que deverão incidir sobre a programação de carros autónomos, como é o caso de que o ADS¹²⁴ seja capaz de executar a tarefa de condução dinâmica (DDT¹²⁵) “em todos os cenários de tráfego críticos razoavelmente previsíveis no ODD¹²⁶”, como também na obrigatoriedade de disponibilização de manual de utilização ao usuário, com a inclusão de informações sobre “as medidas técnicas (por exemplo, verificações e trabalhos de manutenção do veículos e infraestruturas exteriores, requisitos em matéria de infraestruturas físicas e de transporte, tais como marcadores de localização e sensores de perceção), as restrições operacionais (por exemplo, limitação da velocidade, via de trânsito específica, separação física de trânsito no sentido oposto), as condições ambientais (por exemplo, ausência de neve) e as medidas operacionais (por exemplo, necessidade de operador a bordo ou de operador de intervenção à distância) necessárias para garantir a segurança durante o funcionamento do veículo totalmente automatizado” (anexo II, n. 10).

2.3. A nível nacional

procedimentos e especificações técnicas uniformes para a homologação do sistema de condução automatizada (ADS) de veículos totalmente automatizados.

¹²¹ Situações razoavelmente previsíveis com que o ADS se defronta quando funciona dentro do seu ODD. Estes cenários representam as interações não críticas do ADS com outros utentes da estrada e resultam em funcionamento normal do ADS (art. 2.º, n. 19).

¹²² Cenários relacionados com casos de emergência (por exemplo, condições inesperadas com uma probabilidade de ocorrência excepcionalmente baixa) e insuficiências operacionais, não se limitando a condições de tráfego, mas incluindo igualmente condições ambientais (por exemplo, chuvas fortes ou câmaras para visibilidade em situações de pouca luz solar), fatores humanos, conectividade e falhas de comunicação que conduzam ao funcionamento de emergência do ADS (art. 2.º, n. 20).

¹²³ Os cenários relacionados com a avaria do ADS e/ou dos componentes do veículo, que pode conduzir ao funcionamento normal ou de emergência do ADS, consoante seja ou não mantido o nível mínimo de segurança (art. 2.º, n. 21).

¹²⁴ Sistema de condução automatizada (*Automated Driving System*).

¹²⁵ Tarefa de condução dinâmica (*Dynamic Driving Task*).

¹²⁶ Domínio de conceção operacional (*Operational Design Domain*).

A legislação de outros países analisada circunscreve-se àquela positivada por dois países europeus¹²⁷: a Alemanha e a França. O motivo disso reside no facto de que tais Estados-Membro alteraram seus respetivos códigos de estrada para regulamentar os veículos altamente ou totalmente autónomos. Essa robustez em sua legislação é o que os torna relevantes para este estudo. É dessa regulamentação específica que poderemos, dentre outras fontes, colher os deveres de cuidado a serem observados por programadores ou operadores dos veículos autónomos, cuja violação é fundamental para a configuração da negligência penal. O caso francês adquire ainda mais importância, pois positivou o processo de imputação de resultados lesivos havidos durante o curso da condução automatizada.

Em acréscimo, tal como Portugal, os sistemas jurídicos alemão e francês submetem-se ao *rule of law*, tendo a lei como a fonte primária do direito. Assim, tais regulamentações normativas sobre a condução autónoma poderão servir como um guião para a formulação de algumas respostas problemas jurídico-penais colocados ao longo desta dissertação.

2.3.1. Alemanha

A Alemanha foi o primeiro país europeu a adaptar a sua legislação à circulação dos veículos autónomos¹²⁸. Aliás, entre todos os possíveis setores de aplicação da IA, a condução automatizada parece ser o que recebe maior atenção em solo tedesco¹²⁹. Hilgendorf aponta que “isso pode estar relacionado tanto à importância social e econômica da condução de veículos na Alemanha, quanto ao facto de que a indústria automobilística alemã continua ocupando posição de destaque em escala global”¹³⁰.

O StVG regulamenta os carros automatizados desde 2017. O §1a Abs. 1 agora permite a operação de veículos com funções de condução altamente ou totalmente automatizadas apenas se o uso estiver de acordo com as especificações técnicas estabelecidas

¹²⁷ O panorama geral das regras aplicáveis à condução autónoma nos demais países europeus pode ser encontrada em <<https://www.connectedautomateddriving.eu/regulation-and-policies/national-level/eu/>>. Cons. em 21 mar. 2023.

¹²⁸ SILVA, *Veículos autónomos...*, ob. cit., p. 22.

¹²⁹ HILGENDORF, Eric. “Condução automatizada enquanto desafio para a ética e o direito”. In: HILGENDORF, Eric. *Digitalização e direito*. GLEIZER, Orlandino (org. e trad.). São Paulo: Marcial Pons, 2020, p. 61.

¹³⁰ Ibid.

pelo fabricante - por exemplo, se ele pode ser utilizado em estradas rurais (*Landstraßen*) ou em rodovias federais (*Autobahnen*)¹³¹.

Os veículos autônomos são definidos do §1a Abs. 2 como aqueles dotados de equipamento técnico que realize a condução do respectivo carro a motor, incluindo o controle longitudinal e lateral (Nr. 1); cumpra as regulações do tráfego aplicáveis durante o modo de condução altamente ou totalmente automatizada¹³² (Nr. 2); permita a sua desativação e a retomada manual da direção pelo condutor (Nr. 3); reconheça a necessidade de controle manual do veículo pelo motorista (Nr. 4); notifique o condutor (visualmente, acusticamente, taticamente ou de qualquer outra forma perceptível) do requerimento para assumir o controle do veículo com antecedência antes de efetivamente passarem o controle (Nr. 5) e notifique acerca de uma utilização do sistema contrária à sua descrição (Nr. 6).

O condutor é aquele que ativa a função de condução altamente ou totalmente automatizada e a usa para o controle do veículo (§1a Abs. 4)¹³³. Ele deve permanecer atento para poder retomar a condução, ainda que possa desviar a atenção quando essas funções estejam ativadas (§1b Abs. 1). A retomada do controle do veículo deve ser feita quando o sistema emitir um sinal nesse sentido (Nr. 1) ou quando o condutor reconhecer ou tiver de reconhecer, com base em situações óbvias, que não mais subsistem os pré-requisitos para a condução altamente ou completamente automatizada (Nr. 2).

Atualmente, o StVG permite a circulação de veículos autônomos até o nível 4 de condução automatizada¹³⁴. O §1d Abs. 1 permite a ativação do sistema de condução automatizada sem a presença de condutor apenas em áreas operacionais definidas, as quais consistem nos espaços públicos em que eles estejam previamente autorizados a trafegar (§1d Abs. 2).

O §1f Abs. 3 traz os deveres oponíveis ao fabricante de um veículo com função de condução autônoma. O fabricante está obrigado (1) a demonstrar às autoridades competentes

¹³¹ Cf. *ibid.*, p. 64.

¹³² Hilgendorf vê problemas nesse dispositivo. Para o autor, “caso essa regulação seja interpretada de forma que o veículo tenha de cumprir, autonomamente, todas as regras de trânsito, então não deverá haver, num futuro próximo, veículos automatizados nas ruas da Alemanha, porque mesmo os mais avançados sistemas ainda não são capazes, por exemplo, de identificar sinais sonoros de forma confiável. O veículo, certamente, também não interpretará confiavelmente sinais de trânsito manuais, feitos por policiais. Esse problema terá que ser resolvido por meio da interpretação de que o veículo seja capaz de observar autonomamente as normas de trânsito apenas em princípio (ou seja, em geral), e, em caso de dúvida, prever função de entrega do controle do veículo ao motorista” (*ibid.*, p. 65).

¹³³ *Ibid.*

¹³⁴ GIUCA, Marta. “Disciplinare l’intelligenza artificiale. La riforma francese sulla responsabilità penale da uso di auto a guida autonoma”. *Archivio Penale*, 2022, n. 2, p. 5.

que o veículo está protegido contra ataques durante todo os períodos de desenvolvimento e funcionamento; (2) realizar uma avaliação de risco do veículo e demonstrar às autoridades competentes que os elementos críticos estão protegidos contra os perigos identificados na avaliação; (3) estabelecer ligações de rádio seguras para uma condução autónoma; (4) elaborar uma descrição do sistema e um manual de instruções, além de emitir uma declaração de que o veículo cumpre todos os requisitos do §1e Abs. 2 relativos às capacidades dos equipamentos técnicos nele equipados; (5) proporcionar formação às partes envolvidas no funcionamento do veículo, de modo a transmitir conhecimento sobre o seu funcionamento técnico, nomeadamente sobre as funções de condução e supervisão técnica; (6) notificar imediatamente as autoridades competentes assim que detetar qualquer manipulação no veículo, para que sejam executadas quaisquer medidas necessárias que se repute necessárias.

2.3.2. França

A França também adaptou o *C. Route* à realidade dos veículos autónomos. Diferentemente da Alemanha, há autorização legal para a circulação de veículos autónomos somente até o nível 3 de condução automatizada¹³⁵. O grande diferencial da legislação francesa é a previsão de hipóteses de responsabilidade penal (do condutor e do produtor) aplicável em caso de circulação de um veículo de condução delegada¹³⁶, para além das normas relativas às definições e regras de trânsito a eles aplicáveis.

As definições pertinentes aos veículos de condução delegada constam no Título 1.º do Livro 3 da parte regulamentar do *C. Route*. O art. R. 311-1.8 define-os como os carros equipados com sistema de condução automatizada. Tais veículos podem ser (i) parcialmente automatizados (art. R311-1, 8.1), quando o sistema seja capaz de exercer o controlo dinâmico do veículo dentro de um domínio de condições funcionais específicas, porém peça ao condutor que retome o controlo do veículo para responder a certos perigos do tráfego ou falhas; (ii) altamente automatizados (art. R311-1, 8.2), quando o sistema seja capaz de desempenhar o controlo dinâmico do veículo dentro de situações particulares, mas possa responder a qualquer perigo do tráfego ou falha sem demandar do condutor a retomada da

¹³⁵ Ibid.

¹³⁶ Pormenorizadamente: *ibid.*, *passim*.

condução e (iii) totalmente automatizados (art. R311-1, 8.3), quando o sistema exerce o controlo dinâmico do veículo sem limitações de funcionamento e seja capaz de responder a todos os perigos do tráfego ou defeitos sem recorrer à intervenção humana.

O enquadramento da responsabilidade penal aplicável em caso de circulação de um veículo de condução delegada vem, no entanto, antes de todas essas normas, num arranjo topográfico curioso. O art. L. 123-1, que inicia o Título 2 do Livro 1.º da parte legislativa do *C. Route*, afasta a regra geral do art. L. 121-1, segundo o qual o condutor do veículo é penalmente responsável pelas infrações por ele cometidas durante a condução do referido veículo. Exclui-se a própria imputação ao condutor pelos ilícitos típicos decorrentes de uma manobra de um veículo cujo controlo dinâmico tenha sido delegado a um sistema de condução automatizado. Permanece, porém, o dever de vigilância do condutor, que deve manter-se atento para atender a um pedido de retomada do controlo emitido pelo veículo, cumprindo o dever de intervenção.

Ainda segundo o art. L. 123-1, a regra geral da responsabilização penal dos condutores é aplicável: (1.º) a partir do momento em que o condutor assumo o controlo dinâmico do veículo; (2.º) caso o condutor não retome o controlo do veículo após um pedido dessa natureza feito pelo sistema de condução automatizada nas condições do art. L. 319-3; e (3.º) ao condutor que não respeite as ordens, injunções ou indicações dadas pelas autoridades ou as regras de prioridade no tráfego de veículos de interesse geral previstas no *C. Route*.

Na sequência, o art. L. 123-2 institui a responsabilidade criminal do fabricante do veículo ou de seu representante legal pelos crimes negligentes de homicídio e ofensa à integridade física na condução de veículo terrestre a motor (constantes nos arts. 221-6, 222-19-1 e 222-20-1, todos do *C. Pén.*) caso se constate uma *faute* (imprudência, negligência ou violação de um dever de cuidado ou segurança) nos moldes do art. 121-3 do *C. Pén.* O fabricante do veículo ou seu representante legal são ainda responsáveis ao pagamento de eventuais coimas incorridas, salvo na hipótese do número 3.º do art. L. 123-1.

Capítulo II: A responsabilização como pedra angular da regulação jurídica da inteligência artificial

§1. A gestão dos riscos e o direito penal

1. Advertência prévia

As questões de direito penal que adiante trataremos, sobretudo as associadas à responsabilidade pelo produto, não surgem por acaso nos discursos político-criminais e no processo argumentativo da dogmática jurídico-penal. Tais categorias espelham os contextos sociais que as reproduzem, já que, em última instância, a forma como surgem ou se desenvolvem está intimamente vinculada à organização social¹³⁷. Por isso, Prittwitz adverte-nos que as ciências jurídico-criminais não podem construir e desenvolver conceitos em posição de alheamento aos desenvolvimentos sociais¹³⁸.

O direito penal, em toda a sua especificidade axiológica, é particularmente afeto a essa perene correspondência. Hassemer dá-nos conta que o sistema jurídico-penal se situa no mais alto campo de todos os âmbitos do controlo social¹³⁹. A partir de seus elementos estruturantes (norma, sanção e processo), o direito penal ocupa-se dos “conflitos desviantes com grande relevância social, com grande intensidade de ameaça”¹⁴⁰ para assegurar, ao menos declaradamente, por meio de sua instrumentária (“a coação, a força, a acusação pública e condenação, privação de liberdade, confisco de dinheiro”¹⁴¹), a “*transformação social dos conflitos desviantes*”¹⁴². É por isso que há uma mútua correlação entre o direito penal e o tecido social: “as possibilidades do sistema jurídico penal de colocar sinais através da descriminalização ou do agravamento da pena, são, por sua vez, condicionadas pelas instâncias extra-penais, através do clima de controle e da norma em uma sociedade por determinado período”¹⁴³.

¹³⁷ BOTTINI, Pierpaolo Cruz. *Crimes de perigo abstrato: Uma análise das novas técnicas de tipificação no contexto da sociedade de risco*. 4.^a ed., rev. e atual. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2019, p. 21.

¹³⁸ PRITTWITZ, Cornelius. *Derecho penal y Riesgo. Investigaciones sobre la crisis del Derecho penal y la política criminal en la sociedad del riesgo*. Trad. de Eugenio C. Sarrabayrouse. Madrid: Marcial Pons, 2021, p. 57.

¹³⁹ HASSEMER, Winfried. *Introdução aos fundamentos do Direito Penal*. Trad. da 2^a ed. alemã por Pablo Rodrigo Alflen da Silva. Porto Alegre: Sergio Antonio Fabris Ed., 2005, p. 416.

¹⁴⁰ *Ibid.*, p. 415.

¹⁴¹ *Ibid.*

¹⁴² *Ibid.*, itálico no original.

¹⁴³ *Ibid.*, p. 416-417.

Assim, os conceitos jurídicos que serão objeto de nossa análise deverão ser compreendidos por meio das lentes de aumento de um método dialético-realista que nos permita enxergá-los “como resultado de um processo social e histórico que o precede e com o qual guarda referência contínua”¹⁴⁴.

É por uma tal razão que faremos, a seguir, referência ao contexto da sociedade do risco, ao qual a responsabilidade penal pelo produto artificialmente inteligente está inserida, por associar-se às decorrências de um elevado grau de industrialização e de outros avanços tecnológicos.

2. A sociedade do risco e a modernidade reflexiva

A sociedade de risco é uma formulação do sociólogo Ulrich Beck¹⁴⁵ sobre o que chama de novos riscos, que constituem o *prius*¹⁴⁶ de sua teoria sociocultural¹⁴⁷. Os novos riscos são identificados como o “produto global da maquinaria do progresso industrial”¹⁴⁸ e decorrem das tecnologias emergentes¹⁴⁹ para as quais a ciência não é capaz de estabelecer, com precisão, as consequências que podem ser causadas às pessoas por sua utilização¹⁵⁰.

Segundo Beck, os novos riscos podem gerar efeitos deletérios que desafiam as barreiras geográficas e temporais, porquanto não são “limitáveis, mensuráveis ou compensáveis”¹⁵¹. Inclusive, identifica-se um efeito bumerangue que faz o esquema de classes “saltar pelos ares”: os novos riscos afetam, mais cedo ou mais tarde, também os que o produzem e se beneficiam deles¹⁵².

¹⁴⁴ BOTTINI, *Crimes...* ob. cit. p. 21.

¹⁴⁵ BECK, Ulrich. *La sociedad del riesgo: Hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1998, *passim*. O sociólogo alemão Ulrich Beck, porém, não foi o único a endereçar as questões atinentes a um modelo de organização social pautado no risco. Cornelius Prittwitz identifica três modelos de sociedade de risco: o primeiro, do próprio Beck, que descreve uma sociedade que se vê confrontada com novas espécies de perigos, qualitativos e quantitativos, que ameaçam a existência da humanidade; o segundo, apresentado de forma mais acabada por Helga Nowotny e Adalbert Evers, que caracteriza a sociedade de risco pela transformação dos perigos incalculáveis em riscos manipuláveis; e o terceiro, refinado por Franz Xaver Kaufmann, o qual aborda uma sociedade incoerente, em que os indivíduos estão mais seguros do que nunca, mas, ao mesmo tempo, sentem-se cada vez mais inseguros (cf. PRITTWITZ, *Derecho...* ob. cit., p. 71-72).

¹⁴⁶ SOUSA, *A responsabilidade criminal pelo produto e o topus causal em direito penal: contributo para a proteção penal de interesses do consumidor*. Coimbra: Coimbra Editora, 2014, p. 54.

¹⁴⁷ BECHARA, Ana Elisa Liberatore Silva. *Bem Jurídico-Penal*. São Paulo: Quartier Latin, 2014.

¹⁴⁸ BECK, *La sociedad...* ob. cit., p. 28.

¹⁴⁹ *Ibid.*, p. 200.

¹⁵⁰ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 58.

¹⁵¹ PRITTWITZ, *Derecho...* ob. cit., p. 76.

¹⁵² BECK, *La sociedad...* ob. cit., p. 29.

Na ótica de sociólogo¹⁵³, esses riscos conformam-se com aquilo que ele denomina modernidade reflexiva (ou segunda modernidade), em contraposição à sociedade industrial (primeira modernidade), cujos riscos, que já contavam com certa monta, eram controláveis, pois permaneciam previsíveis à sociedade e ao Estado de Bem-estar social¹⁵⁴.

Esses novos riscos, contudo, não são previsíveis ou controláveis. Diante disso, criou-se um estado anímico generalizado de perigo, de “incerteza fabricada”¹⁵⁵, decorrente da incapacidade científica em estabelecer nexos causais entre contextos de produção arriscados e seus respectivos resultados, do que se deriva um “déficit de previsão” que dificulta o estabelecimento dos níveis aceitáveis de risco¹⁵⁶. É o caso, por exemplo, em referência ao processo produtivo, aos danos à vida e à integridade física oriundos de produtos defeituosos¹⁵⁷.

É aqui que se verifica o paradoxo do risco: ao mesmo tempo que a segunda modernidade depende dos novos riscos para a acumulação de capital pelo crescimento económico (o risco é visto como *big business*¹⁵⁸), erigindo-o a categoria social fundamental, ela também o refuta, pela gravidade das consequências que deles podem advir¹⁵⁹.

Essas considerações, ainda que sucintas, permitem-nos justificar, com mais profundidade, a assertiva anterior de que a utilização de sistemas de IA, sobretudo as consequências de seu mau funcionamento, adequam-se, em certa medida, à moldura da sociedade de risco. Os veículos autónomos, que são um exemplo das diversas aplicações da IA, “por um lado, são ferramentas que podem salvar vidas; por outro, podem atrair graves

¹⁵³ Prittwitz destaca que resulta “surpreendente” o facto de Beck não atribuir relevância ao conceito de risco, que é, para o último, a característica fundante das sociedades existentes. No trabalho de Beck, os conceitos de “risco”, “perigo” e “ameaças” são lançados indistintamente ao discurso (cf. PRITTWITZ, *Derecho...* ob. cit., p. 76).

¹⁵⁴ SOUSA, *A responsabilidade...* ob. cit., p. 57.

¹⁵⁵ *Ibid.*

¹⁵⁶ *Ibid.*

¹⁵⁷ Alguns eventos decorrentes do trato descuidado de novas tecnologias, havidos ainda no século passado, auxiliam-nos na compreensão de toda essa especificidade dos novos riscos. Lembremos da morte e ofensa à integridade física de uma pluralidade de pessoas em Bophal, na Índia, contaminadas em 1984 por químicos emitidos por uma indústria. A explosão nuclear em Chernobyl, na Ucrânia, apenas dois anos após, igualmente escancara a seriedade dos novos riscos correspondentes à possível ofensividade do progresso científico da humanidade (Cf. BOTTINI, *Crimes...* ob. cit. p. 27). Digno de nota também é o caso Contergan, cuja composição possuía a substância talidomida, que, se utilizadas por gestantes, causava má-formação nos fetos (cf. <https://www.dw.com/pt-br/1961-sedativo-contergan-%C3%A9-retirado-do-mercado/a-678470>, acesso em 14 jul. 2023)

¹⁵⁸ BECK, *La sociedad...* ob. cit., p. 29.

¹⁵⁹ *Ibid.*, p. 35-36.

danos”¹⁶⁰. É nítido o paralelo com o paradoxo do risco. Por isso, Piergallini adverte que a IA está perfeitamente inserida “no bem conhecido papel da ciência na Sociedade de Risco, que fomenta novos perigos cujos efeitos potencialmente adversos frequentemente é incapaz de controlar”¹⁶¹. De certa forma, porém, os sistemas de IA justapõem-se à classificação de riscos inerente à modernidade reflexiva, dada a heterogeneidade das concretas aplicações dessa tecnologia. Não há riscos qualitativa e/ou quantitativamente comuns a todos os sistemas de IA; são vários os riscos a depender do específico sistema que se diga respeito, os quais variarão em natureza e intensidade. Há, de facto, produtos artificialmente inteligentes que engendram riscos sistémicos, como os ataques dirigidos a sistemas críticos (administração da justiça, saúde pública e militar) ou a organização primacial do setor económico que tenha impacto no sistema financeiro nacional ou internacional. Existem também produtos que apresentam riscos controláveis e outros com risco limitado a certo grupo de indivíduos, como o caso dos veículos autónomos, que expõem aqueles no ambiente do tráfego rodoviário em que circulam. Ademais, os algoritmos autónomos, capazes de autoaprendizagem e que velozmente processam grandes quantidades de dados (*big data*), que poderão integrar distintas aplicações concretas da IA, comportam riscos inesperados e, em certa medida, incontroláveis¹⁶².

Seja como for, independente do tipo ou intensidade do risco, o carácter sociológico do risco adquire relevância jurídica, designadamente pelo fomento da implementação de medidas de proteção e cautela contra esses novos riscos. Então, condutas arriscadas passam a ser limitadas mediante proibição ou intensa regulação¹⁶³. É possível fazermos uma ligação direta entre esse movimento de juridificação dos riscos e os imperativos de Hans Jonas sobre ética da responsabilidade. Nas palavras de Susana Aires de Sousa, “é legítimo, na perspetiva de Jonas, impor limitações à actividade científica. Do mesmo passo, em nosso modo de ver, dá-se um forte impulso à superação da razão técnico-instrumental”¹⁶⁴.

¹⁶⁰ PIERGALLINI, Carlo. “Intelligenza artificiale: da ‘mezzo’ ad ‘autore’ del reato?”. *RIDPP*, fasc. 4, 2020, p. 3. Disponível em: <<https://dejure.it>>. Cons. 14 jul. 2023. No mesmo sentido: PANATONNI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 10.

¹⁶¹ PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 6

¹⁶² Cf. SOUSA, Susana Aires de. “A IA no setor económico: uma reflexão entre o ‘bom, o mau e o vilão’”. In: RODRIGUES, Anabela Miranda (coord.). *A inteligência artificial no direito penal*. Vol. II. Coimbra: Edições Almedina S.A., 2022, p. 193.

¹⁶³ BECK, *La sociedad...*, p. 67.

¹⁶⁴ SOUSA, *A responsabilidade...* ob. cit., p. 62.

Neste contexto, o direito penal é particularmente chamado a intervir. O modelo de organização social do risco, altamente paradoxal, funciona como um forte estímulo à expansão desse instrumento de controlo social, que experimenta mudanças legislativas e dogmáticas para adequar-se às novas tarefas de tratamento de riscos incertos que é convocado a cumprir na modernidade reflexiva¹⁶⁵.

No ponto, adquirem maior importância as noções de risco permitido e do princípio da precaução, os quais repercutem na esfera jurídica de contenção dos novos riscos, por meio da construção de regras para absorvê-los e torná-los previsíveis na medida do possível¹⁶⁶.

3. O risco permitido

Nenhuma atividade económica pode ser desempenhada a “risco zero”. O processo produtivo e as inovações tecnológicas dele decorrentes são intrinsecamente perigosas a interesses juridicamente protegidos. Por tal motivo, o proibicionismo completo, sobretudo por meio de normas penais, não é medida adequada para conter toda e qualquer fonte de perigo¹⁶⁷. Isso refrearia o desenvolvimento tecnológico e obstaría o tecido social de fruir de eventuais benefícios oriundos de novos riscos da modernidade reflexiva¹⁶⁸.

Assim, alguns avanços tecnocientíficos são valorados positivamente pelo ordenamento jurídico, que tolera os riscos até o patamar do risco permitido¹⁶⁹, “que consiste na opção entre admitir, e até incentivar, atividades arriscadas ou adotar medidas para sua restrição”¹⁷⁰. O fundamento do risco permitido reside na noção de utilidade social, na exigência de não se anular a liberdade de ação humana voltada ao desenvolvimento em prol da proteção absoluta de bens jurídicos; admite-se que estes poderão ser, inevitavelmente, danificados ou expostos a perigo por atividades produtivas cuja criação de riscos é a elas

¹⁶⁵ Ibid., p. 68-69. Sobre o fenómeno de expansão do direito penal com o surgimento de novos riscos, SILVA SÁNCHEZ, Jesús María. *La expansión del Derecho Penal. Aspectos de la Política criminal en las sociedades postindustriales*. Montevideo: BdeF, 2006.

¹⁶⁶ SOUSA, *A responsabilidade...* ob. cit., p. 63. Montevideo, Buenos Aires: B de F, 2006.

¹⁶⁷ BERTOLESI, Riccardo. *Intelligenza artificiale e responsabilità penale per danno da prodotto*. Milão: Università degli Studi di Milano, Tese de Doutorado, 2018/2019, p. 106.

¹⁶⁸ Beck aponta para a dificuldade de estabelecer-se o nível do risco aceitável, já que há uma “heterodeterminação oculta” da racionalidade científica pela racionalidade social no trato dos potenciais impactos civilizatórios do risco. Essas constantes “lutas de definições” rompem o monopólio da racionalidade científica, que vê a sua objetividade ser contrastada com noções axiológicas (económicas, políticas e éticas) que a ela não são próprias (cf. BECK, *La sociedad...* ob. cit., p. 35-36).

¹⁶⁹ Desenvolvimentos aprofundados sobre o risco permitido podem ser encontrados em PRITTWITZ, *Derecho...*, ob. cit., p. 246-288.

¹⁷⁰ BOTTINI, *Crimes...* ob. cit., p. 44.

inerente¹⁷¹. Há um *trade-off*¹⁷² entre benefícios e riscos, que serão aceitos pela regulação jurídica se não ultrapassarem o parâmetro de tolerabilidade por ela imposto. Caso contrário, o próprio ordenamento jurídico inibirá a criação e/ou aumento de riscos que ultrapassem a fronteira do permitido, controlando-os inclusive por meio do direito penal¹⁷³.

O acerto do risco permitido é realizado a partir da contraposição de dois parâmetros: (i) a periculosidade da atividade e (ii) o interesse social na execução desta. Quanto à determinação do primeiro parâmetro, incidem três variáveis: (a) a natureza do bem jurídico ameaçado pela atividade arriscada, (b) a quantidade de possíveis infrações a esses direitos tutelados e (c) a probabilidade de ocorrência de danos ou perigos a eles. Já em relação ao segundo, adquirem relevância os preceitos do (a) tipo do interesse que será satisfeito pela conduta arriscada e (b) a intensidade da vantagem social que dela advirá¹⁷⁴.

No âmbito da dogmática penal, o conceito de risco permitido adquire relevo para a teoria da imputação objetiva. Segundo Luís Greco, “a imputação objetiva enuncia o conjunto de pressupostos genéricos que fazem de causação uma causação objetivamente típica”¹⁷⁵.

Para a teoria da imputação objetiva, o desvalor da ação típica adquire uma outra componente objetiva, consubstanciada na criação de um risco juridicamente desaprovado que se materializa no resultado. Essa elementar objetiva possui dois componentes: (i) a criação do risco e a sua (ii) desaprovação jurídica¹⁷⁶. Não basta que a conduta arriscada gere uma possibilidade concreta de lesão ou exposição a perigo de um bem jurídico, ela deve também ser proibida pelo direito penal.

É no âmbito da desaprovação jurídica do risco que o conceito de risco permitido ganha importância. As condutas que se mantêm nesse patamar de risco aceitável não são passíveis de punição, a despeito de satisfazerem a primeira componente da imputação objetiva, de serem lesivas ou perigosas a interesses juridicamente tutelados, de constituírem um risco juridicamente relevante. O conceito de risco permitido opera como um critério de

¹⁷¹ BERTOLESI, *Intelligenza...* ob. cit., p. 115.

¹⁷² BOTTINI, *Crimes...* ob. cit., p. 44.

¹⁷³ *Ibid.*, p. 44-45.

¹⁷⁴ Cf. BERTOLESI, *Intelligenza...* ob. cit., p. 116-118, com mais desenvolvimentos.

¹⁷⁵ GRECO, Luís. *Um panorama da teoria da imputação objetiva*. 4. ed. rev. e atual. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2014, p. 23. *Itálico no original.*

¹⁷⁶ *Ibid.*, p. 35.

exclusão da imputação do tipo objetivo¹⁷⁷. Nas palavras de Claus Roxin, “[s]empre que, em virtude de sua preponderante utilidade social, ações perigosas forem permitidas pelo legislador – em certos casos, sob a condição de que se respeitem determinados preceitos de segurança – e, mesmo assim, ocorra um resultado de dano, esta causação não deve ser imputada ao tipo objetivo”¹⁷⁸.

Cabe dizer, ainda, que o risco permitido é um conceito formal e não serve, por isso, como fundamentação jurídica idônea para afastar a afirmação do processo de imputação objetiva¹⁷⁹. Deve-se perquirir o porquê de haver risco permitido, que deve ser constatado pelo aspeto negativo, vale por dizer, pela ausência dos principais critérios concretizadores da reprovação jurídica do risco: a inobservância de normas de segurança, a infringência ao princípio da confiança e o comportamento destoante do *standard* geral das pessoas prudentes¹⁸⁰.

4. Da prevenção à precaução

Os riscos da primeira modernidade são explicáveis pelas regras de causalidade e suas consequências são evidenciadas por dados científicos, pelo que são facilmente integrados às normas jurídicas que os gestionam¹⁸¹. É por isso que tais normas assentam no princípio da prevenção, que se concretiza, “no plano jurídico, por via da construção de normas destinadas à prevenção, eliminação ou diminuição dos previsíveis danos decorrentes de condutas arriscadas”¹⁸². Há previsibilidade e evitabilidade: o princípio da prevenção é aplicado quando “o perigo é certo e quando se tem elementos seguros para afirmar que uma determinada atividade é efetivamente perigosa”¹⁸³.

Já os novos riscos transitam no campo da possibilidade e não da probabilidade. Não há segurança científica para afirmar a existência de consequências perigosas a eles relacionadas, pelo que é inaplicável o princípio da prevenção para acautelá-los. Diante disso,

¹⁷⁷ ROXIN, Claus. *Derecho Penal: Parte General*. Tomo I. Trad. da 2.ª ed. alemã por Diego-Manuel Luzón Peña, Miguel Díaz y García Conlledo e Javier de Vicente Remesal. Madrid: Civitas, 1997, p. 391.

¹⁷⁸ ROXIN, Claus. “A teoria da imputação objetiva”. In: ROXIN, Claus. *Estudos de direito penal*. 2.ª ed. Trad. de Luís Greco. Rio de Janeiro: Renovar, 2008, p. 110.

¹⁷⁹ GRECO, *Um panorama...* ob. cit., p. 70.

¹⁸⁰ *Ibid.*, p. 59.

¹⁸¹ BOTTINI, *Crimes...* ob. cit., p. 50.

¹⁸² SOUSA, *Responsabilidade...* ob. cit., p. 66.

¹⁸³ MILARÉ, Edis. *Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco*. 7 ed. ver., atual. e reform. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2011, p. 1070.

já que não se pode precisar a relação de causalidade entre os setores da criação do risco e o da causação de danos, há uma necessidade de adequação ao estado de incerteza ao equacionar o risco permitido do proibido. Nesse contexto, o princípio da precaução é adotado em substituição ao da prevenção¹⁸⁴. Dessa forma, “quando existam elementos suficientemente sérios no sentido de uma substância, actividade, ou processo, poder provocar danos irreversíveis nos domínios do ambiente e da saúde humana, dita-se como regra que o estabelecimento das contramedidas necessárias não deve esperar o momento de prova absoluta”¹⁸⁵.

A abrangência do princípio da precaução está delimitada às “situações em que o conhecimento colectivo sobre os riscos que importam determinadas condutas é cientificamente incerto”¹⁸⁶. Ele orientará sobretudo a regulamentação do ambiente, do uso de materiais químicos e nucleares, além da exploração de outras atividades que se relacionem à saúde dos indivíduos, como a segurança dos produtos.

No plano jurídico, o princípio da precaução projeta-se com certa particularidade no momento legislativo de elaboração das normas jurídicas de precaução. A redação delas faz uso “de cláusulas gerais e de conceitos indeterminados, afastados de uma estrutura normativa fechada e abertos à ponderação administrativa, necessária à concretização de uma ideia de precaução”¹⁸⁷. Assim, em vez de o ordenamento jurídico enunciar proposições fáticas estagnadas, a definição normativa do risco admissível adquire alguma flexibilidade: o seu conteúdo material não é preenchido pela atividade legislativa em si, mas sim por outras instâncias estatais mais dinâmicas, que o farão por delegação. Elas podem ajustar-se, com menos rigidez, às transfigurações constantes do paradigma da modernidade reflexiva, caracterizada pela revisibilidade dos riscos permitidos e proibidos¹⁸⁸.

Na seara penal, tal técnica legislativa está associada às normas penais em branco. Elas socorrem-se de cláusulas gerais na formulação do ilícito-típico, as quais demandam o reenvio a normas extrapenais (de natureza civil, administrativa, fiscal ou comercial) para a identificação da tipicidade objetiva. Extraí-se, no ponto, também o conceito de

¹⁸⁴ Cf. BOTTINI, *Crimes...* ob. cit., p. 50.

¹⁸⁵ SOUSA, *A responsabilidade...* ob. cit., p. 65.

¹⁸⁶ *Ibid.*

¹⁸⁷ SOUSA, *A responsabilidade...* ob. cit., p. 67.

¹⁸⁸ BOTTINI, *Crimes...* ob. cit., p. 46.

assessoriedade administrativa¹⁸⁹. O emprego dessa técnica é constatado com mais frequência no direito penal da empresa¹⁹⁰, que se circunscreve às condutas penalmente relevantes havidas no exercício da atividade empresarial, domínios específicos altamente regulados¹⁹¹ (meio ambiente, exploração de energia nuclear, relações de consumo e biogenética, por exemplo).

As interseções entre o direito penal e o princípio da precaução não se esgotam nessa matéria¹⁹². Ele relaciona-se com outros vetores da política criminal e da dogmática jurídico-penal. No primeiro caso, indaga-se sobre a legitimidade da criação de novos tipos penais exclusivamente a partir do princípio da precaução. Em relação ao segundo, questiona-se acerca de eventuais projeções do princípio da precaução nas categorias da teoria da infração criminal, como a postulação de bens jurídico-penais coletivos, os crimes de perigo, a relação de causalidade, a concretização de deveres de cuidado penalmente relevantes e a delimitação da posição de garante na omissão impura¹⁹³.

¹⁸⁹ “Entende-se por assessoriedade administrativa o uso de regramentos de natureza infralegal para complementar, em referências diretas ou indiretas, o conteúdo da norma penal, conceituando elementos ali dispostos ou, ainda, completando o mandamento proibitivo.

A compreensão da norma penal, portanto, passa a depender do conhecimento, pelo destinatário e pelo intérprete, de regras pertencentes a outros setores, uma vez que, sem estas, não é possível aferir-se inteiramente o comportamento proibido. A expansão do Direito Penal para atividades que dependem de regulação especializada é uma das principais causas do emprego de dita técnica legislativa, pois se torna cada vez mais difícil a confecção de um tipo que não preveja termos ou atos próprios do direito administrativo. Assim, o Legislador faz uso, frequentemente, de regras administrativas na composição dos tipos penais, o que não impede a dupla punição – penal e administrativa – e, ainda, coloca em xeque a existência de violação real a bem jurídico, pois dá origem a um direito penal administrativizado, regulatório ou procedimental” (cf. FALAVIGNO, Chiavelli Facenda. “Notas sobre a Assessoriedade Administrativa no Direito Penal Econômico”. *Revista da CGU*, v. 13, n.º 23, jan.-jun. 2021, p. 22).

¹⁹⁰ A delimitação conceptual do direito penal da empresa é esforço complexo, cuja resolução deve partir da diferença existente entre criminalidade na empresa (*Betriebskriminalität*) e criminalidade de empresa (*Unternehmenskriminalität*), e é essa a que interessa ao direito penal da empresa. Com efeito, segundo Susana Aires de Sousa, “da nossa perspectiva, a pessoa colectiva, no exercício de sua actividade económica, enquanto agente económico produtor de bens e serviços, pode, na prossecução dessa sua finalidade, ser meio ou instrumento de ofensa a interesses de natureza essencialmente económica ou económico-social com dignidade jurídico-penal. As incriminações que tutelam esses interesses de natureza económica ou económico-social, postos em causa através da actuação empresarial sob a veste de agente económico, constituem o *direito penal da empresa*” (cf. SOUSA, *Questões...* ob. cit., p. 21, itálico no original). Acerca das distinções entre criminalidade na empresa e criminalidade de empresa, confira-se ESTELLITA, Heloisa. *Criminalidade de Empresa, Quadrilha e Organização Criminosa*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2009, p. 25-27.

¹⁹¹ SOUSA, *Questões...* ob. cit., p. 23.

¹⁹² Para outras reflexões sobre o pensamento penal contemporâneo e o princípio da precaução, especialmente acerca da legitimação da proteção de medidas de precaução pelo direito penal, veja-se: BOTTINI, *Crimes...*, ob. cit., p. 195-202.

¹⁹³ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 82-83.

Segundo ajuizamos a questão, somente é possível admitir relação direta entre o princípio da precaução e as categorias jurídico-penais da negligência e da omissão impura, negando-se as demais anteriormente citadas¹⁹⁴.

Em relação à negligência, refutamos uma transposição direta do princípio da precaução para fundamentar deveres de cuidado na tipicidade objetiva negligente, pois o princípio da precaução e a negligência integram planos e contextos valorativos distintos¹⁹⁵. São duas as razões que impedem essa incorporação imediata, como aponta Susana Aires de Sousa. A uma, porque o referido princípio é “indefinido nos seus limites, conteúdo e natureza, cuja imprecisão é incompatível com as exigências de garantia próprias do direito penal”¹⁹⁶. E, a duas, porque “uma transposição directa daquele princípio corresponderia a fundar o dever de cuidado numa mera suspeita de perigo e, desse modo, a impor ao agente o dever de não actuar naqueles casos duvidosos”¹⁹⁷. Dito isso, tem-se que o princípio da precaução poderá, quando muito, auxiliar na concretização de determinados deveres de cuidado objetivamente exigíveis por um tipo penal. A sua importância reside na avaliação da (in)existência de responsabilidade penal em cenários de incerteza científica¹⁹⁸.

O que é possível de suceder-se também é a concretização de deveres de garantia pela remissão ao princípio da precaução. Pensemos, por exemplo, no setor da responsabilidade criminal pelo produto. Esse princípio impõe, aos produtores, deveres de vigilância e advertência sobre os produtos comercializados. Assim, com o surgimento de pesquisas científicas que evidenciem a danosidade a bens jurídicos pela utilização de determinado produto, o incumprimento desses deveres por inação poderá levar à afirmação da responsabilidade penal omissiva impura¹⁹⁹.

§2. A centralidade da responsabilização na regulação jurídica da IA e a abordagem aos a partir do risco (*risk approach*)

¹⁹⁴ Sobre as demais, com vasta citação bibliográfica sobre múltiplas perspectivas, cf. SOUSA, A *responsabilidade...*, ob. cit., p. 83-89.

¹⁹⁵ Ibid., p. 92.

¹⁹⁶ Ibid., p. 93.

¹⁹⁷ Ibid.

¹⁹⁸ Ibid.

¹⁹⁹ Cf. *ibid.*, p. 96.

Os algoritmos estão cada vez mais no centro da “tomada de decisões” em nossa sociedade. Colocam-se, porém, dúvidas quanto a suficiência da atual regulamentação normativa para dar cabo dos particulares problemas que a IA coloca ao direito, devido às suas características disruptivas, somadas ao rápido desenvolvimento tecnológico da IA. Essas questões reclamam a elaboração de métodos de gestão específica dos novos riscos postos pelas máquinas²⁰⁰, pois sua “atuação”, não raro, poderá ser causal e empiricamente inexplicável, além de potencialmente implicar todo um plexo de interesses juridicamente tutelados em hipóteses de má-aplicação ou defeito²⁰¹. Por isso, as noções de risco permitido e princípio da precaução adquirem especial relevo.

O tratamento ajustado da questão perpassa a adoção de ambiente regulativo que promova a responsabilização (penal, civil e administrativa, cada uma com sua especificidade normativa e axiológica) por lesões ou perigos criados a bens jurídicos pela intermediação de agentes de IA²⁰² – como os veículos autônomos ou robôs cirurgiões, por exemplo. Esse é, sem dúvidas, um método de gestão de riscos fundado na perspectiva *ex post*, mas que induz a implementação de mecanismos acautelatórios (princípio da precaução) para manter a IA no patamar aceitável imposto pela juridicidade (risco permitido), fortalecendo a perspectiva *ex ante* pelo fabrico de robôs cada vez mais seguros²⁰³.

²⁰⁰ PALMERINI, E. [et al.]. "RoboLaw: Towards a European framework for robotics regulation". *Robotics and Autonomous Systems*, v. 86, 2016, p. 80.

²⁰¹ Poderão ser afetados, por exemplo, os direitos à vida e à integridade física (acidente rodoviário causado por um defeito no sistema de um veículo autônomo), o direito a um processo equitativo e à presunção de inocência (uso de algoritmos no sistema de justiça criminal, especialmente no policiamento preditivo e em sentenças), o direito à privacidade e à proteção de dados (rastreamento e perfilagem de indivíduos com algoritmos a partir dos dados que produzem *online*), o direito à liberdade de expressão (impacto dos algoritmos de busca na disponibilização de informação, direcionado o debate público sobre indivíduos ou grupos de indivíduos), o direito à liberdade de reunião e de associação (os algoritmos das redes sociais podem restringir o alcance dos convites para os indivíduos associarem-se, separando automaticamente pessoas ou grupos de pessoas), o direito a um recurso efetivo (automatização do processo decisório, que se torna opaco e embaraça a atribuição de responsabilidades por violações a direitos), a proibição de discriminação (uso de algoritmos enviesados, que sistematicamente discriminem indivíduos pela raça, orientação sexual, gênero, posição socioeconômica e idade), o direito a eleições livres (manipulação de informações disponíveis *online* para o direcionamento do processo político-democrático), dentre outras possíveis impactos (cf. *Algorithms and Human Rights. Study on the human rights dimensions of automated data processing techniques (in particular algorithms) and possible regulatory implications*. DGI(2017)12, 2018, p. 10-33).

²⁰² Deve-se, porém, buscar evitar o *technology chillin' effect*, ou seja, abster-se de tardar ou inviabilizar o surgimento das tecnologias emergentes de IA por uma normatização excessiva que imponha entraves desnecessários ao progresso e impeça a fruição de seus benefícios (DIMATTEO, Larry A. "Artificial Intelligence: The Promise of Disruption". In: DIMATTEO, Larry A. [et al.] (eds.). *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence: Global Perspectives on Law and Ethics*. Cambridge, New York, Melbourne, New Delhi, Singapore: Cambridge University Press, 2022, p. 6-7).

²⁰³ PALMERINI, *RoboLaw...*, ob. cit., p. 83.

A UE tem tido destaque na regulamentação da IA²⁰⁴ com vistas à prossecução de uma “*Good AI society*”²⁰⁵, razão pela qual adquiriu maior relevância no cenário jurídico do que outros atores institucionais²⁰⁶. Portugal, inclusive, está a acompanhar os avanços europeus com a harmonização de sua legislação²⁰⁷. Sem embargo, os esforços europeus, alicerçados no método do *risk approach*²⁰⁸, direcionam-se no sentido da instauração de um “ecossistema de confiança” com a implantação de uma IA centrada no ser humano²⁰⁹.

²⁰⁴ O Instituto Jurídico da Universidade de Coimbra, por meio do projeto Inteligência Artificial e Criminalidade Empresarial, compilou as principais legislações e documentações em matéria de IA nos planos europeu, internacional e nacional, e sistematizou tais informações, as quais estão disponíveis em <<https://www.uc.pt/fduc/ij/projetos-de-investigacao/inteligencia-artificial-e-criminalidade-empresarial/regulacao-normativa-da-inteligencia-artificial/>>. Cons. 14 jul. 2023.

²⁰⁵ GIANNINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 5.

²⁰⁶ Ibid. Já existem, a diversos níveis, outras iniciativas que endereçam propostas à regulação normativa dos agentes de IA. Elas estão ligadas, em última análise, à construção de diretrizes para uma IA ética, segura e de confiança, a partir de uma aproximação baseada na qualidade do risco apresentado pelo sistema. No domínio supranacional, tem-se, com mais relevância, o (i) *Artificial Intelligence in Society (Artificial Intelligence in Society)*. OECD Publishing, 2019. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/artificial-intelligence-in-society_eedfee77-en>. Cons. 14 jul. 2023), o (ii) *The age of digital interdependence (The age of digital interdependence)*. Report of the UN Secretary-General’s High-level Panel on Digital Cooperation, 2019. Disponível em: <<https://www.un.org/en/pdfs/DigitalCooperation-report-for%20web.pdf>>. Cons. 14 jul. 2023) e o (iii) *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence (The age of digital interdependence)*. Report of the UN Secretary-General’s High-level Panel on Digital Cooperation, 2019. Disponível em: <<https://www.un.org/en/pdfs/DigitalCooperation-report-for%20web.pdf>>. Cons. 14 jul. 2023).

²⁰⁷ Em 2021 foi aprovada a Carta Portuguesa de Direitos Humanos na Era Digital (Lei n.º 27/2021). Para nós, o que há de maior relevo nesse diploma legal é a previsão de que a utilização da IA deve seguir as diretrizes europeias: orientar-se pelo respeito dos direitos fundamentais, com um equilíbrio entre os princípios da explicabilidade, da transparência e da responsabilidade (art. 9.º, n. 1). Estipula-se, ainda, a obrigação de comunicação aos interessados de todas as decisões com impacto significativo na esfera dos destinatários que sejam tomadas mediante o uso de algoritmo (art. 9.º, n. 2). Além disso, a Carta consagra uma série de direitos a serem respeitados em ambiente eletrónico (art. 3.º a art. 20.º), cuja tutela dá-se mediante ajuizamento de ação popular, consoante a legislação aplicável à matéria devidamente adaptada às peculiaridades da digitalização (art. 21.º, n. 1). Promulgou-se, também no ano de 2021, o Decreto-Lei n.º 65/2021, implementado para regulamentar a Lei n.º 46/2018, que instituiu o Regime Jurídico da Segurança do Ciberespaço em transposição da Diretiva (EU) 2016/1148, além de executar as obrigações decorrentes do Regulamento (EU) 2019/881, que determina um enquadramento para a criação de sistemas europeus de certificação da cibersegurança. Cabe destacar algumas previsões do referido Decreto-Lei dirigidas às entidades contidas em seu âmbito de aplicação relativas ao cumprimento de “medidas técnicas e organizativas para gerir os riscos que se colocam à segurança das redes e dos sistemas de informação” (art. 9.º, n. 1); a “análise dos riscos em relação a todos os ativos que garantam a continuidade do funcionamento das redes e dos sistemas de informação” (art. 10.º, n. 1); a obrigação de notificação de “incidentes com impacto relevante ou substancial” (art. 11.º, n. 1), e a taxonomia de incidentes e de efeitos, com a identificação das possíveis causas raiz: falha de sistema (art. 16.º, n. 1, a)), fenómeno natural (art. 16.º, n. 1, b)), erro humano (art. 16.º, n. 1, c)), ataque malicioso (art. 16.º, n.1, d)) e falha no fornecimento de bens ou serviços por terceiro (art. 16.º, n. 1, e)). Para uma análise pormenorizada da situação de outros Estados-Membros da União Europeia, com a conclusão de que estão na direção correta para o proveito dos benefícios e a promoção de uma IA centrada no ser humano, sustentável, segura, inclusiva e confiável: JORGE RICART, R. [et al.]. *AI Watch – National strategies on Artificial Intelligence: A European perspective*, 2022. JRC129123. Luxemburgo: Escritório de Publicações da União Europeia. Disponível em <<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129123>>. Cons. 14 jul. 2023.

²⁰⁸ SOUSA, *A IA...*, ob. cit., p. 194.

²⁰⁹ EBERS, Martin. "Standardizing AI. The Case of the European Commission's Proposal for an 'Artificial Intelligence Act'". In: DIMATTEO, Larry A. [et al.] (eds.). *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence:*

No intuito de alcançar esse objetivo, a maioria das propostas europeias de regulamentação da IA aposta na responsabilização como um dos elementos centrais para uma IA fiável e ética²¹⁰. São exemplos disto as Disposições de Direito Civil sobre Robótica (2017)²¹¹, o relatório Inteligência artificial para a Europa (2018)²¹², o Plano Coordenado para a Inteligência Artificial (2018)²¹³, as Orientações éticas para uma IA de confiança (2019)²¹⁴ do GPAN IA e o Livro Branco sobre a inteligência artificial (2020)²¹⁵.

A expressão mais clara dessa ideia para a agenda europeia parece-nos advir do documento A inteligência artificial no direito penal e a sua utilização pelas autoridades policiais e judiciárias em casos penais²¹⁶, que “considera ser necessário criar um regime claro

Global Perspectives on Law and Ethics. Cambridge. New York, Melbourne, New Delhi, Singapore: Cambridge University Press, 2022, p. 325.

²¹⁰ GIANNINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 254.

²¹¹ Resolução do Parlamento Europeu que contém recomendações à Comissão sobre Disposições de Direito Civil sobre Robótica (2015/2103(INL)), de 16 de fevereiro de 2017.

²¹² *Inteligência artificial para a Europa*. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões (COM (2018) 237), de 2 de abril de 2017.

²¹³ *Plano Coordenado para a Inteligência Artificial*. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Comité Económico e Social e ao Comité das Regiões (COM(2018) 795), de 7 de dezembro de 2018.

²¹⁴ *Orientações éticas para uma IA de confiança do Grupo de Peritos de Alto Nível* (2019).

²¹⁵ *Livro Branco sobre a inteligência artificial – Uma abordagem europeia virada para a excelência e a confiança* (COM(2020) 65 final). Bruxelas: 19.2.2020.

²¹⁶ *A inteligência artificial no direito penal e a sua utilização pelas autoridades policiais e judiciárias em casos penais* (2020/2016(INI)), de 6 de outubro de 2021. Os esforços analíticos desta investigação centram-se nas imbricações entre os veículos autónomos como produtos artificialmente inteligentes e o direito penal substantivo. De qualquer forma, mesmo que não se relacione diretamente com o objeto deste trabalho, vale a menção de que avança em considerações sobre o uso da IA nos domínios da administração da justiça criminal e da prevenção da criminalidade. Formulam-se orientações acerca do emprego dessa tecnologia na persecução penal, com ênfase na preocupação de que “a utilização de IA pelas autoridades policiais e judiciais não se torne um fator de desigualdade, divisão social ou exclusão” (ibid., nm. 10), tampouco impacte negativamente os “direitos de defesa dos suspeitos” (ibid.), principalmente diante da “dificuldade em obter informações significativas sobre o seu funcionamento e a consequente dificuldade em contestar os seus resultados em tribunal, em particular por indivíduos sob investigação” (ibid.). Segundo ajuizamos a questão, o contributo de maior relevo desta resolução cinge-se ao reconhecimento de que, ao mesmo tempo em que a aplicação de sistemas de IA nos domínios policial (tecnologias de reconhecimento facial e de voz para identificar suspeitos e vítimas, policiamento preditivo, nos sistemas de monitorização de redes sociais com recolha de dados, etc.) e judicial (em decisões sobre a prisão preventiva e a liberdade condicional, em sentenças, para a análise matemática das probabilidades de reincidência, etc.) pode contribuir para a segurança e proteção dos indivíduos, elas nem sempre apresentarão graus de fiabilidade e precisão elevados, sem contar o facto de que a sua utilização poderá implicar riscos severos (e até mesmo irreversíveis) aos direitos fundamentais das pessoas. Neste passo, a Resolução sustenta que o emprego de algoritmos nesses domínios da justiça criminal promove “decisões opacas, diferentes tipos de discriminação e erros inerentes ao algoritmo subjacente, que podem ser reforçados por ciclos de resposta, bem como riscos para a proteção da privacidade e dos dados pessoais, a proteção da liberdade de expressão e de informação, a presunção de inocência, o direito a um recurso efetivo e a um julgamento justo, bem como riscos para a liberdade e a segurança das pessoas” (ibid., considerando O), além de serem “vulneráveis a ataques por meio da IA ou à contaminação de dados, através da qual se procede deliberadamente à inclusão de um conjunto de dados incorreto, para produzir resultados tendenciosos” (ibid., considerando P). Aponta-se, neste contexto, para o “potencial de parcialidade e discriminação resultante da utilização de aplicações de IA, tais como a aprendizagem automática, incluindo dos algoritmos em que tais aplicações se baseiam” (ibid., nm. 8). Especialmente no que toca às tecnologias de

e justo para a atribuição da responsabilidade jurídica pelas potenciais consequências negativas destas tecnologias digitais avançadas”, ao passo que “apela, por conseguinte, à aplicação do princípio da precaução em todas as aplicações da IA”²¹⁷.

Em suma, a partir da abordagem encampada pela UE, é possível inferir-se que “aos danos que resultem da utilização da IA se perspetiva a partir da sua configuração como um produto (ou componente de um produto), cuja produção, distribuição e utilização pode gerar responsabilidade para os agentes físicos e individuais”²¹⁸.

É claro que a responsabilização pode apresentar-se em distintas formas e dimensões, cuja natureza da sanção aplicável diferirá substancialmente. Interessa-nos, aqui, a responsabilidade criminal, muito embora a ênfase da UE dirija-se, até o momento, em balizar a responsabilidade civil relacionada ao emprego da IA, como é possível notar, por exemplo, no Regime de responsabilidade civil aplicável à inteligência artificial²¹⁹.

Seja como for, as questões concernentes à responsabilização criminal por eventos desvaliosos associáveis à IA não passou ao largo das investigações europeias. Há documento específico que levanta essas questões, com sua especificidade voltada à matéria dos veículos autónomos. Na sequência dos relatórios oficiais emitidos pelo Conselho da Europa, o Comité Europeu de Problemas Criminais (CDPC) divulgou o *Estudo sobre a viabilidade quanto a um futuro instrumento do Conselho da Europa sobre a Inteligência Artificial e Direito Penal*²²⁰. O documento procura perscrutar a conveniência da elaboração de instrumentos que

identificação baseadas em algoritmos, a Resolução faz notar que seu uso ocasiona “um número desproporcionado de erros de identificação e categorização e são, portanto, prejudiciais para as pessoas racializadas, pessoas de certas comunidades étnicas, pessoas LGBTI, crianças e idosos, e mulheres” (ibid., nm 9). Por estes motivos, a fim de salvaguardar os direitos fundamentais dos indivíduos, apela-se “à explicabilidade, à transparência, à rastreabilidade algorítmica e à verificação, como parte necessária da supervisão, de molde a garantir que o desenvolvimento, a implantação e a utilização de sistemas de IA pelas autoridades policiais e judiciais respeitem os direitos fundamentais e sejam da confiança dos cidadãos, bem como a assegurar que os resultados gerados pelos algoritmos de IA possam ser compreensíveis para os utilizadores e para os que estão sujeitos a esses sistemas, e a que haja efetivamente transparência em relação aos dados de base e ao modo como o sistema chega a uma determinada conclusão” (ibid., nm. 17).

²¹⁷ Ibid., nm. 13.

²¹⁸ SOUSA, A IA..., ob. cit., p. 194.

²¹⁹ *Regime de responsabilidade civil aplicável à inteligência artificial (2020/2014(INL))*, de 20 de outubro de 2020. No documento, considerou-se que “não é necessário rever completamente os regimes de responsabilidade que funcionam bem, mas que a complexidade, a conectividade, a opacidade, a vulnerabilidade, a capacidade de alteração através de atualizações, a capacidade de autoaprendizagem e a potencial autonomia dos sistemas de IA, bem como a multiplicidade de intervenientes envolvidos, representam, contudo, um desafio significativo” (ibid., nm. 6), razão pela qual seriam “necessários ajustamentos específicos e coordenados aos regimes de responsabilidade para evitar situações em que as pessoas que sofrem danos ou prejuízos patrimoniais não recebem uma indemnização” (ibid.).

²²⁰ *Feasibility study on a future Council of Europe instrument on Artificial Intelligence and Criminal Law (CDPC(2020)3Rev)*. Estrasburgo, 4 de setembro de 2020.

disciplinem regras e princípios comuns de direito penal para tratar dos eventos danosos intermediados por tecnologias de IA, designadamente os veículos autónomos²²¹.

O estudo reconhece que a atribuição de responsabilidade pelo uso de sistema de IA, género do qual os veículos autónomos são espécie, e a sua escorreta aplicação pelos tribunais, “garantem uma cooperação fiável e pacífica na sociedade”, conquanto “não exista resposta simples para a questão”, ainda que “a tecnologia utilizada para a automatização da condução pareça defeituosa”²²².

Diante disso, sempre com especial relevo dado à condução automatizada, são externadas preocupações relativas às concretas dificuldades alusivas à responsabilização criminal por resultados típicos relacionados a esse produto artificialmente inteligente – as quais, em última análise, como se verá adiante, podem ensejar o já outrora mencionado *responsibility gap*. Tais celeumas estão relacionadas sobretudo à imprevisibilidade das “decisões” das máquinas autónomas ou semiautomáticas, fundamentalmente as programadas com técnicas de ML. São também colocadas dúvidas quanto ao acerto da causalidade diante da opacidade de tais algoritmos²²³. Uma outra contenda para a qual o CDPC chama a atenção alude à identificação do agente a ser criminalmente responsabilizado na hipótese de o veículo autónomo apresentar funcionamento defeituoso, situação de determinação de responsabilidade que é agravada se houver um operador humano²²⁴⁻²²⁵.

Até aqui, viu-se que a responsabilização é um dos vetores fundantes da noção de regulamentação de uma IA que busque ser fiável, segura e consonante com os direitos

²²¹ Ibid., p. 4.

²²² Todas as citações são de *ibid.*, p. 10.

²²³ Ibid., p. 5.

²²⁴ Ibid., p. 6.

²²⁵ O documento também suscita matérias referentes à processualística penal. Refere à utilização dos dados gerados pelos sistemas de IA em procedimentos criminais como elementos de prova (*e-evidence*), demonstrando dúvidas em relação à fiabilidade e integridade, essenciais para a sua admissão e valoração em tribunal pela preservação da cadeia de custódia dessa fonte de prova (*ibid.*, p. 6), além da possível colisão com direitos fundamentais - dignidade da pessoa humana, direito à privacidade e direito a um processo equitativo (*ibid.*, p. 8). Sobre o uso de dados como prova em processo penal, veja-se: PRADO, Geraldo. *Notas sobre proteção de dados, prova digital e o devido processo penal*. Disponível em <<https://geraldoprado.com.br/artigos/notas-sobre-protecao-de-dados-prova-digital-e-o-devido-processo-penal/>> [Cons. 14 jul. 2023]. Acerca da cadeia de custódia das provas digitais, confira-se: PRADO, Geraldo. *Breves notas sobre o fundamento constitucional da cadeia de custódia da prova digital*. Disponível em <<https://geraldoprado.com.br/artigos/breves-notas-sobre-o-fundamento-constitucional-da-cadeia-de-custodia-da-prova-digital/>> [Cons. 14 jul. 2023]. Recentemente, a 5.ª Turma do Superior Tribunal de Justiça do Brasil (AgRg no RHC 143.169/RJ, j. em 7.2.2023) proferiu julgamento paradigmático sobre a matéria em questão, no qual concluiu pela inadmissibilidade de prova digital contaminada pela quebra da cadeia de custódia durante as fases de coleta, manutenção e manuseio dos dados, circunstância que impossibilita atestar a preservação da integridade, autenticidade e confiabilidade de tais elementos probatórios digitais.

humanos. Esse é um dos imprescindíveis caminhos para a solidificação de uma “*Good AI Society*”.

São diversos os instrumentos que, a princípio, têm regência na responsabilização por danos associados à IA, como é o caso dos veículos autónomos. Como produtos que são – e nada mais, ainda que com nuances disruptivas em relação aos produtos tradicionais –, deverão incidir os diplomas normativos europeus relativos à segurança geral dos produtos, sobretudo em matéria de responsabilização. Segundo sublinha Panattoni, porém, “a identificação e/ou nova formulação de regimes de responsabilidade em casos de ofensas a direitos e bens jurídicos provocadas por um agente artificial é, de facto, um dos pontos essenciais que a agenda europeia relativa aos aspetos jurídicos das aplicações de IA pretende confrontar, e que hoje encontra uma primeira cristalização no Regulamento Inteligência Artificial”²²⁶.

Agora, fixada essa premissa, cabe avaliarmos as disposições normativas que impactam esse domínio, com especial referência à Proposta de Regulamento Inteligência Artificial.

1. O Regulamento Inteligência Artificial

1.1. Considerações prévias

Como dito, longe de causar efeitos dissuasores no progresso tecnológico da IA (sem desconsiderar, é claro, a hipótese do *technology chillin’ effect*), a responsabilização dos produtores por eventos decorrentes do uso de seus produtos artificialmente inteligentes endossará a necessidade de se observar as regras técnicas de cautela incidentes sobre o processo produtivo desses sistemas, com a consequente potenciação da segurança e confiança em tais sistemas. Por isso, a responsabilização é um dos tópicos básicos do programa europeu relativo à regulamentação normativa da IA.

Com efeito, há uma pluralidade de fontes no direito comunitário que tratam dos parâmetros de conformidade que os produtos colocados no mercado devem respeitar, com vistas à garantia da segurança dos consumidores²²⁷. Tal fenómeno repercutiu diretamente no

²²⁶ PANATONNI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 9.

²²⁷ Um panorama geral da evolução do quadro normativo europeu em matéria de segurança geral dos produtos pode ser encontrado em BERTOLESI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 124-128. Apesar de não tratar diretamente do direito penal, tais documentos podem ser-lhes úteis, mediante o preenchimento do conteúdo das normas pré-típicas que delimitam o risco permitido de determinado sistema inteligente, de medidas que influenciem na

âmbito da legislação de diversos países, como é o caso de Portugal, que prevê um extenso regime jurídico de proteção ao consumidor, hoje “juridicamente complexa”²²⁸.

Poderíamos considerar todo esse enquadramento jurídico na análise da adequação dos sistemas de IA aos diferentes conceitos que ele propõe²²⁹. Como referimo-nos à responsabilidade por danos relacionados à utilização de agentes inteligentes, nomeadamente os veículos autónomos, porém, a abordagem restringir-se-á à Diretiva 85/374/CEE²³⁰ (Diretiva Responsabilidade pelos Produtos - DRP), relativa à responsabilidade por produtos defeituosos, transposta ao ordenamento português pelo Decreto-Lei n.º 383/89, posteriormente modificado pelo Decreto-Lei n.º 131/2001.

Vários documentos emitidos pela UE, porém, suscitam dúvidas quanto à suficiência, e eventual necessidade de adaptação, do enquadramento jurídico vigente às particularidades do progresso tecnológico à reboque dos agentes de IA²³¹. Há até disposições que apontam mesmo a insuficiência do regramento normativo em termos de responsabilidade pelo produto para abarcar lesões intermediadas pela IA a interesses juridicamente protegidos²³².

A despeito disso, o entendimento europeu caminha, em última instância, ao consenso de que o atual quadro normativo é capaz de oferecer soluções provisórias até o advento de aproximações jurídicas específicas aos agentes autónomos para colmatar

concretização dever de cuidado objetivamente exigido na produção do agente de IA ou até mesmo os deveres de garante dos produtores desses *softwares*.

²²⁸ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 101.

²²⁹ Amedeo Santosuosso e Barbara Bottalico, por exemplo, exploram a legislação da União Europeia referente aos robôs (físicos e não-físicos, exclusivamente de software) a partir de três círculos concêntricos, abordagem que reputamos válida se adicionarmos mais um elemento ao círculo externo. No círculo interior está a Diretiva 2006/42/CE, relativa às máquinas. O círculo intermediário é composto pelas disposições que visam garantir a conformidade dos produtos colocados no mercado, como a Diretiva 2001/95/CE (relativa à segurança geral dos produtos), a Decisão 768/2008/CE (relativa a um quadro comum para a comercialização de produtos) e o Regulamento 765/2008/CE (que estabelece os requisitos de acreditação e fiscalização do mercado relativos à comercialização de produtos). O círculo externo, por fim, é integrado pela Diretiva 1999/44/CE, alusiva a certos aspetos da venda de bens de consumo e das garantias a ela relativas (SANTOSUOSSO; BOTTALICO, *Autonomous...*, ob. cit., p. 36-44).

²³⁰ *Directiva do Conselho de 25 de Julho de 1985, relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas dos Estados-membros em matéria de responsabilidade decorrente dos produtos defeituosos.*

²³¹ Por todos: Livro Branco sobre IA..., ob. cit., p. 14, no sentido de que “existe alguma incerteza sobre a forma e a medida em que a Diretiva Responsabilidade pelos Produtos é aplicável no caso de determinados tipos de defeitos, por exemplo, se estes resultarem de deficiências na cibersegurança do produto”.

²³² É o caso das *Disposições de Direito Civil sobre Robótica* (2015/2103(INL)), de 16 de fevereiro de 2017.

eventuais lacunas hoje verificáveis²³³ – o que é, aliás, muito bem-vindo, sobretudo para conferir segurança jurídica²³⁴.

Seja como for, essas constatações sobre a insuficiência do regramento jurídico atual no âmbito da segurança dos produtos conduziram a Comissão Europeia a disponibilizar a sua “há muito aguardada”²³⁵ Proposta de Regulamento Inteligência Artificial²³⁶, que visa “estabelecer regras aplicáveis à colocação no mercado e à colocação em serviço de determinados sistemas de IA”²³⁷.

É importante ressaltar, desde logo, que a Proposta deve, em qualquer caso, ser harmonizada com os vários regulamentos que compõem a disciplina de segurança dos produtos a nível europeu²³⁸. Em matéria de responsabilidade, a Proposta, na verdade, pretende introduzir uma disciplina especial no quadro normativo em relação à DRP, que continuará a ser aplicada²³⁹ por constituir, atualmente, “a legislação horizontal na matéria, de natureza integrativa respeito à vertical”²⁴⁰.

Sem embargo, a Proposta opta por uma abordagem horizontal, distintamente do restante da legislação europeia que versa sobre segurança de produtos, porque não é dirigida a setores específicos de aplicação da IA, mas sim à utilização dessa tecnologia em geral²⁴¹. De acordo com a Exposição de Motivos da Proposta, trata-se de

“(…) uma abordagem regulamentar horizontal equilibrada e proporcionada ao domínio da inteligência artificial, que se limita aos requisitos mínimos necessários para dar resposta aos riscos e aos problemas associados à IA, sem restringir ou prejudicar indevidamente a

²³³ Neste sentido: *Livro Branco...*, ob. cit., p. 17; *Relatório sobre as implicações em matéria de segurança e de responsabilidade decorrentes da inteligência artificial, da Internet das coisas e da robótica* (COM(2020) 64 final). Bruxelas: 19.2.2020; *Regime de responsabilidade civil aplicável à inteligência artificial* (2020/2014(INL)), de 20 de outubro de 2020, nm. 8.

²³⁴ Atualmente, está em discussão no Parlamento Europeu uma nova proposta de Diretiva Responsabilidade pelos Produtos, que sugere novas disposições para tratar da responsabilidade por produtos como *softwares*, incluídos os sistemas de IA, e outros serviços digitais que afetam o funcionamento desses produtos, como é o caso dos serviços de navegação em veículos autónomos (cf. *New Product Liability Directive*. Disponível em [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/739341/EPRS_BRI\(2023\)739341_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/739341/EPRS_BRI(2023)739341_EN.pdf)>. Cons. 10 jun. 2023).

²³⁵ EBERS, *Standardizing...*, ob. cit., p. 321.

²³⁶ *Proposta de Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho que estabelece regras harmonizadas em matéria de inteligência artificial (Regulamento Inteligência Artificial)* e altera determinados atos legislativos da União (COM(2021) 206 final). Bruxelas: 21.4.2021.

²³⁷ *Ibid.*, Considerando (4), p. 20.

²³⁸ No mesmo sentido: PANATONNI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 10.

²³⁹ Cf. Considerando n.º 82 da Proposta.

²⁴⁰ MINELLI, Camilla. “La responsabilità ‘penale’ tra persona fisica e Corporation alla luce della Proposta di Regolamento sull’Intelligenza Artificiale”. *Diritto penale contemporaneo – Rivista trimestrale*, n. 2, 2022, p. 52.

²⁴¹ EBERS, *Standardizing...*, ob. cit., p. 333.

evolução tecnológica ou aumentar desproporcionalmente o custo de colocação no mercado de soluções de IA”²⁴².

A seguir, delinear-se-á as principais disposições da Proposta, que, muito embora não digam respeito diretamente ao direito penal substantivo, podem servir-lhe para delimitar as zonas do risco permitido, tudo a partir de uma lógica de precaução moderada²⁴³, além dos deveres de cuidado objetivamente exigíveis e eventuais posições de garantia²⁴⁴.

1.2. A Proposta em si

O objetivo da Proposta é, em síntese, estabelecer regras harmonizadas para a colocação no mercado, a colocação em serviço e a utilização de sistemas de inteligência artificial na União (art. 1.º, alínea *a*)), bem como proibir certas práticas de inteligência artificial (art. 1.º, *b*) e criar requisitos específicos para sistemas de IA de risco elevado e obrigações para os operadores desses sistemas (art. 1.º, *c*)).

O âmbito de incidência normativa da Proposta é aplicável aos “fornecedores que coloquem no mercado ou coloquem em serviço sistemas de IA no território da União, independentemente de estarem estabelecidos na União ou num país terceiro” (art. 2.º, n. 1, *a*)), aos “utilizadores de sistemas de IA localizados na União” (art. 2.º, n. 1, *b*)) e aos “fornecedores e utilizadores de sistemas de IA localizados num país terceiro, se o resultado produzido pelo sistema for utilizado na União” (art. 2.º, n. 1, *c*)).

O fornecedor é definido como “uma pessoa singular ou coletiva, autoridade pública, agência ou outro organismo que desenvolva um sistema de IA ou que tenha um sistema de IA desenvolvido com vista à sua colocação no mercado ou colocação em serviço sob o seu próprio nome ou marca, a título oneroso ou gratuito” (art. 3.º, n. 2). Já o utilizador é “uma pessoa singular ou coletiva, autoridade pública, agência ou outro organismo que utilize, sob sua autoridade, um sistema de IA, salvo se o sistema de IA for utilizado no âmbito de uma atividade pessoal de carácter não profissional” (art. 3.º, n. 4).

A Proposta segue a lógica do *risk-based regulatory approach* adotada pela agenda da UE em termos de normatização da IA. A partir disso, com uma definição ampla de “sistema de IA” (art. 3.º, n. 1), são estabelecidas obrigações jurídicas proporcionais ao grau

²⁴² *Proposta de Regulamento...*, ob. cit., p. 3.

²⁴³ Nessa mesma linha: MINELLI, *La responsabilità...*, ob. cit., p. 52.

²⁴⁴ Também nesse sentido: PANATONNI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 11.

de risco inerente a determinado sistema de IA, as quais tornam-se maiores à medida em que o risco aumenta. Essa estrutura da Proposta “pode ser traçada como uma pirâmide: no topo estão as práticas de IA que se considera criarem risco inaceitável e que são, pois, contrárias aos valores da União Europeia²⁴⁵; no meio estão os chamados sistemas de IA de ‘alto risco’, para os quais são previstas uma série de requisitos e obrigações aos diversos operadores, após, as aplicações específicas de IA para as quais são previstos obrigações de transparência²⁴⁶; por fim, na base, figuram os sistemas que criam risco baixo ou mínimo, para os quais não existem requisitos ou obrigações”²⁴⁷.

Os sistemas de IA que mais despertam interesse ao objeto desta investigação são os de “risco elevado”, que estão no meio da pirâmide e cuja disponibilização ou colocação em serviço no mercado europeu está permitida (art. 6.º e ss.). O art. 6.º, n. 1 define que o sistema de IA é considerado de risco elevado quando estejam satisfeitas duas condições: “o sistema de IA destina-se a ser utilizado como um componente de segurança de um produto ou é, ele próprio, um produto abrangido pela legislação de harmonização da União enumerada no anexo II” (art. 6.º, n. 1, a)) e “os termos da legislação de harmonização da União enumerada no anexo II, o produto cujo componente de segurança é o sistema de IA, ou o próprio sistema de IA enquanto produto deve ser sujeito a uma avaliação da conformidade por terceiros com vista à colocação no mercado ou à colocação em serviço” (art. 6.º, n. 1, b)). Além disso, “os sistemas de IA referidos no anexo III são também considerados de risco elevado” (art. 6.º, n. 2).

Os sistemas de IA devem cumprir os requisitos estabelecidos no Capítulo 2 da Proposta (art. 8.º). Existe a obrigação da implementação de sistema de gestão de riscos do

²⁴⁵ As práticas de inteligência artificial que criem “riscos inaceitáveis” estão proibidas, especialmente as que possam causar ou sejam suscetíveis de causar danos físicos ou psicológicos. Isso importa o banimento de técnicas subliminares que distorçam comportamentos de indivíduo (art. 5.º, n.º 1, a)); de sistemas de IA que explorem vulnerabilidades de grupo específico de pessoas como crianças ou portadores de deficiência (art. 5.º, n.º 1, b)); o tratamento prejudicial pelas autoridades públicas através de sistemas que promovam a classificação da credibilidade das pessoas pelas autoridades públicas com base em comportamento social ou outras características (art. 5.º, n.º 1, c)) e de sistemas de identificação biométrica em tempo real (art. 5.º, n.º 1, d)), salvo para a investigação seletiva de potenciais vítimas específicas de crimes (art. 5.º, n.º 1, d), i), a prevenção de uma ameaça específica (art. 5.º, n.º 1, d), ii) e a deteção, localização, identificação ou instauração de ação penal relativamente a infrator ou suspeito de infração penal referida no art. 2.º, n.º 2, da Decisão-Quadro 2002/584/JAI do Conselho (art. 5.º, n.º 1, d), iii).

²⁴⁶ Aos sistemas de IA que apresentem “riscos limitados”, há obrigações de transparência para que as pessoas singulares saibam que estão a interagir com um sistema de IA (art. 52.º), como os chatbots, sistemas de reconhecimento emocional e de categorização biométrica, além de *deep fakes*, sistemas que geram ou manipulam conteúdo (cf. EBERS, *Standardizing...*, ob. cit., p. 334).

²⁴⁷ PANATONNI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 10.

sistema de IA, que deve ser atualizado regular e sistematicamente (art. 9.º, n. 1); da adoção práticas adequadas de seleção e governação dos dados de treino, validação e teste (art. 10.º, n. 1 e 2); da elaboração de documentação técnica que ateste o cumprimento dos requisitos do Capítulo 2 pelo sistema de IA de risco elevado (art. 11.º, n. 1); do armazenamento automático do registo de eventos enquanto o sistema de IA de risco elevado estiver em funcionamento (art. 12.º, n. 1); da transparência do funcionamento do sistema (art. 13.º, n. 1); de prestação de informações aos utilizadores com instruções de utilização (art. 13.º, n. 2); da supervisão humana dos sistemas de IA de risco elevado, para a prevenção e minimização de riscos para a saúde, segurança ou os direitos fundamentais quando o sistema é usado de acordo com a finalidade prevista (art. 14.º, n. 1 e 2) e da conceção de sistemas de IA de risco elevado exatos, sólidos e robustos (art. 15.º, n. 1).

Em geral, os fornecedores de sistemas de IA de risco elevado devem assegurar que seus produtos se sujeitem a procedimento de avaliação de conformidade antes de serem colocados no mercado ou em serviço, o que deve ser acompanhado pela emissão de declaração de conformidade (art. 19.º). Também devem criar um sistema de gestão de qualidade que garanta a conformidade do sistema com o Regulamento, o qual inclui, sobretudo, exames, testes e validação a realizar antes, durante e após o desenvolvimento do produto²⁴⁸ (art. 17.º, n. 1, *d*).

A Proposta dá incumbências aos fornecedores de monitoramento pós-comercialização dos sistemas de IA (art. 17.º, n. 1, *h*), art. 61.º, n. 1). O objetivo é a análise sistemática dos dados proporcionados pelos utilizadores ou recolhidos por outras fontes sobre o desempenho de tais produtos ao longo de sua vida útil (art. 61.º, n.º 2). A partir desses dados, os fornecedores devem imediatamente tomar medidas corretivas caso considerem que os sistemas por eles colocados no mercado ou em serviço não estejam em conformidade com o Regulamento, o que se efetiva por meio da reposição da conformidade ou da retirada ou recolha do sistema do mercado (art. 21.º).

²⁴⁸ Ibid., p. 336.

Capítulo III: A responsabilidade penal pelo produto artificialmente inteligente

§1. Premissas necessárias

As respostas normativas dadas aos riscos do processo produtivo são diversas. Elas referem-se não só à criação de regime legal próprio da proteção dos consumidores, mas passam pela responsabilização (civil e penal) dos produtores, pelo advento das estruturas jurídicas de internalização dos riscos (seguros) ou pela criação, ao abrigo do princípio da precaução, de regras e proibições nos casos de incerteza científica, atualizáveis consoante a dúvida nomológica esmoreça²⁴⁹. Dentre essas respostas, afigura-se de maior relevo para nós a responsabilidade penal dos produtores, referente à imputação de danos decorrentes da fabricação ou colocação no mercado de produtos defeituosos.

Nada obstante, antes de nos indagarmos acerca da específica constelação de problemas colocados à responsabilidade criminal pelos veículos autónomos, é preciso esclarecermos algumas categorias conceituais próprias da responsabilidade civil do produtor, que ganhou fôlego previamente à repercussão da discussão no âmbito penal, razão pela qual a esta são úteis as previsões gerais contidas naquela disciplina, notadamente as regras que devem ser observadas ao longo do processo produtivo.

Assim, ter em mente as noções de produtor, produto e defeito é fundamental para avaliarmos a incidência de responsabilidade dos programadores de carros com sistemas de condução automatizada. Na ausência de regulamentos específicos sobre a responsabilidade por sistemas de IA, ainda que a Proposta de Regulamento Inteligência Artificial avance nesse sentido, os conceitos normativos adiante tratados serão aqueles constantes no Decreto-Lei n.º 383/89, posteriormente modificado pelo Decreto-Lei n.º 131/2001, que transpôs ao ordenamento jurídico português a Diretiva 85/374/CEE (DRP).

Entretanto, o enquadramento normativo desses conceitos às particularidades da IA como produto não é evidente. O atual quadro jurídico atual em matéria de segurança dos produtos e responsabilização do produtor não parece ter sido pensado para as particularidades dos sistemas de IA. A responsabilidade do produtor fundamenta-se no dano decorrente de defeito do produto. Contudo, as inovações robóticas trazem consigo a possibilidade de que o evento lesivo não seja reconduzível a um defeito, seja o vício de fabrico ou conceção. O dano pode derivar do funcionamento normal do produto

²⁴⁹ Cf. SOUSA, *A IA...*, ob. cit., p. 193.

artificialmente inteligente, sobretudo dos “comportamentos” autónomos tidos em virtude de experiências prévias com as quais a máquina aprendeu. Ademais, a noção de produto, à primeira vista, igualmente pode suscitar dúvidas quanto a sua validade no âmbito dos produtos artificialmente inteligentes²⁵⁰. Nesse sentido, especificamente em relação aos veículos autónomos, o GEAR 2030²⁵¹ sugere à Comissão Europeia investigar eventual necessidade de revisão da DRP, designadamente quanto às definições de produto e/ou defeito.

Sem embargo, adiante serão perscrutados os conceitos de produtor, produto e defeito atualmente vigentes na DRP, com a finalidade precípua de averiguar sua acomodação aos sistemas de IA, sobretudo os veículos autónomos. Adianta-se que a resposta é afirmativa. Essa tarefa mostra-se profícua também para a identificação do cuidado devido pelos programadores de carros equipados com essa tecnologia, pois, afinal, os pressupostos da responsabilidade jurídico-civil do produtor, nomeadamente as regras de fabricação e monitoramento do mercado, valem para a concretização da negligência típica no âmbito da responsabilidade criminal pelo produto.

1. Produtor

Na esteira do que preconiza o art. 3.º da DRP, o Decreto-Lei n.º 383/89 consagra uma noção bastante ampla de produtor²⁵². Importará, para nós, a figura do produtor real (art. 2.º, n.º 1, 1.º parte), que é “o fabricante do produto acabado, de uma parte componente ou de matéria-prima”, ao qual somam-se o produtor aparente (art. 2.º, n. 1º, 2.ª parte), o produtor presumido *iuris et iure* (art. 2.º, n. 2, a)) e o produtor presumido *iuris tantum* (art. 2.º, n.º 2, b))²⁵³.

Se os veículos autónomos são integrados por componentes de *hardware* e por modelos algorítmicos de *software*, a largueza da definição legal de produtor conduz “à chamada à colocação de todos os participantes na criação e produção do veículo, sejam produtores de matéria-prima, de partes componentes – como será o caso dos sensores incorporados no veículo -, do produto acabado e, com destacada relevância, do *software*

²⁵⁰ Cf. PANATONNI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 15.

²⁵¹ *GEAR 2030...*, ob. cit.

²⁵² Sobre isso, entre nós, SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 131 e ss.

²⁵³ Cf. SILVA, João Calvão da. *Compra e Venda de Coisas Defeituosas: Conformidade e Segurança*. Coimbra: Edições Almedina S.A., 2006, p. 187-188.

developer”²⁵⁴. Assim, Mafalda Miranda Barbosa conclui que “dúvidas não existem quanto à possibilidade de os fabricantes de *hardware* e de os programadores de *software* poderem ser considerados produtores para efeitos do DL n.º 383/89”²⁵⁵.

Quanto as categorias subjetivas do produtor, a Proposta Regulamento Inteligência Artificial identifica a figura do fornecedor, que é quem desenvolve o sistema de IA ou que o coloca à disposição no mercado (art. 3.º, n. 2).

2. Produto

O art. 3.º, n. 1, Decreto-Lei n.º 383/89 define como produto “qualquer coisa móvel, ainda que incorporada noutra coisa móvel ou imóvel”. A noção de produto aparenta ser mais restrita do que a de produtor. Assim, levando em conta que o veículo autónomo é em parte derivado do trabalho de engenheiros e em parte máquina autodidata²⁵⁶ (“é uma mistura de algoritmos pré-definidos, condições ambientais, *input* de utilizadores e inteligência artificial”²⁵⁷), surgirão problemas quanto à sua qualificação como produto. Os questionamentos não surgirão quanto aos componentes de *hardware*, indiscutivelmente coisas móveis incorporadas a outro bem móvel, mas sim ao *software*, que desempenha papel de relevo para o funcionamento de carros dessa espécie e cuja maior característica é a intangibilidade.

Os sistemas algorítmicos baseados em dados encontram-se na “zona cinzenta”²⁵⁸ da conceituação de produto. Inclusive, por diversas vezes já foram excluídos de sua abrangência normativa. Ao mesmo tempo, porém, a legislação sobre responsabilidade pelo produto também já foi aplicada quando da causação de danos por dados, notadamente se estes estavam incorporados a um objeto físico²⁵⁹.

²⁵⁴ FELÍCIO, Manuel. “Responsabilidade civil por acidente de viação causado por veículo automatizado”, *Revista de Direito da Responsabilidade*, a. 1, 2019, p. 504.

²⁵⁵ BARBOSA, Mafalda Miranda. “O futuro da responsabilidade civil desafiada pela inteligência artificial: as dificuldades dos modelos tradicionais e caminhos de solução”, *Revista de Direito da Responsabilidade*, a. 2, 2020, p. 286.

²⁵⁶ GLESS, Sabine; SILVERMAN, Emily; WEIGEND, Thomas. “If Robots Cause Harm, Who Is To Blame? Self-Driving Cars and Criminal Liability”. *New Criminal Law Review*, v. 19, n. 3, 2016, p. 414.

²⁵⁷ *Ibid.*

²⁵⁸ CHAGAL-FEFERKORN, Karni A. “Am I an Algorithm or a Product? When Products Liability Should Apply to Algorithmic Decision-Makers”, *Stan. L. & Pol’y Rev.*, v. 30, 2019, p. 83, cujas considerações, a despeito de dirigirem-se ao contexto jurídico estadunidense, também são pertinentes à nossa realidade normativa.

²⁵⁹ *Ibid.*, com referências sobre a jurisprudência das Cortes estadunidenses sobre a matéria.

A doutrina jurídico-civilística, contudo, compreende o elemento “coisa”, integrante da noção de produto (art. 3.º, n. 1, Decreto-Lei n.º 383/89), a partir de definição ampla, que independe da corporeidade ou incorporeidade do bem. Por isso, o *software*, mesmo que intangível, pode ser considerado como produto para fins de responsabilização do produtor²⁶⁰. Então, se *hardware* e *software* são produtos, claro está que os veículos autónomos podem ser enquadrados nesse conceito jurídico.

3. Defeito

O tema da tipologia do defeito é útil para o juízo de imputação de resultados desvaliosos a bens jurídicos, conquanto não atenua a complexidade das categorias jurídico-penais a ele inerentes²⁶¹. A etiologia da defeituosidade auxilia a “rastreadibilidade causal do dano ao produto”²⁶², o que possibilita também a análise acerca da infringência de deveres de cuidado no processo produtivo.

Consoante o art. 4.º, n.º 1, do Decreto-Lei n.º 383/89, “um produto é defeituoso quando não oferece a segurança com que legitimamente se pode contar, tendo em atenção todas as circunstâncias, designadamente a sua apresentação, a utilização que dele razoavelmente possa ser feita e o momento da sua entrada em circulação”.

Convencionou-se estabelecer quatro espécies de tipologia de defeitos: o defeito de conceção, o defeito de fabrico, o defeito de informação e o defeito de desenvolvimento. O critério diferenciador dessa classificação descritiva²⁶³ reside na fase do processo produtivo em que o defeito ocorre²⁶⁴.

O defeito de conceção afeta toda a série produzida de determinado produto. Por isso, é intrínseco ou estrutural ao produto, já que acompanha toda a sua vida útil. Ele decorre de erro na elaboração do projeto, o qual pode derivar da escolha equivocada de materiais, de testes insuficientes ou da incorreta observação das técnicas de produção adequadas. É uma categoria de defeito que tem elevado potencial para causar danos²⁶⁵.

²⁶⁰ SILVA, *Compra...*, ob. cit., p. 190; BARBOSA, *O futuro...*, ob. cit., p. 286-287. No mesmo sentido: FELÍCIO, *Responsabilidade...*, ob. cit., p. 504.

²⁶¹ Cf. PIERGALINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 6.

²⁶² *Ibid.*

²⁶³ BERTOLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 132.

²⁶⁴ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 109.

²⁶⁵ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 109; BERTOLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 132; PIERGALINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 6.

Nos veículos autónomos, o defeito de conceção pode referir-se tanto ao defeito apresentado por componente tangível da viatura (*hardware*), como a defeito apresentado por componente intangível (*software*). No entanto, é razoável esperar que a maioria desses defeitos serão nos algoritmos; de maneira incorreta, eles poderão acelerar o carro mais rápido do que o normal ou deixar de perceber corretamente a sinalização, dentre outras variações do mau funcionamento computacional²⁶⁶.

O defeito de fabrico aflige apenas um ou poucos exemplares da série produtiva. É geralmente originado por falha mecânica da máquina ou por erros humanos no processo de concretização do produto. Constitui risco previsível e estatisticamente calculável, pelo que é mais facilmente identificável do que o defeito de conceção, já que o defeito de fabrico indicará a desconformidade do produto com o controlo de qualidade do produtor, mostrando o desvio das especificações e estândaes produtivos do fabricante²⁶⁷.

No contexto dos veículos autónomos, o defeito de fabrico poderá ser constatado se os equipamentos de *hardware* e de *software* não funcionarem como especificado pelo produtor. Como exemplo, imaginemos que os sensores não detetem corretamente os objetos à volta do veículo, sobretudo outros carros e peões, quando os parâmetros do fabricante pressupõem funcionamento adequado²⁶⁸.

O defeito de informação diz respeito ao produto cujo processo de fabrico transcorreu sem falhas, com a observância das regras técnicas, mas é colocado no mercado sem o respeito ao dever de informar, que inclui advertir adequadamente o consumidor acerca dos potenciais perigos da utilização do produto, bem como instruí-lo para utilizá-lo em segurança²⁶⁹, esclarecendo-se sobre os deveres de cuidado a serem adotados pelo consumidor²⁷⁰. O defeito de informação pode verificar-se “tanto por via de uma completa omissão como por falta de informação completa”²⁷¹.

Os fabricantes de veículos autónomos estão obrigados a informar os consumidores dos perigos que o consumidor possa enfrentar na condução automatizada. O dever principal será o de instruir os utilizadores sobre como deverão fazer uso dos veículos autónomos de

²⁶⁶ GURNEY, Jeffrey K. “Sue my car not me: products liability and accidents involving autonomous vehicles”. *Wake Forest J.L. & Pol’y*, vol. 247, n. 2, 2013, p. 263.

²⁶⁷ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 110; BERTOLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 133-134; PIERGALINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 6.

²⁶⁸ GURNEY, *Sue...*, ob. cit., p. 258-259.

²⁶⁹ *Ibid.*, p. 264.

²⁷⁰ BARBOSA, *O futuro...*, ob. cit., p.

²⁷¹ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 111.

forma segura, com instruções corretas sobre como operá-los. Há uma obrigação geral nesse sentido contida no art. 13.º, n. 2 e 3, da Proposta de Regulamento Inteligência Artificial. Por exemplo, haverá dever de informar sobre as localidades nas quais os veículos autónomos possam não operar satisfatoriamente, inclusive com a possibilidade de apresentarem mau funcionamento e causar danos²⁷². Caso não haja completude ou clareza nessas informações, poderá haver defeito de informação.

Por fim, há o defeito de desenvolvimento ou defeito do risco de desenvolvimento²⁷³. Ele está relacionado ao defeito que não poderia ser individualizado ou sequer identificado nas etapas de produção e circulação no mercado, pois os riscos a ele associados eram então desconhecidos da ciência e da técnica. Consequentemente, são riscos imprevisíveis e inevitáveis, relacionados ao princípio da precaução. O defeito de desenvolvimento afeta toda a série produtiva e se estende pela vida útil do produto, assim como o defeito de concepção²⁷⁴. Normalmente, essa espécie de defeito é identificável em ramos como o da medicina, da indústria farmacêutica, de alimentos geneticamente modificados e de alguns produtos químicos²⁷⁵. Geralmente, entretanto, o produtor não responderá pelos defeitos de desenvolvimento. Deve-se negar essa responsabilidade se, no momento de produção e disponibilização do produto aos consumidores, o estado tecnocientífico não dá cognoscibilidade ao defeito²⁷⁶ (art. 5.º, *e*), Decreto-Lei n.º 383/89). No domínio da IA, “onde os avanços tecnológicos são constantes e, por outro lado, sabendo-se que os entes dotados de inteligência artificial podem alterar, por força da interação com o meio, os dados da pré-programação”²⁷⁷, os saberes poderão não denunciar a perigosidade do algoritmo.

²⁷² GURNEY, *Sue...*, ob. cit., p. 264-265.

²⁷³ Cf. BERTOLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 135; PIERGALINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 6.

²⁷⁴ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 111; BERTOLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 135; PIERGALINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 6.

²⁷⁵ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 111.

²⁷⁶ Como aponta João Calvão da Silva, “a exclusão dos riscos de desenvolvimento no âmbito da responsabilidade do produtor compreende-se: no fundo, este tipo de defeito reflecte o relativismo da ciência e da técnica, rectius, a inexistência ou a falta de saber e conhecimento adquirido e praticável no momento da distribuição do produto, pelo que só um ulterior progresso científico e técnico permitirá suprir, corrigir e prevenir tais defeitos e danos serôdios deles resultantes” (SILVA, *Compra...*, ob. cit., p. 2019, itálico no original).

²⁷⁷ BARBOSA, *O futuro...*, ob. cit., p. 288-289.

§2. A responsabilidade penal pelo produto artificialmente inteligente

1. A responsabilidade pelo tipo e pelo modo de produção

Apona-se para uma noção extensa de responsabilidade do produtor. Na extensão desse conceito, quer remonta sobretudo à doutrina italiana, está a responsabilidade pela ofensa provocada aos consumidores pela comercialização de produtos defeituosos, pelos danos causados pela atividade produtiva à integridade física e à vida dos trabalhadores, dos indivíduos que integram comunidades próximas à empresa e também ao meio ambiente. Bertolesi afirma que essa conceituação remonta a Franco Bricola, que reconhece uma responsabilidade pelo tipo de produção e outra pelo modo de produção²⁷⁸.

A responsabilidade pelo tipo de produção refere-se à atividade exercida pela empresa como um todo, ao resultado da atividade de produção²⁷⁹, e não apenas às qualidades de um produto específico. Ela está associada a áreas produtivas que apresentam elevado grau de perigosidade, o qual não pode ser inteiramente contido por medidas cautelares ou pela adoção de regras técnicas²⁸⁰. Os danos associados à responsabilidade pelo tipo de produção são suscetíveis de ensejar consequências severas e irreversíveis²⁸¹, inclusive para quem está à margem da atividade produtiva, e não só aos diretamente nela envolvidos²⁸².

Inserem-se no escopo da responsabilidade pelo tipo de produção, portanto, os “sectores produtivos dominados pela adopção de medidas cautelares e pela vigência do princípio da precaução. Como exemplo de actividades produtivas dotadas de elevado grau de perigosidade pode apontar-se, entre outras, a produção de energia nuclear ou de bens geneticamente modificados”²⁸³.

Percebe-se que há ligação direta entre essa espécie de responsabilidade pelo produto e a categoria do risco permitido, pois as atividades de produção que a configuram são admitidas ainda que delas seja possa advir efeitos nocivos²⁸⁴. De qualquer forma, a admissibilidade dessas atividades reclama a observância de deveres de cuidado incidentes sobre o processo de fabrico e de medidas de precaução previstas normativamente²⁸⁵.

²⁷⁸ BERTOLESI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 88.

²⁷⁹ PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 6.

²⁸⁰ *Ibid.*

²⁸¹ *Ibid.*

²⁸² SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 106.

²⁸³ *Ibid.*, p. 106-107.

²⁸⁴ BERTOLESI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 89.

²⁸⁵ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 107.

A responsabilidade pelo modo de produção relaciona-se aos riscos ínsitos a qualquer processo de produção, e não somente a atividades produtivas que, por sua natureza, são dotadas de potencial lesivo a interesses juridicamente protegidos²⁸⁶. Segundo Piergalini, a ela subjaz a ideia de “funcionalização do processo produtivo em direção à exclusão ou redução do risco de dano do produto que, concebido com o estado da técnica e munido dos materiais de informação prescritos aos consumidores, não externa perfis residuais de elevada perigosidade”²⁸⁷.

Os riscos que trata a responsabilidade pelo modo de produção são controlados pelas regras atinentes ao princípio da prevenção²⁸⁸. Além de se fundamentarem, como sublinha Susana Aires de Sousa, “no recurso a regras da experiência e a nexos causais alicerçados em princípios científicos conhecidos. As normas de conduta têm em vista eliminar o risco aparentemente dominável e idóneo à produção de resultados danosos”²⁸⁹.

A diferença entre o modelo caracterizado pela responsabilidade pelo modo de produção se difere daquele da responsabilidade pelo tipo de produção a partir do coeficiente de risco: enquanto na primeiro esse nível é baixo, no segundo é alto. Vale por dizer, não é a total ausência de risco a bens jurídicos, mas antes de riscos menos ou mais intensos²⁹⁰. Conseqüentemente, a distinção também é perceptível no plano qualitativo dos riscos: na responsabilidade pelo modo de produção, são endereçados os riscos “cujos efeitos são previsíveis e que têm de ser prevenidos através da observância de regras de cuidado”²⁹¹; na responsabilidade pelo tipo de produção, “destacam-se riscos associados a conseqüências desconhecidas e imprevisíveis que importa precaver”²⁹².

A responsabilidade penal pelo produto artificialmente inteligente encontra-se no âmbito da responsabilidade pelo tipo de produção. Como aponta Susana Aires de Sousa, “a tecnologia disruptiva, pela imprevisibilidade de suas conseqüências, pode situar-se neste tipo de atividade produtiva, exigindo-se um maior grau de acompanhamento dos produtos, desde o momento da sua concepção, até ao seu desenvolvimento, fabrico e comercialização”²⁹³.

²⁸⁶ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 107-108.

²⁸⁷ PIERGALINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 6.

²⁸⁸ BERTOLESI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 90.

²⁸⁹ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 108.

²⁹⁰ Cf. BERTOLESI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 90.

²⁹¹ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 108.

²⁹² *Ibid.*

²⁹³ SOUSA, *Não...* ob. cit., p. 84

2. Origem e fundamento da responsabilidade criminal pelo produto

Antes de distribuir o produto ao mercado, o produtor deve assegurar-se de que ele está em conformidade com critérios os padrões industriais de produção e com os requisitos legais. Com o produto disponível aos consumidores, o produtor deve monitorá-lo, para tomar providências caso constate danos; elas podem consistir em advertências ao consumidor ou na retirada dos produtos defeituosos de circulação. A violação desses deveres (quer na fase de fabrico, quer na fase de comercialização) poderá motivar a responsabilização criminal dos produtores, na maior parte das vezes por homicídios ou ofensas à integridade física²⁹⁴. Essa é a responsabilidade pelo produto, que diz respeito à atribuição dos danos causados na fabricação e comercialização de produtos defeituosos.

Partindo do pressuposto de que os riscos proibidos criados por produtos defeituosos sejam cognoscíveis *ex ante*, Hassemer indica que podem vir à tona duas categorias jurídico-penais nesse domínio: a negligência, pois o produtor, mesmo que insciente do perigo, dele poderia ter conhecido ao atuar, e a omissão, caso o fabricante insista na comercialização de produtos defeituosos, omitindo-se de advertir os consumidores dos riscos ou de retirar os bens do mercado²⁹⁵.

Nada obstante, a origem da responsabilidade pelo produto remonta ao direito civil. A responsabilidade civil dos fabricantes antecedeu a intervenção penal nesse domínio de lesões a interesses juridicamente protegidos dos consumidores²⁹⁶. O objetivo inicial, que até hoje persiste por ser intrínseco à natureza da responsabilidade civil, era atingir finalidades preventivas, pela promoção da segurança dos produtos, e reparatórias, com a compensação das vítimas pelos danos²⁹⁷.

Os ordenamentos jurídicos de tradição romano-germânica acompanharam a evolução da temática na jurisprudência da *common law*, seguindo de perto os passos dados em direção à *strict products liability*. Em nosso domínio, com vistas à prossecução da finalidade reparatória, houve flexibilização das responsabilidades contratual e aquiliana do

²⁹⁴ Cf. GLESS; SILVERMAN; WEIGEND, *If...*, ob. cit., p. 427-428.

²⁹⁵ HASSEMER, Winfried; MUÑOZ CONDE, Francisco. *La responsabilidad por el producto en derecho penal*. Valencia: Tirant lo blanch, 1995, p. 159.

²⁹⁶ VOGEL, Joachim. "La responsabilidad penal por el producto en Alemania: Situación actual y perspectivas de futuro". *Revista Penal*, n.º 8, 2001, p. 95.

²⁹⁷ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 113. Também nesse sentido sobre as finalidades de reparação e prevenção na responsabilidade civil do produtor, mas sob uma perspectiva da *common law*: CHAGAL-FEFERKORN, *Am I...*, ob. cit., p. 77-80.

produtor, que foram paulatinamente objetivadas, sobretudo a partir da responsabilidade pelo risco²⁹⁸.

Assim como se deu com a responsabilidade civil, a responsabilidade criminal do produtor originou-se na *praxis* jurisprudencial. Os tribunais em diversos países foram confrontados com eventos lesivos causados aos indivíduos por bens defeituosos. As mais altas Cortes de Alemanha e Espanha, por exemplo, contribuíram de forma fundamental para o desenvolvimento da matéria²⁹⁹, não só pela hermenêutica dispensada à questão, mas também porque os casos levados a tribunal adquiriram contornos trágicos pelos resultados naturalísticos a eles associados. A discussão pela doutrina jurídico-penal veio à reboque, notadamente pelas críticas à jurisprudência³⁰⁰.

Atualmente, considerados os aportes doutrinários à responsabilidade criminal pelo produto, pode-se dizer que há certo consenso sobre o seu conceito. Com Susana Aires de Sousa, temos que

Apertando os contornos da definição, podemos dizer que o termo responsabilidade criminal pelo produto é empregue em boa parte da literatura penal europeia, na sequência de um conjunto de decisões jurisprudenciais, para enunciar a responsabilidade de produtores e distribuidores de bens de consumo defeituosos ou perigosos por lesões ou pela colocação em perigo de bens jurídicos essenciais dos consumidores, tidos como valiosos pelo direito penal ao plasmar, quer no Código Penal quer em legislação acessória, delitos que protegem aqueles interesses³⁰¹.

Essa definição, porém, faz antever algumas dúvidas quanto a extensão da responsabilidade criminal pelo produto. A primeira refere-se à natureza dos bens jurídicos tutelados nesse âmbito. Vogel propõe que ela deve referir-se à “responsabilidade penal do produtor ou distribuidor pela produção ou comercialização de produtos perigosos e que se deriva, parcialmente, de um conjunto de normas pertencentes ao direito penal acessório e fundamentalmente aos delitos de lesões e homicídio”³⁰². Não resta claro se os interesses patrimoniais dos consumidores estariam abrangidos no âmbito protetivo da responsabilidade

²⁹⁸ A menção à responsabilidade civil do produtor é necessária, ainda que em linhas muito gerais, mas o seu fuge do escopo desta investigação. Acerca dessa temática, com especial referência ao ordenamento jurídico português, confira-se: SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 113-143.

²⁹⁹ KUHLEN, Lothar. “Necesidad y límites de la responsabilidad penal por el producto”. *ADPCP*, v. 55, 2002, p. 68.

³⁰⁰ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 145-146.

³⁰¹ *Ibid.*, p. 149.

³⁰² VOGEL, *La responsabilidad...*, ob. cit., p. 95.

pelo produto. A maior razão para tanto parecer ser o facto de que, por essa definição ter se originado em decisões jurisprudenciais que julgaram homicídios e ofensas à integridade física, as reflexões doutrinárias teriam a eles se restringido, ao menos em um primeiro momento. Naturalmente, porém, o fabrico e a venda de produtos defeituosos podem afetar o bem jurídico-penal do patrimônio, muito embora apenas o conceito de responsabilidade criminal pelo produto apenas lhe diga respeito de forma secundária, tangencial³⁰³.

Igualmente é possível discutir se a responsabilidade criminal pelo produto abrange a tutela da saúde pública³⁰⁴, interesse jurídico coletivo de titularidade difusa. Admitindo-se que sim, avança-se para um conceito de responsabilidade criminal pelo produto em sentido amplo, que engloba os delitos que têm por objeto de referência esse bem jurídico coletivo³⁰⁵. A nossa perspectiva, contrária a esse conceito alargado, baseia-se em três considerações.

A primeira, de ordem mais geral, refere-se à inconciliabilidade entre a própria noção de proteção penal da saúde pública e os princípios da ofensividade³⁰⁶ e da intervenção mínima, corolário da fragmentariedade e da subsidiariedade³⁰⁷. Pensamos que não divisar desse pensamento importa aceitar, sem mais, “tipos de precaução”³⁰⁸ que têm por objeto de referência normativa bens jurídicos coletivos, não só a saúde pública. Eles colocam o direito penal em domínio que lhe é (ou deveria ser) estranho: o da antecipação aos riscos³⁰⁹, da mera ameaça a interesses juridicamente tutelados. O crime torna-se, se assim o aceitarmos, mera infração de desobediência à autoridade pública que proscribe determinadas atividades cujas

³⁰³ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 150.

³⁰⁴ Em Portugal, Susana Aires de Sousa refere que “o legislador português concedeu ao direito das contra-ordenações a primazia na defesa da saúde pública”, muito em razão da “dificuldade de concretização da saúde pública enquanto bem jurídico-penal” (SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 583). Seja como for, em relação à responsabilidade penal pelo produto, pode ser citado o crime de abate clandestino (art. 22.º do Decreto-Lei n.º 28/84) como norma penal que tem por referência a proteção da saúde pública (sobre esse ilícito-típico, confira-se *ibid.*, p. 582-585). Para uma análise da responsabilidade pelo produto como delito contra a saúde pública na experiência espanhola, confira-se: HASSEMER; MUÑOZ CONDE, *La responsabilidade...*, ob. cit., p. 56-80.

³⁰⁵ Cf. SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 150.

³⁰⁶ No sentido de uma teoria do crime como ofensa a bens jurídicos como explica Fabio Roberto D’Avila, vale dizer, atribuir “ao ilícito uma *posição privilegiada* na estrutura dogmática do crime, eis que portador, por excelência, do juízo de desvalor da infração enquanto elemento capaz de traduzir para além da intencionalidade normativa, também a própria função do direito penal, como propõe a noção de *ofensa a bens jurídicos*, a noção de *resultado jurídico* como a pedra angular do ilícito-típico. De forma sintética: *não há crime (legítimo) sem ofensa a um bem jurídico-penal*. Proposição que pretende, para além de expressar um inequívoco ideário político-ideológico, assumir-se como formulação principalmente constitucional” (D’AVILA, Fabio. *Ofensividade em direito penal: escritos sobre a teoria do crime como ofensa a bens jurídicos*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2009, p. 50-51, itálicos no original).

³⁰⁷ Cf. BATISTA, Nilo. *Introdução crítica ao direito penal brasileiro*. 11ª ed. Rio de Janeiro: Revan, 2007, p. 96.

³⁰⁸ BOTTINI, *Crimes...*, ob. cit., p. 85.

³⁰⁹ *Ibid.* É por isso também que, em síntese, o princípio da precaução não pode fundamentar a proibição penal de condutas arriscadas sobre as quais pairam incerteza nomológica.

consequências arriscadas sequer são reconhecidas pela comunidade científica³¹⁰. O tipo incriminador perde, com um tal movimento político-criminal, todo o seu substrato material, de lesão ou colocação a perigo de bem jurídico como pressuposto da punibilidade³¹¹. Esse pensamento revela a perigosa transfiguração do princípio da proteção subsidiária de bens jurídicos, que é transformado de “padrão crítico”³¹² da lei penal, critério limitador, em critério legitimador das tipificações³¹³⁻³¹⁴. Na visão de Zaffaroni e Batista, “o princípio de que todo delito pressupõe lesão ou perigo de um bem jurídico deságua no princípio de que todo bem jurídico demanda uma tutela, o que instiga à criminalização sem lacunas”³¹⁵.

O remédio para esse movimento parece-nos ser a assunção, na esteira do que avança a chamada (e não autodenominada) Escola de Frankfurt³¹⁶, de um movimento que densifique “o teor crítico-liberal do bem jurídico como o único critério legitimador da dignidade de protecção penal”³¹⁷, através da retomada da teoria monista-pessoal do bem jurídico³¹⁸. Ela

³¹⁰ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 86.

³¹¹ ROXIN, *Derecho...*, ob. cit., p. 51-52.

³¹² Cf. ROXIN, Claus. “O conceito de bem jurídico como padrão crítico da norma penal posto à prova”. *RPCC*, a. 23, n.º 1, jan.-mar. 2013, p. 7-43.

³¹³ Sobre essa questão, veja-se: KAYBER, Marijon. “Sobre el potencial incriminador de los principios limitadores del Derecho penal. Competencias penales en la cuestión del aborto”. Em: *ÁREA DE DERECHO PENAL DE LA UNIVERSIDAD POMPEU FABRA* (ed.). *La insostenible situación del Derecho Penal*. Granada: Editorial Comares, 2000, p. 149-165.

³¹⁴ Cria-se, ainda, uma justaposição ilegítima entre o desvalor de ação e o desvalor de resultado: o primeiro esgota-se no segundo, sem que haja autonomia ontológica entre ambos. A conduta proibida confunde-se com o dano ao bem jurídico, já que a intangibilidade desse valor coletivo é ferida ainda que parem dúvidas sobre a efetiva perigosidade da ação e/ou omissão típicas (cf. BOTTINI, *Crimes...*, ob. cit., p. 195, com outras referências).

³¹⁵ ZAFFARONI, E. Raúl; BATISTA, Nilo; ALAGIA, Alejandro; SLOKAR, Alejandro. *Direito Penal Brasileiro: primeiro volume – Teoria Geral do Direito Penal*. 4.ª ed. Rio de Janeiro: Revan, 2011, p. 227. No mesmo sentido está a opinião de Hassemer, para quem “a proteção de bens jurídicos converteu-se em critério positivo para justificar decisões criminalizadoras, perdendo o caráter originário de critério negativo. O que classicamente se formulou como um conceito crítico para que o legislador se limitasse à proteção de bens jurídicos, transformou-se agora em uma exigência para que se penalize determinadas condutas, transmutando-se assim completamente de forma sub-reptícia a função que inicialmente se atribuiu a ele” (HASSEMER, Winfried. *Persona, mundo y responsabilidad: bases para una teoría de la imputación en derecho penal*. MUÑOZ CONDE, Francisco; DÍZ PITA, María del Mar (trads.). Santa Fé de Bogotá: Temis, 1999, p. 20).

³¹⁶ Sobre a intitulada Escola de direito penal de Frankfurt, cuja existência é negada por aqueles apontados como seus membros, confira-se: JAHN, Matthias; ZIEMANN, Sascha. “A Escola de Direito Penal de Frankfurt: tentativa de uma revisão provisória”. In: BOLDT, Raphael (org.). *Teoria crítica e direito penal*. São Paulo: D’Plácido, 2021, p. 157-167.

³¹⁷ COSTA, José de Faria. “Sobre o objecto de protecção do direito penal: o lugar do bem jurídico na doutrina de um direito penal não iliberal”, *RLJ*, a. 142, n.º 3978, 2013, p. 159.

³¹⁸ Essa assertiva não é pacífica. Há outras formulações teóricas sobre o bem jurídico-penal, principalmente sob esse viés político-criminal, que reúnem debaixo da nomenclatura “teorias dualistas” (sobre as demais teorias, inclusive a monista-pessoal, veja-se SOUSA, Susana Aires de. *Os Crimes Fiscais: análise dogmática e reflexão sobre a legitimidade do discurso criminalizador*. Coimbra: Almedina, 2021, esp. p. 181-196). Essas teorias sustentam a legitimidade e existência de bens jurídicos coletivos que não são reconduzíveis a um bem jurídico pessoal e são dignos de tutela penal. Susana Aires de Sousa, por exemplo, concorda “com aqueles autores que, ao lado dos bens jurídicos individuais ou dotados de referente individual e ao mesmo nível de

apenas legítimas incriminações com referentes antropocêntricos, de tutela de interesses humanos que ligam diretamente o indivíduo a determinado objeto³¹⁹. Não há, esclareça-se, a exclusão dos bens jurídicos coletivos; eles devem ser apenas entendidos como bens jurídicos supraindividuais³²⁰, funcionalizados a partir dos bens jurídicos individuais³²¹⁻³²².

A segunda consideração, sem embargo, diz respeito à espécie opção político-criminal mais comum para a tutela da saúde pública. Referimo-nos ao método incriminatório da tipificação de ilícitos-penais de perigo abstrato³²³. Os crimes de perigo abstrato contêm uma presunção de perigo *iuris et de iure*³²⁴. Criminalizam condutas “em nome da sua *perigosidade típica* para um bem jurídico”, diz Figueiredo Dias, “mas sem que ela necessite de ser comprovada no caso concreto: há como que uma presunção inelidível de perigo e, por isso, a conduta do agente é punida independentemente de ter ou não um perigo efetivo para

exigência tutelar autónoma, reconhecem a existência de autênticos bens jurídicos sociais, trans-individuais, transpessoais, colectivos, cujo reconhecimento é imposto pela própria mutação da realidade social” (SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 200). Nada obstante, as propostas principais da teoria dualista podem ser encontradas em SANTOS, Humberto Souza. *Ainda vive a teoria do bem jurídico? Uma contribuição ao debate sobre a teoria do bem jurídico e os limites materiais do poder estatal de incriminar*. São Paulo: Marcial Pons, 2020, p. 56-58). Para reflexões sobre o conceito de bem jurídico, com considerações críticas sobre as duas propostas, DIAS, Jorge de Figueiredo. *Direito Penal: Parte Geral, Tomo I*. 3.ª ed., Coimbra: Gestlegal, 2019, p. 153-177.

³¹⁹ Por todos: HASSEMER, Winfried. “Lineamientos de una teoría personal del bien jurídico”, *Doctrina Penal: Teoría y Práctica em las Ciencias Penales*, Buenos Aires, a. 12, n.º 46/47, 1989, p. 275-286; NEUMANN, Ulfrid. “‘Alternativas: nenhuma’. Sobre a crítica mais recente à teoria pessoal do bem jurídico”. In: BOLDT, Raphael (org.). *Teoria crítica e direito penal*. São Paulo: D’Plácido, 2021, p. 107-122.

³²⁰ Optamos por essa nomenclatura a partir do alerta de Faria Costa: “Assim, quando se diz que o bem jurídico tem uma natureza supra-individual quer mostrar-se a linha vertical, quer sublinhar-se o carácter de supra-infra-ordenação. Tudo seria diferente se, por exemplo, se afirmasse que determinado bem jurídico tinha uma natureza trans-individual. Por certo que estaria para lá do indivíduo, que com ele se não confundiria, mas seria sempre a representação de um pedaço da realidade que só teria sentido se fosse visto no eixo horizontal das relações entre os homens (v.g., o valor da amizade). Todavia, como sabemos, o direito, e muito particularmente o direito penal – e ainda bem, a todos os títulos -, nada tem a ver com tais valores trans-individuais. Em definitivo: a categoria operatória para o direito penal é aquela que se estrutura no eixo vertical da compreensão dos bens jurídicos vistos a partir do indivíduo (COSTA, *Sobre...*, ob. cit., p. 160-161).

³²¹ HASSEMER, *Lineamientos...*, ob. cit., p. 282.

³²² Cremos que essa conceção recusa imediatamente os “falsos” ou “aparentes” bens jurídicos coletivos. Segundo Luís Greco, eles “justifica[m] incriminações e marcos penais que não seriam *prima facie* justificáveis se tivéssemos apenas o bem jurídico individual” (GRECO, Luís. “Existem critérios para a postulação de bens jurídicos coletivos?”. *Revista de Concorrência e Regulação*, a. 2, n.º 7/8, 2011, p. 352-353).

³²³ Uma perspetiva crítica sobre os crimes de perigo abstrato pode ser encontrada em: BOTTINI, *Crimes...*, ob. cit., p. 87-188.

³²⁴ Na formulação de de Muñoz Conde, “a perigosidade para os bens jurídicos individuais normalmente implícita na ação típica («id quod plerumque accidit») é suficiente para a sua punição, ainda que não se demonstre sua existência no caso concreto que se esteja julgando. A sua aplicação na prática é, portanto, muito mais fácil” (HASSEMER; MUÑOZ CONDE, *La responsabilidad...*, ob. cit., p. 76).

o bem jurídico”³²⁵. Em outras palavras, não menos técnicas, basta a constatação da ação típica para a consumação do crime de perigo abstrato³²⁶.

Na nossa opinião, essa técnica legislativa de tipificação, que perfaz normas penais simbólicas³²⁷, é incompatível com o direito penal que segue o paradigma da ofensividade de bens jurídicos, já que os crimes de perigo abstrato “prescindem da demonstração de que ocorrera uma afetação do bem jurídico”³²⁸, o que os coloca “em contradição com a própria estrutura da norma criminalizadora”³²⁹. Há, ao nosso sentir, uma inconstitucionalidade³³⁰ intrínseca que acomete os acomete, conquanto essa não seja a posição da doutrina majoritária e do TC (Ac. n.º 426/91)³³¹.

A terceira razão, finalmente, diz respeito à dificuldade de se precisar a saúde pública como bem jurídico-penal coletivo – o que, para nós, afigura-se mais um argumento a favor de sua ilegitimidade material para fundamentar tipos penais. Por isso, a saúde pública “não deve ser tomada como padrão crítico de uma eventual incriminação ou incriminações da conduta de produção e comercialização de bens perigosos ou defeituosos”³³².

Essa digressão mostrou-se necessária para precisarmos o que compreendemos, em definitivo, ser a responsabilidade criminal pelo produto. A constelação de casos abrangida por esse conceito, segundo ajuizamos a questão, refere-se aos resultados morte e lesão corporal havidos por produtos defeituosos ou perigosos, para além das incriminações de dano ou perigo concreto que tutelem a confiança na qualidade dos bens de consumo,

³²⁵ DIAS, *Direito Penal...*, ob. cit., p. 360.

³²⁶ HASSEMER; MUÑOZ CONDE, *La responsabilidad...*, ob. cit., p. 76.

³²⁷ Acerca das funções simbólicas do direito penal: BARATTA, Alessandro. “Funções instrumentais e simbólicas do direito penal. Lineamentos de uma teoria do bem jurídico”. *RBCC*, n.º 5, p. 5-24.

³²⁸ TAVARES, Juarez. *Fundamentos de teoria do delito*. 2.ª ed. São Paulo: Tirant lo Blanch, p. 110

³²⁹ *Ibid.* Em sentido diverso, entendendo que é possível identificar “um qualquer conteúdo de ofensividade” nos crimes que seguem a técnica legislativa do perigo abstrato, bastando, para tanto, “algumas precisões dogmáticas”: D’AVILA, *Ofensividade...*, ob. cit., p. 108-118.

³³⁰ No âmbito das discussões sobre a constitucionalidade dos crimes de perigo abstrato, parte da doutrina começou a falar em crimes de perigo abstrato-concreto. Introduzidos por Schröder, eles exigem que a ação típica seja, no mínimo, apta a produzir perigo ao bem jurídico (DIAS, *Direito Penal...*, ob. cit., p. 361; TAVARES, *Fundamentos...*, ob. cit., p. 209). São denominados também de crimes de aptidão por Roxin, cujos “elementos de aptidão devem ser demonstrados mediante interpretação judicial”. Eles, porém, não deixam, no fundo, sua natureza de crime de perigo abstrato, pois abrem mão da produção de um resultado de perigo concreto (ROXIN, *Derecho...*, ob. cit., p. 411). Entretanto, esse empreendimento de tentar “salvar de inconstitucionalidade os tipos de perigo abstrato”, aponta Juarez Tavares, “em nada difere das várias tentativas de sua legitimação com base, unicamente, na realização de uma conduta perigosa” (TAVARES, *Fundamentos...*, ob. cit., p. 209-210).

³³¹ Com referências sobre outros posicionamentos doutrinários e jurisprudenciais, DIAS, *Direito Penal...*, ob. cit., p. 361.

³³² *Ibid.*, p. 208-209.

admitidas caso constituam etapa intermediária da lesão ou exposição a perigo dos bens jurídicos vida e integridade física.

Seja como for, o que também deve ficar indene de dúvidas é que a responsabilidade criminal pelo produto não se trata de disciplina autónoma. Conquanto essa constelação de casos guarde muitas particularidades, os pressupostos da imputação jurídico-penal seguem inalterados, tampouco são previstos tipos penais de classificação inédita, em adição aos de dano, perigo concreto, perigo abstrato *etc*³³³. O que há, na verdade, como identifica Susana Aires de Sousa, é “uma certa autonomia conceitual e técnica”³³⁴ decorrente “da reunião sob o termo responsabilidade criminal pelo produto de um conjunto de casos semelhantes, centrados sobre problemas idênticos e que confrontam as estruturas dogmáticas tradicionais com dificuldades e questões semelhantes”³³⁵.

Nada obstante, há certa tendência de flexibilização das categorias jurídico-penais de imputação na responsabilidade criminal pelo produto. Hassemer sublinha que essa peculiaridade consiste na ausência de soluções adequadas para o sistema de justiça criminal dar cabo dos problemas gerados pela produção e comercialização de produtos defeituosos. A tentativa forçada de superar tais óbices indica que apenas a “desformalização” dos pressupostos de imputação pela *praxis* judicial possibilita a utilização do direito penal como instrumento jurídico útil para a prevenção dos defeitos nos produtos³³⁶.

Apesar de encamparmos os argumentos de Hassemer, ele a nós não se afigura como uma manifestação de total rejeição à incidência no direito penal dos resultados desvaliosos à vida e à integridade física relacionados à produção e comercialização de produtos defeituosos. Estamos com Kuhlen, de perspectiva favorável à responsabilidade criminal pelo produto³³⁷, acerca da necessidade normativa desta enquanto as condutas de comercialização e distribuição de produtos defeituosos preenchem a punibilidade típica dos crimes de homicídio e ofensas à integridade física³³⁸. Porém, devem existir limites à responsabilização penal de produtores, os quais não podem ser ultrapassados à custa dos critérios de imputação,

³³³ *Ibid.*, p. 151.

³³⁴ *Ibid.*

³³⁵ *Ibid.*

³³⁶ HASSEMER; MUÑOZ CONDE, *La responsabilidad...*, ob. cit., p. 121-122.

³³⁷ Uma exposição dos argumentos de autores que comungam da perspectiva favorável pode ser encontrada em SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 160-163.

³³⁸ KUHLEN, *Necesidad...*, ob. cit., p. 70-73.

construídos como “*critérios de justiça*”³³⁹ que expressam “um aspecto comum que abrange as finalidades concretas, os pressupostos e as limitações da nossa cultura jurídico-penal”³⁴⁰.

Se tais intransponíveis pressupostos de garantia não puderem ser seguramente assentados no caso concreto, o que restará, de facto, é a impossibilidade de imputação penal, cabendo, a depender do caso, o recurso à responsabilidade civil contratual ou extracontratual. A necessidade preventiva jamais poderá sobrepor-se às estruturas do processo de imputação, que servem de barreiras ao alastramento injustificado do poder punitivo³⁴¹.

Partimos, como se vê, de uma perspectiva crítica³⁴² à responsabilização criminal pelo produto - verdadeiro problema do “direito penal moderno”³⁴³ – considerando a forma pela qual a hermenêutica jurisprudencial a moldou. Enfim, alguns casos paradigmáticos que integram o conceito de responsabilidade criminal pelo produto parecem denunciar esse movimento de desformalização das categorias jurídico-penais do juízo de imputação, muito embora parcela da doutrina aplauda as soluções alcançadas pelo BGH, por exemplo³⁴⁴.

As questões enfrentadas pelos tribunais – reportamo-nos, sobretudo, ao BGH e ao TS – atravessam os recortes do juízo de imputação criminal, ligando-se (i) ao acerto do nexos de causalidade afirmação, (ii) à individualização da responsabilidade penal no seio de empresas verticalmente hierarquizadas e horizontalmente departamentalizadas, (iii) à

³³⁹ HASSEMER, *Introdução...*, ob. cit., p. 278, itálico no original.

³⁴⁰ *Ibid.*, p. 278-279.

³⁴¹ Apesar de partilhar da perspectiva favorável à responsabilidade criminal pelo produto Kuhlen apenas apresenta concordâncias aos fundamentos jurídicos utilizados pelos tribunais na constelação de casos que integra esse conceito, mas não abre mão de limites à imputação dos resultados lesivos a bens jurídicos. Com efeito, o autor afirma “que deve haver limites à responsabilidade penal pelo produto é algo evidente”, os quais constituem-se com “cada requisito de punibilidade”, conquanto a especificação concreta deles nessas hipóteses resulte problemática (KUHLEN, *Necesidad...*, ob. cit., p. 75).

³⁴² Já para a perspectiva crítica: *ibid.*, p. 164-168.

³⁴³ Segundo Hassemer, o “direito penal moderno não faz outra coisa senão levar às suas últimas consequências os critérios do direito penal clássico da Ilustração” (HASSEMER, *Persona...*, ob. cit., p. 22). Peter Alexis-Albrecht referencia essa erosão dos princípios do direito penal derivados do Estado de Direito na política criminal atual como uma espécie de “Contra-ilustração” (ALBRECHT, Peter-Alexis. “El derecho penal en la intervención de la política populista”. In: *ÁREA DE DERECHO PENAL DE LA UNIVERSIDAD POMPEU FABRA* (ed.). *La insostenible situación del Derecho Penal*. Granada: Editorial Comares, 2000, p. 476). Esse movimento é fruto da “dialética do moderno” que, Segundo Hassememer, converte-o em instrumento de controlo social “contraprodutivo e anacrónico” (HASSEMER, *Persona...*, ob. cit., p. 15). O contorno dessas questões poderia efetivar-se, ainda de acordo Hassemer, pela criação do “direito de intervenção”, instrumento jurídico a quem caberia tratar os problemas da modernidade sem desnaturar o direito penal, que se restringiria à tutela dos bens jurídicos individuais e supraindividuais cuja lesão ou exposição a perigo seja extremamente grave (HASSEMER, *Persona...*, ob. cit., p. 31 e ss.).

³⁴⁴ É o caso de Lothar Kuhlen, autor que divisa da opinião de que “as posições que o BGH defende para cada uma das questões são dignas de elogio com carácter geral” (KUHLEN, *Necesidad...*, ob. cit., p. 73).

afirmação do tipo de culpa (sobretudo nos crimes negligentes) e (iv) à existência e extensão dos deveres de garante do produtor³⁴⁵.

Os casos *Contergan* (ingestão de talidomida por mulheres grávidas que gerou malformações e morte de fetos)³⁴⁶, *Lederspray* (uso de spray para proteção de calçados e peles que causou lesões pulmonares a consumidores)³⁴⁷, *Holzschutzmittel* (utilização de protetor de madeiras tóxico com ofensas à integridade física dos usuários)³⁴⁸, *Degussa* (utilização de compostos de amálgama de mercúrio em ligas metálicas usadas em tratamentos dentários que causaram danos à saúde de pacientes)³⁴⁹ e do Óleo de Colza (ingestão de óleo de colza desnaturalizado e desviado para consumo humano que causou a morte e ofensas à integridade física de diversas pessoas por envenenamento)³⁵⁰ foram colocados frente à frente com todas essas nuances decorrentes das problemáticas da responsabilidade criminal pelo produto³⁵¹⁻³⁵².

Esses problemas são repetidos nas hipóteses de lesões ou exposições a perigo de bens jurídicos-penais intermediadas por sistemas de IA, conjunto do qual nos interessa o elemento veículos autônomos. Então, expostos os contornos gerais da responsabilidade penal pelo produto como género, passemos às especificidades da responsabilidade criminal pelo produto artificialmente inteligente, sua espécie³⁵³.

³⁴⁵ Em sentido próximo ao texto, KUHLEN, *Necesidad...*, ob. cit., p. 73; BERTOLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 167-168.

³⁴⁶ LG Aachen, *JZ 1971*, p. 507-521. Uma síntese dos fundamentos principais da decisão pode ser encontrada em TORÍO LÓPEZ, Ángel. “Cursos causales no verificables em Derecho penal”. *ADPCP*, t. 36, fasc. 2, 1983, p. 229, nota de pé de página 16. Detalhadamente sobre os fatos e fundamentos: SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 20-23; HASSEMER; MUÑOZ CONDE, *La responsabilidad...*, ob. cit., p. 129-131.

³⁴⁷ BGHSt 37 (1992), p. 106 e ss. Detalhadamente sobre os fatos e fundamentos: SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 23-25; HASSEMER; MUÑOZ CONDE, *La responsabilidad...*, ob. cit., p. 131-133.

³⁴⁸ BGHSt 41 (1996), p. 206-219. Detalhadamente sobre os fatos e fundamentos: SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 25-30; HASSEMER; MUÑOZ CONDE, *La responsabilidad...*, ob. cit., p. 134-136.

³⁴⁹ Sobre os fatos e fundamentos da decisão: TIEDEMANN, Klaus. “Lesiones corporales y responsabilidad penal por el producto. Comentarios al ‘caso Degussa’”. *Revista de la Facultad de Derecho de la Universidad de Granada*, n. 3, 2000, p. 51-63).

³⁵⁰ STS de 23 de abril de 1992. Detalhadamente sobre os fatos e fundamentos: SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 31-36. Acerca dos fundamentos da decisão: HASSEMER; MUÑOZ CONDE, *La responsabilidad...*, ob. cit., p. 80 e ss.

³⁵¹ Demonstrar os pontos cruciais das considerações jurídicas de cada uma dessas decisões fugiria dos limites deste estudo, mas certo é que eles poderão aparecer, incidentalmente, nas considerações sobre os problemas dogmáticos inerentes à responsabilidade criminal pelos veículos autônomos dotados de inteligência artificial.

³⁵² Para a análise de outros julgados relacionados à responsabilidade criminal pelo produto: SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p.

³⁵³ No sentido do texto, endereçando os danos e perigos a bens jurídicos intermediados pela IA ao âmbito da responsabilidade penal pelo produto: SOUSA, *Não fui...*, ob. cit., p. 80 e ss.; GLESS; SILVERMAN; WEIGEND, *If...*, ob. cit., p. 426 e ss.; PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 3 e ss.; BERTOLINI,

3. A responsabilidade criminal por resultados intermediados por veículos autônomos

Ao enfrentar as imbricações entre tecnologias de inteligência artificial e direito penal, o discurso jurídico-penal depara-se, em larga medida, com a repetição dos problemas de fundo próprios da sociedade de risco³⁵⁴, materializados, nesta investigação, no que toca a responsabilidade criminal pelo produto, pois, afinal, os sistemas de IA também assumem a forma de produtos – como é justamente o caso dos carros autônomos³⁵⁵.

Como produtos, os veículos autônomos estão propensos a erros (*prone to error*)³⁵⁶, os quais “embora estaticamente raros, são inevitáveis”³⁵⁷. Carros equipados com essa tecnologia apresentarão avarias, normalmente relacionáveis a erros na programação (defeito de concepção e defeito de fabrico), ou à prestação de informação insuficiente ao consumidor sobre as condições adequadas para o seu funcionamento (defeito de informação)³⁵⁸. Por uma tal razão, existirão situações que retratarão casos clássicos de responsabilidade pelo produto, como a instalação defeituosa de um *software* num veículo autônomo que provoque acidente³⁵⁹, tal qual o cálculo errôneo feito pelo sistema calcula da distância em relação a outro veículo, o que gera colisão com lesões e mortes³⁶⁰.

A descrição de eventos adversos a envolver a IA instalada em veículos remete, no recorte temático que fizemos, ao resultado típico do homicídio por negligência (art. 137.º, CP) e da ofensa à integridade física por negligência (art. 148.º, CP)³⁶¹. Com isso, a questão

Intelligenza, passim; CAPPELLINI, *Profili...*, ob. cit., 338 e ss. Susana Aires de Sousa, inclusive, enxerga “vantagens em explorar os problemas e soluções que foram sendo discutidas ao abrigo do tópico da responsabilidade do produto”, pois “o tema dos riscos associados a produtos inovadores, disruptivos, propiciados pelo avanço do conhecimento e da tecnologia [é] um dos principais tópicos de discussão e debate neste contexto, não sendo por isso um problema novo” (SOUSA, *Não fui...*, ob. cit., p. 83).

³⁵⁴ CAPPELLINI, *Reati...*, ob. cit., p. 5.

³⁵⁵ SOUSA, *Não fui...*, ob. cit., p. 82.

³⁵⁶ BECK, Susanne. “Google Cars, Software Agents, Autonomous Weapons Systems – New Challenges for Criminal Law?”. In: HILGENDORF, Eric; SEIDEL, Uwe (eds.). *Robotics, Autonomics, and the Law: Legal issues arising from the AUTONOMICS for Industry 4.0 Technology Programme of the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy*. Baden-Baden: Nomos, 2017, p. 232.

³⁵⁷ CAPPELLINI, *Profili...*, ob. cit., p. 330.

³⁵⁸ Camilla Minelli aponta que seria mais adequado utilizar-se o conceito de fiabilidade do software de IA, e não a remissão às categorias jurídico-civilísticas dos defeitos de concepção, fabrico e informação – o de desenvolvimento estaria excluído dessa questão, como já ressaltado. Esse conceito de fiabilidade seria reconduzível à capacidade de o sistema comportar-se consoante suas próprias especificações (MINELLI, *La responsabilità...*, ob. cit., p. 55).

³⁵⁹ *Ibid.*

³⁶⁰ Cf. BERTOLESI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 206-207.

³⁶¹ No sentido do texto: CAPPELLINI, *Reati...*, ob. cit., p. 3; ESTELLITA; LEITE, *Veículos...*, ob. cit., p. 33, que também fazem menção ao art. 64 do Código de Defesa do Consumidor brasileiro, que incrimina a conduta de “deixar de comunicar à autoridade competente e aos consumidores a nocividade ou periculosidade de produtos cujo conhecimento seja posterior à sua colocação no mercado”.

transporta-se para a identificação da figura humana que responderá pelo facto qualificável como ilícito-típico que seja intermediado por esse produto artificialmente inteligente. Para os fins deste trabalho, a questão se circunscreverá³⁶² ao juízo de imputação ao(s) programador(es) que não cumpra(m) as regras de diligências necessárias ao desenvolver o *software* do veículo³⁶³.

No domínio jurídico europeu, ainda nesse contexto de veículos autónomos, verifica-se uma rara hipótese em que o direito se antecipou aos avanços tecnológicos, com base na experiência de situações potencialmente lesivas que poderão se verificar com o uso dessa tecnologia que começa a ser empregue³⁶⁴. Com efeito, a França promoveu uma reforma legislativa para disciplinar a responsabilidade penal dos condutores (art. L123-1, *C. Route*) e produtores de carros com funções de condução automatizada (art. L123-2, *C. Route*). Esta é a que mais interessa ao objeto desta investigação e, inclusive, aponta-se que o sentido da alteração legislativa quanto à responsabilização do produtor é o de incentivar a fabricação de sistemas com padrões de segurança cada vez mais elevados³⁶⁵. Cabe ainda dizer que a responsabilidade dos produtores, além de limitar-se aos danos causais ocasionados por *faute* quando o sistema de controlo dinâmico do veículo estiver em funcionamento, circunscreve-se a um “catálogo restrito de infrações”³⁶⁶, ou seja, apenas pelo homicídio involuntário cometido na condução de veículo a motor (art. 221-6-1, *C. Pén.*) e as lesões negligentes à integridade física das quais se derive incapacidade para o trabalho por período superior (art. 222-19-1, *C. Pén.*) ou inferior (art. 222-20-1, *C. Pén.*) a três meses³⁶⁷. Seja como for, veremos, mais adiante, que algumas lições podem ser extraídas da experiência francesa, ao menos do ponto de vista normativo, muito embora os destinatários da norma proibitiva em relação aos produtores e seus mandatários (nos termos do

³⁶² Há outros sujeitos potencialmente implicados na cadeia produtiva de sistemas de IA, como os projetistas e os construtores (cf. CAPPELLINI, *Profili...*, ob. cit., p. 338).

³⁶³ Cf. CAPPELLINI, Alberto. “*Machina delinquere non potest? Brevi appunti su intelligenza artificiale e responsabilità penale*”. *Criminalia: Annuario di scienze penalistiche*, 2018, p. 506. O autor italiano também identifica o fabricante como eventual sujeito a ser penalmente responsabilizado por erros na montagem das máquinas (ibid.), mas nossa análise focará apenas a figura do programador.

³⁶⁴ GIUCA, *Disciplinare...*, ob. cit., p. 5-6.

³⁶⁵ Ibid., p. 27.

³⁶⁶ Ibid., p. 28.

³⁶⁷ O que não implica dizer, contudo, que o legislador francês, no âmbito objetivo de aplicação do art. L123-2, *C. Route*, tenha deixado lacunas de responsabilização do produtor e de seu representante legal. Com efeito, outros resultados típicos, como o de dano (art. 322-1, *C. Pén.*), poderão, por óbvio, ser imputados, mas apenas ficarão a cargo do regramento jurídico próprio do *C. Pén.*, e não serão submetidos à disciplina do *C. Route* (cf. ibid., p. 29-30).

Regulamento n.º 2018/858 do Parlamento Europeu³⁶⁸) não englobem os programadores (*designers* e treinador do algoritmo), cujo juízo de atribuição de eventos desvaliosos seguirá o regime jurídico ordinário do *C. Pén.*³⁶⁹.

O direito penal, inobstante, deverá ser cautelosamente aplicado no momento da resposta jurídica aos danos associados aos produtos artificialmente inteligentes, designadamente os veículos autónomos³⁷⁰. O desafio é imposto pelas outrora mencionadas característica disruptivas da IA, identificadas nas recomendações sobre o Regime de responsabilidade civil aplicável à inteligência artificial³⁷¹, “como a complexidade, a conectividade, a opacidade, a vulnerabilidade, a capacidade de alteração através de atualizações, a capacidade de autoaprendizagem e a potencial autonomia dos sistemas de IA, bem como a multiplicidade de intervenientes envolvidos”³⁷². Esse caleidoscópio de particularidades relacionadas à *post-design experience*³⁷³ levam Piergallini a constatar que “perante máquinas e sistemas robotizados cada vez mais autónomos, o tema dos danos dos produtos conhece uma extensão arrojada e imperscrutável”³⁷⁴. O hermetismo da atribuição é, portanto, outro quando se trata da responsabilização por *outputs* de carros com condução automatizada que se consubstanciem em tipos legais de crime, mormente os contra a vida e a integridade física. Em certos casos, aliás, mesmo que haja dano a esses bens jurídicos, o resultado não decorrerá de um qualquer defeito aparente, entendido como sinónimo da violação de dever de cuidado na fase de programação do sistema, mas sim como uma “decisão” atribuível à própria máquina³⁷⁵, um “fato próprio” do veículo, situação que, “longe de ser uma marca de defeituosidade, se traduz numa sua característica intrínseca”³⁷⁶. Por

³⁶⁸ Regulamento (UE) 2018/858 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio de 2018, relativo à homologação e à fiscalização do mercado dos veículos a motor e seus reboques, e dos sistemas, componentes e unidades técnicas destinados a esses veículos, que altera os Regulamentos (CE) n.º 715/2007 e (CE) n.º 595/2009 e revoga a Diretiva 2007/46/CE.

³⁶⁹ Cf. *ibid.*, p. 29 e p. 30-31.

³⁷⁰ BECK, *Google...*, *ob. cit.*, p. 242,

³⁷¹ *Regime de responsabilidade civil aplicável à inteligência artificial (2020/2014(INL))*, de 20 de outubro de 2020. Apesar de destinar-se à dogmática jurídico-civilística, algumas constatações sobre eventuais incompatibilidades entre os regimes de responsabilidade civil, contratual ou extracontratual, e as “condutas” da IA também são passíveis de extensão às reflexões sobre a responsabilidade penal. Sem embargo, sobre a responsabilidade civil, vale também mencionar o relatório *Liability for Artificial Intelligence and Other Emerging Digital Technologies (Liability for Artificial Intelligence and Other Emerging Digital Technologies (2019))*. Disponível em <<https://data.europa.eu/doi/10.2838/573689>>. Consult. em 26 fev. 2023).

³⁷² *Ibid.*, nm. 6.

³⁷³ SCHERER, *Regulating...*, *ob. cit.*, p. 366.

³⁷⁴ PIERGALLINI, *Intelligenza...*, *ob. cit.*, p. 3.

³⁷⁵ Existe a expectativa de que os algoritmos sejam intermediadores de danos independentemente da apresentação de defeitos no *software* que compõem (cf. CHAGAL-FEFERKORN, *Am I...*, *ob. cit.*, p. 24).

³⁷⁶ BARBOSA, *O futuro...*, *ob. cit.*, p. 288.

isso, insistimos, agora com Januário, que a possível responsabilidade criminal de programadores deve ser vista “com muito zelo, já que o liame entre a atividade destas pessoas e o resultado danoso, quando existente, poderá ser muito ténue, diante até mesmo do elevado grau de imprevisibilidade do output dos agentes inteligentes”³⁷⁷.

Constroem-se, assim, barreiras não só à imputação do tipo legal de crime, mas eventualmente também ao próprio enquadramento da questão aos mecanismos imputativos associados à responsabilidade pelo produto³⁷⁸. Há, pois, a própria erosão da lógica jurídico-penal subjacente ao direito penal de evento, sobretudo pela posta em xeque das categorias que suportam o juízo de imputação ao tipo objetivo e subjetivo³⁷⁹. Por essas razões, há uma preocupação crescente com o *responsability gap*³⁸⁰ no domínio da comercialização de veículos autónomos defeituosos. A formulação de Panattoni é esclarecedora: o *responsability gap* traduz-se no fenómeno “segundo o qual tecnologias complexas, como os algoritmos de *machine learning*, geram *outcomes* pelos quais ninguém pode ser responsabilizado, criando, assim, uma situação que não é ética nem socialmente aceitável”³⁸¹.

A questão reside, em suma, nos óbices levantados à identificação do humano por detrás da máquina (*human in the loop*³⁸²) a quem deverá ser atribuído o injusto doloso ou negligente intermediado pelo veículo autónomo. E os níveis de automação dos sistemas neles instalados prestará papel decisivo na delimitação dessas responsabilidades. Como os danos intermediados por carros autónomos normalmente ocorrerão quando ele estiver em uso pelas ruas e estradas³⁸³, existirão deveres jurídicos de cuidado exigíveis não só dos programadores, mas também dos condutores, os quais terão de observá-los mais intensamente quanto menor for o grau de automação da viatura e influenciarão diretamente

³⁷⁷ JANUÁRIO, *Veículos...*, ob. cit., p. 118.

³⁷⁸ SOUSA, *Não fui...*, ob. cit., p. 82.

³⁷⁹ PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 3; CAPPELLINI, *Machina...*, ob. cit., p. 507-508.

³⁸⁰ Cf. BECK, *Google...*, ob. cit., p. 232; SOUSA, *Não fui...*, ob. cit., p. 63; GLESS; SILVERMAN; WEIGEND, *If...* ob. cit., p. 432; CAPPELLINI, *Reati...*, ob. cit., p. 7.

³⁸¹ PANATONNI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 21.

³⁸² BECK, *Robotics...*, ob. cit., p. 43; SALVADORI, Ivan. “Agentes artificiales, opacidad tecnológica y distribución de responsabilidad penal”. *Cuadernos de Política Criminal*, n. 133, I, mai. 2021, p. 149.

³⁸³ Em sentido próximo, referindo-se aos sistemas de IA em geral: GIUCA, Marta. “AI and Criminal Liability. Algorithmic Error and Human Negligence in the Context of the European Regulation”. *Diritto penale contemporaneo – Rivista trimistale* n. 1, 2023, p. 57.

na delimitação da medida de diligência do programador³⁸⁴⁻³⁸⁵. O programa normativo francês é, uma vez mais, representativa disto: o fundamento da punição do condutor e do produtor, muito embora ambas sejam negligentes, reside na violação de deveres jurídicos de cuidado distintos; no primeiro caso (art. L123-1, *C. Route*), o tipo negligente é preenchido pela omissão da ação de retomar o controlo dinâmico do veículo quando o sistema requisita ao condutor, e no segundo (art. L123-2, *C. Route*) na ação descuidada de introduzir sistemas de condução defeituosos no mercado.

Deve-se levar em conta, de todo o modo, que o juízo de imputação por resultados típicos ao programados deverá, sempre, condicionar-se a dois requisitos, para além dos integrantes das usuais categorias jurídico-penais: a condução automatizada deve ter sido delegada ao sistema de IA e o evento desvalioso deve decorrer de um defeito do funcionamento algorítmico decorrente de negligência no processo de programação³⁸⁶.

São essas as nuances postas ao tradicional esquema de atribuição de evento danoso ou perigo a bem jurídico-penal a indivíduos que levam à classificação da IA como um “produto subjetivizado”, não um mero produto “objeto”³⁸⁷. É por isso que também há propostas de responsabilização penal do próprio produto artificialmente inteligente.

Vejamos, adiante, o recorte transversal que os veículos autónomos, como produtos artificialmente inteligentes que são, faz sobre as categorias jurídico-penais do processo de imputação de resultados desvaliosos.

³⁸⁴ São três os modelos IA classificados de acordo com a interação ser humano-máquina, todos ligados à autonomia: (i) *man in the loop*, quando a IA precisa de aportes humanos em intervalos temporais regulares para a prossecução de suas “ações”; (ii) *man on the loop*, se o sistema pode atuar sozinho mediante programação prévia, mas o ser humano pode intervir para interromper ou alterar as “ações” a qualquer momento; e (iii) *man out of the loop*, no qual a máquina atua independentemente e, nesse período, o ser humano em nada influencia as suas “ações” (cf. MIRÓ LLINARES, Fernando. “Inteligencia Artificial y Justicia Penal: más allá de los resultados lesivos causados por robots”. *RDPC*, n. 20, jul. 2018, p. 93).

³⁸⁵ Como veremos adiante, essa matéria em relação aos condutores refere-se ao “*control dilemma*”, termo que se traduz na antítese existente entre o facto de que o desenvolvimento tecnológico cada vez mais libera o condutor dos deveres de monitoramento e controlo na condução, enquanto o direito ainda requer o exercício dessas incumbências (cf. HILGENDORF, Eric. “Automated Driving and the Law”. In: HILGENDORF, Eric; SEIDEL, Uwe (eds.). *Robotics, Autonomics, and the Law: Legal issues arising from the AUTONOMICS for Industry 4.0 Technology Programme of the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy*. Baden-Baden: Nomos, 2017, p. 187).

³⁸⁶ O regramento jurídico francês parece caminhar nesse âmbito objetivo no art. L123-2, *C. Route* (cf. GIUCA, *Disciplinare...*, ob. cit., p. 31).

³⁸⁷ Cf. CAPPELLINI, *Machina...*, ob. cit., p. 506.

4. A transversalidade dogmática dos problemas

4.1. Excurso: *Machina delinquere et punire non potest*

A autonomia dos sistemas de IA, como os veículos autónomos, está inexoravelmente associada ao mencionado *responsibility gap*. Nesse sentido, pelos óbices em se responsabilizar pessoas físicas, não parece “completamente inesperada a proposta de atribuição de personalidade jurídica à IA, enquanto centro de imputação de relações jurídicas”³⁸⁸. Aliás, se considerarmos a história do direito penal, tornar robôs sujeitos ativos de delitos não é a primeira tentativa de sancionamento criminal de não-humanos: houve intento análogo em relação aos animais³⁸⁹.

O passo mais importante para tanto foi dado pelo Parlamento Europeu nas Disposições sobre Direito Civil e Robótica³⁹⁰. Nas recomendações à futura legislação civil acerca da matéria, suscita-se no ponto 59 f) a avaliação da criação de “um estatuto jurídico específico para os robôs”, para que sejam considerados “pessoas eletrónicas responsáveis por sanar quaisquer danos que possam causar e, eventualmente, aplicar a personalidade eletrónica a casos em que os robôs tomam decisões autónomas ou em que interagem por qualquer outro modo com terceiros de forma independente”³⁹¹.

Com o reconhecimento desse estatuto jurídico, os sistemas de IA seriam classificados como *e-persons*³⁹², com a ressalva de que “o software não seria entendido como pessoa, titular de direitos e deveres, mas mera instância que poderia celebrar negócios jurídicos”³⁹³. Isso pode ser eventualmente útil para o cumprimento da finalidade

³⁸⁸ SOUSA, *Não fui eu...*, ob. cit., p. 75.

³⁸⁹ Cf. GLESS, Sabine; WEIGEND, Thomas. “Agentes inteligentes e o direito penal”. In: ESTELLITA, Heloísa; LEITE, Alaor (org. e int.). *Veículos autónomos e direito penal*. São Paulo: Marcial Pons, 2019, p. 42-44.

³⁹⁰ Disposições de Direito Civil sobre Robótica (2015/2103(INL)), de 16 de fevereiro de 2017. Susana Aires de Sousa refere, porém, que essa proposta tem sido paulatinamente abandonada pela própria discussão europeia. Em manifestações mais recentes, há alusão ao requisito fundamental de que as formas de IA autónomas e imprevisíveis sejam submetidas ao controlo humano, como é possível notar no Livro Branco sobre IA (SOUSA, *Não fui eu...*, ob. cit., p. 76).

³⁹¹ SOUSA, *Não fui eu...*, ob. cit., p. 76. A máquina seria, como aponta Piergallini, “concebida como centro autónomo de interesse e de imputação, destinado a responder ao dano provocado”, pelo que “é necessária a criação de registo específico, no qual determinadas máquinas e suas características possam ser inscritas, atribuindo-lhes um número de identificação (uma espécie de bilhete de identidade electrónico)” (PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 12).

³⁹² Contra, entre nós, está a opinião de Mafalda Miranda Barbosa que enxerga os sistemas de IA como *e-servants* (ibid.). Sobre a IA, em especial os veículos autónomos, como *e-person* ou *e-servant*: FELÍCIO, *Responsabilidade civil...*, ob. cit., p. 499-503.

³⁹³ BARBOSA, *O futuro...*, ob. cit., p. 325. Segundo Piergallini, esse “hiper-moderno sujeito deverá ser ladeado por um fundo patrimonial que responda, por si, pelas obrigações jurídicas: um fundo que deverá ser alimentado,

compensatória da responsabilidade civil, mas não terá qualquer utilidade para o direito penal³⁹⁴.

De qualquer forma, esse crescente aumento qualitativo da autonomia dos produtos artificialmente inteligentes também está a fazer com que se discuta a validade geral e do axioma *machina delinquere et punire non potest*, segundo o qual os robôs (em sentido lato) não poderiam figurar como sujeitos do direito penal³⁹⁵.

Dois os modelos de responsabilização direta dos robôs ganharam proeminência no debate jurídico-criminal. Ambos independem de ações ou omissões praticadas por usuários, programadores ou fabricantes. O primeiro modelo, de autoria de Hallevy, parte dos pressupostos inerentes ao juízo de imputação da *common law*³⁹⁶. O segundo, elaborado por Simmler e Markwalder, representa um corte normativista de cunho funcionalista sistémico³⁹⁷, fundado na construção sociológica de Luhmann³⁹⁸, transposta ao direito penal por Jakobs³⁹⁹.

O modelo de Hallevy parte da premissa de que o sistema de IA pode preencher os elementos externo (*actus reus*) e interno (*mens rea*) que compõem o conceito de crime na *common law*. Por essa razão, segundo o autor, “não há nada que impeça a responsabilidade penal ser imposta à entidade de IA”⁴⁰⁰.

Hallevy não enxerga maiores problemas na atribuição do *actus reus* às máquinas, desde que elas tenham sob o seu controlo mecanismos para mover suas partes móveis. Segundo ele, há ação quando o robô ativa alguma parte componente e a movimenta. Na ótica

pro-quota, por aqueles que, a vários títulos, intervieram na fase de ‘criação’, gestão e utilização do produto. Por fim, são previstas as formas de seguro obrigatório” (PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 12-13).

³⁹⁴ SIMMLER; MARKWALDER, *Guilty Robots?...*, ob. cit., p. 19.

³⁹⁵ CAPPELLINI, *Machina...*, ob. cit., p. 508, com outras referências à literatura que questiona a validade desse dogma.

³⁹⁶ HALLEVY, Gabriel. “The Criminal Liability of Artificial Intelligence Entities – from Science Fiction to Legal Social Control”. *Akron Intellectual Property Journal*, v. 4, n. 2, 2010, esp. p. 186 e ss.

³⁹⁷ SIMMLER; MARKWALDER, *Guilty Robots?...*, ob. cit., *passim*.

³⁹⁸ Cf. LUHMANN, Niklas. *A Sociological Theory of Law*. Elizabeth King-Utz e Martin Albrow (trads.). 2.^a ed. New York: Routledge, 2014. Um importante estudo sobre essa perspectiva sociojurídica pode ser encontrado no seguinte escrito monográfico: NEVES, António Castanheira. “O Funcionalismo Jurídico. Caracterização fundamental e consideração crítica no contexto actual do sentido da juridicidade”. In: NEVES, António Castanheira. *Digesta: escritos acerca do direito, do pensamento jurídico, da sua metodologia e outros*, v. 3.^o. 1.^a ed., reimp. Coimbra: Wolters Kluwer/Coimbra Editora, 2010, p. 199-318.

³⁹⁹ Por todos: JAKOBS, Günther. *Sociedad, norma y persona en una teoría de un Derecho penal funcional*. Manuel Cancio Meliá e Bernardo Feijóo Sánchez. Madrid: Editorial Civitas, S.A., 1996.

⁴⁰⁰ HALLEVY, *The Criminal...*, ob. cit., p. 187.

de Hallevy, o ilícito penal praticado por omissão seria “ainda mais simples”⁴⁰¹, bastando que o sistema de IA se mantenha inerte quando tenha o dever de agir⁴⁰².

O “verdadeiro desafio jurídico na maioria dos casos”⁴⁰³ seria o de atribuir *mens rea* à IA. Conta-nos Hallevy que isso diferirá de uma tecnologia para outra⁴⁰⁴. Contudo, essa tarefa só afigurar-se-ia um efetivo impedimento à responsabilização penal nos casos de crimes que exijam “certos sentimentos”⁴⁰⁵, como os de racismo e ódio⁴⁰⁶. O autor sublinha, ainda, que a maioria dos algoritmos de IA são capazes de distinguir as zonas do permitido e do proibido⁴⁰⁷ pela análise dos dados fatuais colhidos por seus recetores⁴⁰⁸.

O penalista israelense conclui que a “responsabilidade criminal não é para ser dividida, mas combinada”⁴⁰⁹, isto é, atribuída concomitantemente ao produto artificialmente inteligente e ao programador ou usuário, de forma que seria possível até mesmo a comparticipação entre máquina e ser humano⁴¹⁰.

Simmler e Markwalder, por seu turno, advertem que os aportes teóricos por elas discutidos “podem ser caracterizados como pertencentes a um futuro distante”⁴¹¹, porém a demora em discuti-los poderia ser “particularmente perigosa”⁴¹² ao debate jurídico⁴¹³. O modelo por elas edificado parte da mudança do paradigma filosófico do direito penal, que é fundado ontologicamente no livre-arbítrio dos indivíduos. Informadas pelo funcionalismo sistémico, as autoras defendem que pode ser considerado sujeito todo o agente capaz de defraudar expectativas normativas⁴¹⁴, pois os conceitos de capacidade, personalidade e

⁴⁰¹ Ibid.

⁴⁰² Ibid.

⁴⁰³ Ibid.

⁴⁰⁴ Ibid.

⁴⁰⁵ Ibid., p. 189.

⁴⁰⁶ Ibid.

⁴⁰⁷ Ibid., p. 190.

⁴⁰⁸ Ibid., p. 191.

⁴⁰⁹ Ibid.

⁴¹⁰ Ibid., p. 191-192.

⁴¹¹ SIMMLER; MARKWALDER, *Guilty Robots...*, ob. cit., p. 4.

⁴¹² Ibid.

⁴¹³ Acrescentam, ainda, que a responsabilidade criminal de robôs deve ser afastada atualmente, porquanto não adquiriram personalidade no sentido sociológico, mas que isso não deve ser excluída das possibilidades futuras, quando os robôs sejam “agentes morais” (ibid., p. 27).

⁴¹⁴ Luhmann aponta que existem duas espécies de expectativas, que se distinguem a partir de uma definição funcional, isto é, a forma pela qual o sistema social lida de forma antecipada com a frustração de cada uma delas. As expectativas cognitivas são aquelas que se ajustam à realidade social caso sejam violadas, não havendo nenhuma sanção para isso. Já as expectativas normativas são mantidas nas hipóteses de defraudação, através da sua estabilização por normas, dentre as quais estão inseridas as jurídicas (cf. LUHMANN, *A Sociological...*, ob. cit., p. 32-33).

responsabilidade criminal estão associadas à função da pena, que, na perspectiva por elas partilhada, centra-se na estabilização dessas expectativas⁴¹⁵.

Nesse sentido, o direito penal não asseguraria comportamentos com dirigibilidade normativa, mas apenas a expectativa de que tais condutas sejam cumpridas, ou melhor, na persistência contrafactual das expectativas normativas caso sejam quebradas pelo crime. É a pena que, repita-se, cumpre essa função pela chamada prevenção geral positiva⁴¹⁶⁻⁴¹⁷.

A partir dessas premissas, Simmler e Markwalder aduzem que a responsabilização criminal de robôs dependeria exclusivamente da sociedade: se há expectativas normativas dos humanos em relação às máquinas, estas poderão deter personalidade jurídico-penal e estarem sujeitas à imputação criminal. Traçam, no ponto, um paralelo à responsabilidade penal de entes coletivos, os quais igualmente seriam capazes de “desestabilizar normas e desapontar expectativas”⁴¹⁸.

Sublinham, ao final, que a atribuição de responsabilidade penal a robôs também dependeria do grau de humanização que a sociedade confira a eles. As autoras advertem que a conduta da máquina só será juridicamente qualificável como contrária ao direito se, na interação social, os humanos a elas dirigirem expectativas cognitivas e normativas⁴¹⁹.

Não nos perfilhamos, porém, a nenhuma das duas propostas de responsabilização criminal direta de sistemas de IA. O motivo é simples, mas decisivo: eles são o que são, meros produtos, independentemente do grau de automatização que atinjam. Por isso, é completamente inviável a imputação jurídico-penal a agentes de IA⁴²⁰, por mais que – materialmente⁴²¹ - algumas de suas “decisões” possam ter adequação típica formal⁴²². Qualquer proposta para além disso afigura-nos assunto de ficção científica. Sabemos,

⁴¹⁵ Ibid., p. 19-20.

⁴¹⁶ Ibid., p. 25-27.

⁴¹⁷ Em síntese, essa formulação remonta às ideias de Günther Jakobs, para quem a função da pena de prevenção geral positiva reside na ratificação da vigência e no reconhecimento da norma penal infringida, com a finalidade de estabilização do sistema social ameaçado pelo delito, de forma a reafirmar a confiança dos destinatários nas expectativas de conduta institucionalizadas, que são as expectativas normativas (cf. JAKOBS, Günther. *Derecho Penal: Parte General. Fundamentos y teoría de la imputación*. Joaquín Cuello Contreras e Jose Luis Serrano Gonzalez de Murillo (trads.). Madrid: Marcial Pons, 1995, p. 18. Desenvolvidamente sobre as ideias desse autor: ALCÁCER GUIRAO, Rafael. “Proteção de bens jurídicos ou proteção da vigência do ordenamento jurídico?”. *RPCC*, a. 15, n.º 4, out.-dez. 2005, p. 511-556.

⁴¹⁸ Ibid., p. 19.

⁴¹⁹ Ibid., p. 25.

⁴²⁰ Como refere Panattoni, essa é, inclusive, a posição da “quase totalidade da literatura na matéria” (PANATONNI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 18).

⁴²¹ Quando um veículo autónomo atropela e mata um ciclista, por exemplo.

⁴²² No mesmo sentido: *ibid.*

entretanto, que o presente é contingente, e qualquer afirmação com pretensões de definitividade é temerária. Então, se não for impossível *tout court*, criminalizar a IA é algo prematuro⁴²³, pois pertencerá a um futuro distante⁴²⁴, especialmente se considerarmos as argumentações de Simmler e Markwalder, apoiadas em exercício de futurologia sobre o processo de humanização dos robôs.

Sem embargo, a primeira de nossas objeções refere-se à impossibilidade de se prescrever personalidade jurídico-penal aos robôs. O sujeito em direito penal está tradicionalmente associado ao paradigma da filosofia idealista alemã. Essa concepção, sobretudo a de Kant, coloca a pessoa como aquela que detém capacidade de autorreflexão e autodeterminação, atributos que fundamentam a ideia de responsabilidade. Como referem Gless e Weigend, porém, os robôs carecem desses atributos, já que não podem se entender como portadores de direitos e deveres na sociedade 404, conquanto possam agir autonomamente e tomar decisões. Por esse motivo, não são sujeitos para o direito penal.

Na mesma toada, a concepção ética do princípio da culpa igualmente impede a responsabilização criminal de robôs. Eles não possuem capacidade de culpa, não têm responsabilidade pessoal por suas “condutas”, já que apenas executam tarefas consoante os algoritmos que integram sua programação, sem qualquer autodeterminação. Não podem, portanto, serem reprovados por qualquer injusto⁴²⁵. Nesse sentido, a assertiva de Susana Aires de Sousa é categórica: “a capacidade de agir ilicitamente não se confunde com a capacidade, reconhecida ao algoritmo, de fazer opções, sob pena de se confundir livre-arbítrio com escolha pré-programada (ainda que não controlada) e direcionada ao cumprimento de uma tarefa”⁴²⁶. Afinal, prossegue a autora, “só pode existir responsabilidade onde exista um agente consciente, moral e com capacidade de entender o sentido da norma, enquanto destinatário dos comandos jurídicos nela inscritos”⁴²⁷. Em jeito de remate, não há como reprovar a violação de regras jurídicas por veículos autónomos quando, por exemplo,

⁴²³ CAPPELLINI, *Profili...*, ob. cit., p. 338.

⁴²⁴ De acordo com Gless e Weigend, “estas considerações dizem respeito – e isto deve-se ter bem claro -, de um lado, ao estágio atual de desenvolvimento da inteligência artificial, e, de outro, à compreensão tradicional de pessoa no sentido da filosofia alemã, a qual ainda determina os parâmetros aplicáveis para o direito penal. Caso se pudesse desenvolver agentes inteligentes com autoconsciência e consciência jurídica, com capacidade de respostas emocional e ética e com outras dimensões tipicamente humanas, seria naturalmente de se considerar, então, se não deveriam ser vistos como portadores de personalidade jurídica (e possivelmente capazes de culpa)” (GLESS; WEIGEND, *Agentes...*, ob. cit., p. 45).

⁴²⁵ Cf. GLESS; WEIGEND, *Agentes...*, ob. cit., p. 48. No mesmo sentido: CAPPELLINI, *Machina...*, ob. cit., p. 511-512.

⁴²⁶ SOUSA, *Não...*, ob. cit., p. 77.

⁴²⁷ *Ibid.*

atropelam alguém quando, após optarem por fugir do congestionamento, começam a trafegar por rua de tráfego exclusivo de peões⁴²⁸.

Os sistemas de IA tampouco são capazes de realizar condutas na aceção jurídico-penal, se levarmos em conta a densificação desse conceito desde a superação da teoria causal⁴²⁹. O conceito finalista de conduta elaborado por Welzel já conduz a essa conclusão. Segundo o autor, “a ação humana é o exercício da atividade final”⁴³⁰. A conduta é tida como de relevo para o direito penal quando é finalisticamente orientada pela vontade do agente à prossecução de objetivos antinormativos, a partir de ações ou omissões havidas com base em seus conhecimentos causais⁴³¹. Os sistemas de IA, contudo, ainda não podem valorar o próprio “comportamento” e estabelecer planos próprios; eles não têm “vontade”, sua missão é pré-programada por seres humanos e sequer podem notar a relevância social negativa de suas “decisões”⁴³².

Além disso, a aplicação da pena carece de sentido em relação aos agentes autónomos, mesmo se a eles adaptada com sanções de reprogramação ou destruição/desativação. É que nenhuma das duas clássicas funções atribuídas à sanção criminal, de prevenção geral e prevenção especial, poderá surtir nos robôs os efeitos que declara aos seres humanos⁴³³. Em relação à prevenção geral, ela não cumprirá os efeitos

⁴²⁸ O exemplo é de GLESS; WEIGEND, *Agentes...*, ob. cit., p. 50.

⁴²⁹ Para a teoria causal, própria do sistema clássico do delito construído por Liszt e Beling, a conduta penalmente relevante refere-se ao movimento corpóreo voluntário na ação, ou à ausência dele na omissão (cf. ROXIN, *Derecho...*, t. I, ob. cit., p. 236-237). O “comportamento” dos robôs que detêm partes de *hardware*, para além do *software*, pode adequar-se a esse conceito. Objeções poderiam ser levantadas em relação à voluntariedade: mas a teoria causal apenas a exclui nos casos em que há ações ou omissões involuntárias que não são passíveis de controlo. Nesse sentido específico conferido à voluntariedade, as máquinas inteligentes podem tomar decisões “voluntárias”, já que interpretam dados (*inputs*) e elegem a alternativa (*output*) que melhor se adequa ao alcance dos objetivos programados que elas devem cumprir. Diante disso, as máquinas são capazes de conduta jurídico-penal no âmbito da formulação causalista (GLESS; WEIGEND, *Agentes...*, ob. cit., p. 46-47). Assim, Gless e Weigend apontam que “a rigor, a questão acerca da capacidade de ação (penal) dos agentes inteligentes deveria poder ser considerada uma questão de definição: sob o ponto de vista causalista, baseada em considerações meramente externas, que entendem como conduta qualquer movimento corporal voluntário, agentes inteligentes podem ser vistos como seres que praticam condutas. Quanto mais densidade substancial se der ao conceito de conduta, quanto mais nele se introduzir uma determinação finalística autoconsciente, menos conseguirão os agentes inteligentes atender aos pressupostos da capacidade de conduta” (ibid., p. 48).

⁴³⁰ WELZEL, Hans. *Derecho Penal: Parte General*. Buenos Aires, 1956, p. 39

⁴³¹ Ibid.

⁴³² GLESS; WEIGEND, *Agentes...*, ob. cit., p. 45-46.

⁴³³ Excluimos, de pronto, a pouquíssimo democrática função retributiva da pena, pois a ideia de que a pena é retribuição enceta, em si mesma, “um elemento autoritário de encerramento discursivo”, cujo aparente sucesso na história da doutrina penalística “provém justamente de seu múltiplo sentido, o que sempre constitui um prático expediente discursivo para qualquer problema sem solução, porque permite que a objeção a um dos sentidos possa corresponder-se com outro, em um permanente jogo de equívocos” (ZAFFARONI et. al, *Derecho Penal...*, ob. cit., p. 141).

comunicativos de dissuasão, uma vez que a pena seria dirigida a “consócios robóticos”⁴³⁴, plateia “ontologicamente insensível”⁴³⁵ que não experimenta temores. Mesmo a prevenção geral positiva seria inexistente, já que o processo comunicativo de reforço na confiança no sistema penal não seria recebido pelos destinatários artificialmente inteligentes. Quanto à prevenção especial, a noção de ressocialização a ela subjacente seria inócua, porquanto as máquinas não ostentam capacidade de autorreflexão para, após a sanção, passarem a atender os comandos jurídicos contidos nas normas penais; a pena, pois, não ensejará nenhuma mudança em seu “comportamento”, o que somente é possível mediante intervenção de programadores⁴³⁶.

Por fim, é falso o paralelo entre pessoas coletivas e robôs para justificar a responsabilização criminal destes, qualificando-os como sujeitos do direito penal, sob o argumento de que, assim como aqueles, estes seriam “entes abstratos a que se reconhece capacidade para serem agentes criminosos”⁴³⁷. Os pressupostos subjacentes da imputação criminal às empresas são fundamentalmente diferentes dos apontados para a construção de algo similar aos sistemas de IA⁴³⁸. Muito embora sejam ficções jurídicas, as pessoas coletivas são constituídas por indivíduos. São essas pessoas as responsáveis pelas decisões da empresa no exercício de sua atividade. Por isso, fala-se em culpa de organização quando essas decisões se revistam de antinormatividade. É esse o fundamento da punição criminal das pessoas coletivas, a quem são impostas sobretudo sanções pecuniárias⁴³⁹. Essas penas ostentam funções preventivas gerais e especiais, porque são capazes de atingir o objetivo primacial das empresas: o lucro⁴⁴⁰ e sua reputação⁴⁴¹, com impacto direto nos indivíduos que as administram economicamente – como sócios e acionistas⁴⁴². Dessa forma, conquanto os robôs tenham “*a body to kick*”, não possuem “*a soul to damn*”⁴⁴³, as sanções a eles impostas

⁴³⁴ CAPPELLINI, *Machina...*, ob. cit., p. 513.

⁴³⁵ PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 17.

⁴³⁶ Nesse sentido: CAPPELLINI, *Machina...*, ob. cit., p. 513; PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 17.

⁴³⁷ SOUSA, *Não...*, ob. cit., p. 78.

⁴³⁸ No sentido do texto: PANATONNI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 18

⁴³⁹ SOUSA, *Não...*, ob. cit., p. 78; CAPPELLINI, *Machina...*, ob. cit., p. 514-515.

⁴⁴⁰ PANATONNI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 18.

⁴⁴¹ JANUÁRIO, *Veículos...*, ob. cit., p. 119.

⁴⁴² GLESS; WEIGEND, *Agentes...*, ob. cit., p. 52.

⁴⁴³ A expressão “*a body to kick, and a soul to be damned*” é atribuída ao Lord Chancellor of Great Britain Edward Thurlow, que pretendia esclarecer a operatividade do princípio *societas delinquere non potest*. O epíteto foi resgatado em tempos recentes por John Coffee na discussão sobre a *corporate liability* anglo-saxônica, e revigorada no âmbito da responsabilidade criminal de sistemas de IA por Peter Asaro (cf. CAPPELLINI, *Machina...*, ob. cit., p. 510, nota 37).

não atingiriam as suas finalidades precípua⁴⁴⁴, porquanto eles “não podem sentir a pena como tal”⁴⁴⁵, diferentemente das pessoas coletivas, nas quais os humanos por detrás são objeto da reprovação.

Enfim, mais do que a impossibilidade de inserir os robôs no direito penal, os intentos de responsabilizá-los devem ensejar uma reflexão mais profunda, acerca do papel que atribuímos à intervenção jurídico-penal em nossa sociedade. Como recorda Januário, “para além de uma adaptação de seus clássicos institutos, esta novel temática impõe, mais do que nunca, a pergunta sobre o «porquê» de punir alguém, utilizando instrumentos oriundos do direito penal”⁴⁴⁶.

4.2. A posição de garantia dos programadores

Outra questão controvertida é se é possível fundamentar uma posição de garante dos programadores. Pensemos na ação precedente de introdução no mercado de veículos autónomos que cumpram os controlos prévios de segurança, as regras de homologação constantes no Regulamento UE 2019/2144 e os requisitos específicos para sistemas de IA de alto risco (ainda não vigentes) previstos na Proposta de Regulamento Inteligência Artificial. Posteriormente, no entanto, esses carros apresentam defeitos de fabrico que não eram constatáveis *ex ante*, falhas que chegam ao conhecimento dos programadores sobretudo por sua danosidade a bens jurídico-penais. Essa situação impõe juridicamente a observância do dever de advertência aos consumidores acerca da perigosidade do veículo autónomo e, se for o caso, do dever de retirada do produto do mercado. Há responsabilidade penal pela infringência a esses deveres? Se sim, a que título?

Em causa está, como se vê, se deve haver resposta jurídico-penal àquilo que se identifica como o defeito do risco do desenvolvimento, que afeta toda a série produtiva e está relacionado ao produto que “*pode ser ilegitimamente inseguro ou perigoso por riscos ou defeitos incognoscíveis segundo o estado da ciência e da técnica ou estado da arte existente ao tempo do seu lançamento no comércio*”⁴⁴⁷.

⁴⁴⁴ ASARO, Peter M. “A Body to Kick, but Still No Soul to Damn: Legal Perspectives on Robotics”. In: LIN, Patrick [et al.] (eds.). *Robot Ethics: The Ethical and Social Implications of Robotics*. Cambridge: MIT Press, 2012, p. 182.

⁴⁴⁵ GLESS; WEIGEND, *Agentes...*, ob. cit., p. 53.

⁴⁴⁶ JANUÁRIO, *Veículos...*, ob. cit., p. 119.

⁴⁴⁷ SILVA, *Compra...*, ob. cit., p. 207, itálico no original.

De partida, como há uma inação, o cerne reside em identificar eventual relevância penal da conduta omissiva. Como não há crime omissivo próprio que tipifique a não retirada de produtos do mercado, a controvérsia aloca-se no âmbito da omissão imprópria. A indagação cinge-se, pois, a se a ação anterior de comercializar veículos autónomos *a priori* seguros (comportamento sem qualquer desvalor jurídico-penal) gera aos programadores o dever de evitar resultados típicos decorrentes do processo causal posto em marcha por essa ação, e mais, se a violação desse é normativamente equiparável à realização desses mesmos eventos desvaliosos por condutas ativas. Essas breves considerações já permitem-nos aferir a proximidade da discussão à figura da ingerência⁴⁴⁸, relacionada àquele que, dentro dos garantes de vigilância⁴⁴⁹, “por meio de seu comportamento, causa ou incrementa o perigo de um dano a bens jurídicos alheios tem que cuidar para que esse dano não ocorra, ou seja, para que *a fonte de perigo criada por ele próprio* não cause danos”⁴⁵⁰.

Sublinhe-se, desde logo, que a simples referência aos deveres jurídico-civis de supervisão do mercado e retirada dos produtos não dirime o problema da responsabilidade omissiva imprópria do programador. Não é possível deduzir deveres de garante diretamente dessas incumbências⁴⁵¹. A fundamentação da responsabilidade de programadores na comissão por omissão, portanto, deve ir para muito além da alusão à Proposta de Regulamento Inteligência Artificial, que prevê o dever de acompanhamento pós-comercialização de sistemas de IA (art. 17.º, n. 1, *h*)), o qual é acrescido do dever de adoção de medidas corretivas de reposição da conformidade do produto ou de sua recolha do mercado em caso de persistência nos defeitos (art. 21.º).

⁴⁴⁸ Cf. SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 221.

⁴⁴⁹ Hilgendorf e Valerius apontam que, na teoria das funções, hoje dominante na dogmática de países jurídico-culturalmente próximos ao nosso, “as posições de garante são diferenciadas entre as que fundamentam uma função de proteção para bens jurídicos determinados (chamados *deveres de guarda* [*Obhutspflichten*]) e as que objetivam a segurança e vigilância de determinadas fontes de perigo humanas ou materiais (chamados *deveres de segurança* [*Sicherungspflichten*]). Os deveres de guarda se baseiam no fato de que o autor deve proteger bens jurídicos alheios contra perigos, caso ele os tenha sob seu cuidado. Portanto, ele tem que se colocar como protetor do bem jurídico e, por isso, é chamado de “*garante de proteção*” [*Beschützergarant*]. Nos deveres de segurança, ao contrário, a ideia central é a de que o autor ou criou ou domina uma fonte de perigo e, por isso, tem que evitar seus efeitos danosos. Diferente do que ocorre com o garante de proteção, ele não protege um determinado bem jurídico de perigos, mas supervisiona perigos advindos de uma determinada fonte, a fim de que eles não se realizem. Por isso, também se fala em um chamado *garante de vigilância* [*Überwachungsgarant*]” (HILGENDORF, Eric; VALERIUS, Brian. *Direito Penal: Parte Geral*. Trad. Orlandino Gleizer. São Paulo: Marcial Pons, 2019, p. 342, itálicos no original).

⁴⁵⁰ *Ibid.*, p. 342, itálico no original.

⁴⁵¹ Por todos, ROXIN, Claus. *Derecho Penal: Parte General*. Tomo II. Trad. da 1.ª ed. alemã por Diego-Manuel Luzón Peña, José Manuel Paredes Castañón, Miguel Díaz y García Conlledo e Javier de Vicente Remesal., Navarra: Thomson-Reuters Civitas, 2014, p. 925.

Ainda que não especificamente relacionada ao contexto da responsabilidade pelo produto artificialmente inteligente, essa polémica foi enfrentada pelo BGH no paradigmático caso *Lederspray* – conquanto, para chegar à condenação, tenha “levado a cabo importantes modificações no âmbito da dogmática da responsabilidade por omissão, ou mais exatamente, na determinação da posição de garante”⁴⁵².

O panorama fáctico subjacente à decisão dizia respeito a uma empresa que comercializou *sprays* para o cuidado de itens de couro, como peles e calçados. Durante muito tempo, o produto esteve disponível no mercado sem quaisquer notícias de defeito de produção. Em um segundo período, contudo, a empresa passou a ser notificada da existência de pessoas que, após o uso do *spray*, tinham sofrido lesões à sua saúde, nomeadamente por terem contraído dificuldades respiratórias, tosse, náuseas e calafrios. Alguns indivíduos necessitaram de cuidados intensivos e foram hospitalizados. Os diagnósticos, em sua maioria, indicavam a acumulação de líquidos nos pulmões (edemas pulmonares)⁴⁵³. Esse resultado típico de ofensa à integridade física, entretanto, não podia ser previsto pelo fabricante quando da introdução do produto no mercado, já que ele cumpria os requisitos legais e não havia nenhuma circunstância técnica que pudesse indicar sua danosidade⁴⁵⁴. Por isso, tendo em vista que a conduta prévia de distribuição dos produtos foi juridicamente adequada durante muito tempo e não constituía violação de um dever de cuidado, houve (e há) dificuldade em se fundamentar a presença de deveres de garante para os fabricantes do *spray* de couro, de modo a responsabilizá-los pela omissão em evitar ou atenuar outros danos (pela advertência aos consumidores ou remoção dos itens do comércio) após a possível defeituosidade do produto tornar-se pública⁴⁵⁵.

As razões de decidir do BGH fazem menção, em um primeiro momento, à sua jurisprudência sobre a derivação da posição de garante por condutas precedentes perigosas contrárias ao dever no âmbito da responsabilidade pelo produto⁴⁵⁶. Essa é a ideia central da já mencionada figura da ingerência, que se relaciona à “existência de deveres de garantia

⁴⁵² HASSEMER; MUÑOZ CONDE, *La responsabilidad...*, ob. cit., p. 158.

⁴⁵³ Cf. GIMBERNAT ORDEIG, Enrique. “La omisión impropia en la dogmática penal alemana. Una exposición”. *ADPCP*, vol. L., 1997, p. 49.

⁴⁵⁴ ROXIN, *Derecho...*, t. II, ob. cit., p. 920.

⁴⁵⁵ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 222-223.

⁴⁵⁶ ROXIN, *Derecho...*, t. II, ob. cit., p. 921.

resultantes de um facto anterior perigoso: quem cria o perigo que pode afetar terceiros (“ingerência”) deve cuidar de que ele não venha a atualizar-se num resultado típico”⁴⁵⁷.

A princípio, isso poderia conduzir à afirmação de que aquele que com agir precedente cria um perigo de lesão para bem jurídico, está obrigado a evitar a transformação desse risco num evento desvalioso, de sorte que a omissão em iniciar cursos causais salvadores para impedir o resultado típico ensejará a responsabilização por omissão imprópria. Essa fórmula, tomada desse jeito, é demasiado ampla e representa excessivo alargamento da ideia de ingerência⁴⁵⁸. Então, a dogmática jurídico-penal estabeleceu requisitos cumulativos para a configuração da ingerência. Com efeito, o facto prévio deverá sempre constituir uma violação da diligência devida (seja por comissão, seja por omissão, por mais que, via de regra, o primeiro caso seja mais frequente), pelo que o resultado típico deverá ser objetivamente imputável ao autor. Não é agente garantidor por ingerência aquele que se mantém dentro dos parâmetros do risco permitido com o facto precedente. Também não o será quando, mesmo que ultrapasse esse limite, não é o risco criado pela conduta prévia que se realiza no resultado típico. Tampouco existe posição de garante quando inexistente nexo entre o comportamento pretérito e o fim de proteção da norma infringida⁴⁵⁹. Por tal razão, consoante a posição maioritária, apenas comportamentos violadores de deveres jurídicos podem fundamentar a posição de garante de vigilância por ingerência⁴⁶⁰. Nesse sentido, considerando a responsabilidade pelo produto, o agente tem de criar um risco não permitido com a fabricação e distribuição do bem, infringindo um dever que se concretize num resultado típico cognoscível *ex ante*⁴⁶¹.

No caso do *Lederspray*, entretanto, como dito, o BGH “reconstrói a fundamentação da responsabilidade por omissão no âmbito da comercialização de produtos perigosos”, o que “correspondeu a um alargamento do conceito de ingerência”⁴⁶². Com efeito, considerou-se suficiente para afirmar a posição de garante por ingerência a potenciação dos perigos da vida cotidiana⁴⁶³ pela ação prévia de comercialização dos *sprays* para couro, a partir da

⁴⁵⁷ DIAS, *Direito...*, ob. cit., p. 1100.

⁴⁵⁸ Cf. JUANATEY DORADO, Carmen. “Responsabilidad penal omissiva del fabricante o productor por los daños a la salud derivados de productos introducidos correctamente en el mercado”. *ADPCP*, v. LVII, 2004, p. 57.

⁴⁵⁹ Por todos: DIAS, *Direito...*, ob. cit., p. 1100-1101.

⁴⁶⁰ HILGENDORF; VALERIUS, *Direito...*, ob. cit., p. 342.

⁴⁶¹ ROXIN, *Derecho...*, t. II, ob. cit., p. 921.

⁴⁶² Ambas as citações são de SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 223.

⁴⁶³ HASSEMER; MUÑOZ CONDE, *La responsabilidad...*, ob. cit., p. 162.

perigosidade desses bens constatada *ex post*. Assim, seria esse caráter perigoso verificado posteriormente à conduta precedente de comercialização dos produtos que tornaria a comissão antecedente antijurídica e imporia aos produtores deveres de garantia voltados à evitação ou abrandamento de resultados típicos⁴⁶⁴.

Setores da doutrina manifestaram concordância com as razões de decidir externadas pelo BGH, ao passo que outros, contudo, opuseram-se de forma contundente⁴⁶⁵. As nossas percepções assemelham-se a esse segundo setor doutrinal. Para nós, isso afigura, como evidenciado por Hassemer, “relevante ampliação da punibilidade”⁴⁶⁶, porquanto se abre mão, para fundamentar a posição de garante por ingerência, da criação, pela conduta prévia, de riscos proibidos cognoscíveis *ex ante*⁴⁶⁷. Há, em última instância, modificação das construções dogmáticas jurídico-penais relativas à ingerência, com o abandono de pressupostos seus doutrinários para permitir que a posição de garante por ações antecedentes possa existir ainda que estas sejam conformes ao direito, não violadoras de deveres jurídicos de cuidado⁴⁶⁸. Isso implica numa desformalização da posição de garante como pressuposto da responsabilidade omissiva imprópria, além de desrespeitar o princípio da legalidade criminal⁴⁶⁹.

Consequentemente, a introdução dos *sprays* no mercado seria contrária ao dever jurídico se naquele momento era possível conhecer sua perigosidade⁴⁷⁰, isto é, que a comercialização do bem criaria riscos proibidos a bens jurídicos dos consumidores – o que, como visto, era imprevisível no caso. Diante dessas considerações, afigura-nos incorreto fundamentar a responsabilização omissiva imprópria dos produtores por ingerência quando da distribuição de produtos não se identifiquem defeitos que possam danificar interesses juridicamente protegidos dos consumidores. A comercialização de bens consoante as regras legais, sem violação de deveres, não pode ser considerada uma ação precedente perigosa apta a configurar a posição de garante de vigilância por ingerência.

⁴⁶⁴ SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 223.

⁴⁶⁵ Para uma síntese dos posicionamentos doutrinários, com ampla referência bibliográfica, veja-se GIMBERNAT ORDEIG, Enrique, *La omisión...*, ob. cit., esp. 54 e ss; SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., esp. p. 224-234.

⁴⁶⁶ HASSEMER; MUÑOZ CONDE, *La responsabilidad...*, ob. cit., p. 162.

⁴⁶⁷ *Ibid.*, p. 170.

⁴⁶⁸ GIMBERNAT ORDEIG, *La omisión...*, ob. cit., p. 57-58.

⁴⁶⁹ *Ibid.*, p. 162-163.

⁴⁷⁰ *Ibid.*

Essas razões impedem-nos de concordar com Gless, Silverman e Weigend, quando aduzem que “uma ação juridicamente perfeita – a comercialização de um veículo autónomo de acordo com o estado atual do conhecimento e da tecnologia – pode desencadear responsabilidade penal por omissão”⁴⁷¹. Os autores valem-se do fundamento de que a distribuição de agentes inteligentes cujas ações não podem ser controladas e previstas com segurança criam um risco ao público geral, muito embora ele não seja proibido⁴⁷². Entretanto, como já enfatizado, essa argumentação, próxima em certa medida à do BGH, não pode ser admitida, pois prescinde de uma conduta antijurídica prévia para fundamentar a omissão imprópria.

Para nós, o fundamento da posição de garante dos produtores (e, para os fins desta investigação, dos programadores) deverá residir no dever de fiscalização das fontes de perigo dominadas pelo agente. Segundo a formulação de Figueiredo Dias,

“O seu **fundamento material** geral residirá em que a comunidade tem de poder confiar em que quem exerce um *poder de disposição* sobre um âmbito de domínio ou sobre um lugar determinado, que se encontram acessíveis a outras pessoas, deve também dominar os riscos que para estas podem resultar de estados ou situações perigosas”⁴⁷³.

Nota-se, aqui, fortes pontos de contacto com a responsabilidade pelo produto: o fabricante de veículos autónomos, medicamentos, alimentos, produtos químicos, etc., detém sobre eles verdadeira posição de domínio, que dimana sobretudo por ser o melhor informado acerca dos riscos que seus produtos encetam. O produtor, é claro, domina essa fonte de perigo em potencial que é o produto, que, por mais que cumpra os requisitos legais de comercialização, nunca será distribuído aos consumidores a risco zero. Por isso, diante dessa posição de domínio, repousa sobre o fabricante um dever de fiscalização sobre esses bens, cujo incumprimento poderá ensejar a responsabilização por comissão por omissão caso não haja o impedimento de cursos causais lesivos a bens jurídicos-penais titularizados por consumidores⁴⁷⁴. Mesmo nas situações em que a perigosidade do produto não é cognoscível *ex ante*, mas apenas *ex post*, recai sobre o produtor, a partir desse fundamento, “um dever de retirar o produto, ou pelo menos de avisar dos perigos os consumidores potenciais, responsabilizando-o, se o não fizer, a título de omissão dolosa pelos resultados típicos que

⁴⁷¹ GLESS; SILVERMAN; WEIGEND, *If...*, ob. cit., p. 428.

⁴⁷² *Ibid.*

⁴⁷³ DIAS, *Direito...*, ob. cit., p. 1101-1102, negrito e itálico no original.

⁴⁷⁴ Cf. *ibid.*, p. 1103.

venham a ter lugar”⁴⁷⁵. Assim, não são os deveres de informação e retirada do produto dos quais se deduzem a posição de garante. Na verdade, é do dever de fiscalização sobre as fontes de perigo dominadas pelo produtor do qual se extraem essas obrigações jurídicas de atuação do produtor⁴⁷⁶.

Em decisivo, portanto, em relação ao objeto desta investigação, se chega ao conhecimento dos programadores a existência de defeitos no *software* de veículos autônomos por eles desenvolvidos⁴⁷⁷, falhas que intermedeiem danos à vida ou à incolumidade física das pessoas, eles obrigatoriamente deverão informar os consumidores e impor atualizações no sistema para corrigir tais problemas, ou até mesmo deverão retirar os carros de circulação se as medidas de diligência anteriores forem insuficientes para impedir novos homicídios ou ofensas à integridade física⁴⁷⁸. Em remate, os programadores terão que atuar depois da venda para minimizar os riscos de seus produtos artificialmente inteligentes, especialmente porque será cada vez mais comum a instalação de aprimoramentos (*updates* e *patches*) no sistema de IA por transmissão remota⁴⁷⁹. Se os programadores assim não agirem, incumprindo medidas de advertência e vigilância, poderão ser responsabilizados por omissão imprópria, dolosa ou negligente, fundamentada na falha de se observar o dever de fiscalização das fontes de perigo por eles dominadas.

Uma última nota: para nós, caso os programadores não tenham, dentro da estrutura societária, poderes para ordenar a emissão de advertências aos consumidores, a adoção de

⁴⁷⁵ *Ibid.*, p. 1103-1104, itálico no original.

⁴⁷⁶ Roxin diverge desse posicionamento. Para o autor alemão, a posição de garante do produtor deriva da assunção de deveres de proteção, não de vigilância, na esteira do que é desenvolvido por Schünemann. Segundo Roxin, “a posição de garante pode ser mais bem interpretada como a assunção de uma função de proteção. Na moderna sociedade de produtos, o comprador não tem, por regra geral, nenhuma possibilidade de inspecionar a higidez sanitária e a inocuidade dos produtos adquiridos. Por essa razão, deve confiar forçosamente que o fabricante não só respeitará todos os estândares de segurança, mas também que o informará sobre os riscos posteriormente conhecidos. Os deveres jurídico-civis de observar e retirar o produto demonstrar que isso é uma realidade social, já que deles não se pode derivar diretamente uma posição de garante, porém sim elementos de uma função de proteção atribuível ao fabricante” (cf. ROXIN, *Derecho...*, ob. cit., p. 925).

⁴⁷⁷ Uma medida que, ao menos à primeira vista, ajuizamos ser adequada para levar ao conhecimento dos programadores a existência de defeitos é aquela proposta por Jeffrey K. Gurney, para quem deveria existir um sistema de notificação por meio do qual produtores (em sentido amplo) de veículos autônomos detém a capacidade de receber alertas quando há mau funcionamento do carro para que este seja corrigido e não volte a ocorrer (GURNEY, *Driving...*, ob. cit., p. 418).

⁴⁷⁸ No sentido do texto: CAPPELLINI, *Profili...*, ob. cit., p. 339. Segundo Hilgendorf, “um dever de vigilância do produto como esse parece adequado, em primeiro lugar, porque o fabricante tem benefícios imediatos em razão da venda e, além disso, porque tem muito mais condições do que o consumidor final de avaliar os riscos do produto e também minimizá-los retrospectivamente” (HILGENDORF, Eric. “Sistemas autônomos, inteligência artificial e robótica: uma orientação a partir da perspectiva jurídico-penal”. In: HILGENDORF, Eric. *Digitalização e direito*. GLEIZER, Orlandino (org. e trad.). São Paulo: Marcial Pons, 2020, p. 51).

⁴⁷⁹ HILGENDORF, *Sistemas...*, ob. cit., p. 51.

medidas para atualizar o *software* dos veículos autônomos defeituosos, ou até mesmo a recolha destes do mercado, com vistas à cessação ou atenuação de resultados típicos intermediados por falhas no sistema, as normas mandamentais a eles exigíveis (deveres de fiscalização sobre as fontes de perigo por eles dominadas) serão inteiramente cumpridas com a comunicação àqueles que possam efetivamente adotar tais ações. Como o domínio é parcial sobre a fonte de perigo, e não total, os programadores eximir-se-ão da vigilância que sobre elas devem exercer caso levem ao conhecimento daqueles que, dentro da estrutura societária, podem pôr em marcha as advertências aos consumidores ou a retirada dos veículos autônomos de circulação. A posição de garante não é amplíssima; ao contrário, restringe-se à extensão do domínio exercida pelo agente garantidor. Nesse contexto, mesmo que os indivíduos informados pelos programadores permanecem inertes em relação à tomada de medidas para remediar os vícios no produto, ou mesmo que alguns deles posicionem-se favoravelmente e outros contra⁴⁸⁰, mas ainda assim com a persistência de inações, já não será possível imputar aos programadores eventuais eventos desvaliosos por omissão imprópria, por terem atendido a todo o escopo normativo de seus deveres de garante.

4.3. A imputação plurisubjetiva no contexto da programação de veículos autônomos

Outra dificuldade está associada à identificação de responsabilidades individuais em organizações complexas⁴⁸¹ que produzem veículos autônomos. Isso porque há óbices quanto à individualização das condutas negligentes dentro do campo causal de produção de um sistema de IA que apresente defeitos de fabrico ou de concepção: são vários os programadores, o que complica a identificação do(s) erro(s)⁴⁸². Tradicionalmente concebida para lidar com a responsabilidade penal individual, a dogmática jurídico-penal talvez não esteja preparada para endereçar acontecimentos típicos havidos em contextos de “falibilidade coletiva”⁴⁸³. É o já mencionado *the problem of many hands*, ligado à

⁴⁸⁰ Essa circunstância fática suscita a problemática da relevância penal de decisões colegiadas no âmbito empresarial. Sobre isso, com considerações específicas sobre a decisão do BGH no caso *Lederspray*, veja HASSEMER; MUÑOZ CONDE, *La responsabilidad...*, ob. cit., p. 170 e ss.

⁴⁸¹ PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 6.

⁴⁸² GIUCA, *Disciplinare...*, ob. cit., p. 50.

⁴⁸³ SIMMLER, Monika. “Automation”. In: CAEIRO, Pedro [et. Al] (eds.). *Elgar Encyclopedia of Crime and Criminal Justice*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2023. Disponível em <https://www.elgaronline.com/edcollchap/book/9781789902990/b-9781789902990.automation.xml#b-9781789902990.automation_ref2>. Acesso em 12 jul. 2023.

distributividade dos sistemas de IA. Ele acarreta repercussões ao nível de quem (e a qual título) deverá ser penalmente responsabilizado por danos a bens jurídicos relacionados a defeitos dos carros com condução automatizada, devido à pluralidade de intervenientes no planeamento, desenvolvimento, teste, produção, distribuição, manutenção e utilização desses produtos⁴⁸⁴. Como apontam Estellita e Leite, essa circunstância sugere “que os complexos problemas de autoria e participação, já conhecidos no âmbito da criminalidade de empresa, surgirão também nesse contexto”⁴⁸⁵.

Além disso, conlui para o problema o também outrora também citado *many things problem*: os carros com função de condução automatizada são projetados com inúmeros componentes de *software* e *hardware* fabricados separadamente, por pessoas (físicas ou coletivas) distintas, que só são unidos para a montagem do produto final. Esses itens, ademais, operam de maneira interligada durante a condução do veículo autónomo, de sorte que cada um deles influencia reciprocamente o funcionamento do outro. Assim, eventual *output* típico do sistema de condução automatizada poderá decorrer de interação anómala entre a IA e alguma outra peça, dificultando a distinção entre a presença de defeito de programação ou de fabrico da parte componente.

Inclusive, não só as partes componentes do veículo interagem, mas há verdadeira comunicação entre os seus sistemas de IA, que podem ser conectados à rede (*internet of things*), como numa (futura) rede rodoviária tecnológica, em que os algoritmos dos carros trocarão informações entre si e também com as estradas “inteligentes” (comunicações *Vehicle-to-Vehicle* e *Vehicle-to-Infrastructure*, respetivamente), com vistas à melhoria qualitativa da tarefa de condução⁴⁸⁶.

Os *outputs* gerados pelos veículos autónomos, pois, poderão decorrer não só de aportes humanos, mas também de coisas. “Essa pluralidade de intervenientes, humanos e não humanos”, diz Susana Aires de Sousa, “aumenta a complexidade no juízo de responsabilidade quando algo corra mal”. A autora, diante disso, indaga: “Quem

⁴⁸⁴ Cf. SALVADORI, Agentes..., ob. cit., p. 32.

⁴⁸⁵ ESTELLITA; LEITE, *Veículos...*, ob. cit., p. 32. No mesmo sentido: PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 6. Desenvolver a questão fugiria do escopo fugiria desse trabalho, mas fazemos uma pequena observação: o recurso à teoria do domínio final do fato é inservível para fundamentar a imputação de dirigentes de empresas por autoria mediata através do domínio da organização. Sobre essa questão: GRECO, Luís; ASSIS, Augusto. “O que significa a teoria do domínio do fato para a criminalidade de empresa”. In: GRECO, Luís [et al.]. *Autoria como domínio do fato: estudos introdutórios sobre o concurso de pessoas no direito penal brasileiro*. São Paulo: Marcial Pons, 2014, p. 81-122.

⁴⁸⁶ Para mais características da condução automatizada conectada à *internet of things*, cf. HILGENDORF, *Automated...*, ob. cit., p. 173.

responde?”⁴⁸⁷A responsabilização direta de robôs já foi por nós rechaçada, então se descartada a atribuição do injusto aos intervenientes não humanos. Devemos, então, proceder à análise do humano a ser responsabilizado por resultados típicos decorrentes de defeitos de veículos autónomos, tarefa cuja complexidade é mais patente na fase de programação⁴⁸⁸, já que não se pode apontar, com clareza, o “domínio da alavanca”⁴⁸⁹ pelo(s) programador(es) que, com ações descuidadas, fabricaram algoritmos defeituosos para sistemas de condução automatizada.

Sabe-se que a responsabilidade penal é pessoal. O princípio da culpa veda a responsabilização objetiva em direito penal, decorrente apenas do resultado. Então, mesmo que haja possível relação de causa e efeito entre a conduta de comercializar produtos artificialmente inteligentes e danos a consumidores ou utentes das estradas, isso não será suficiente para o juízo de imputação ao tipo objetivo. É preciso o isolamento da ação ou omissão típicas. Dessa forma, os programadores não podem ser responsabilizados pela mera recondução de vilipêndios a interesses juridicamente protegidos a defeitos de fabrico ou conceção. Por isso, o sujeito a quem deve ser atribuído o evento desvalioso deve ser individualizado, com a identificação do aporte causal que ele concretamente prestou à produção do resultado, o qual, por sua vez, deve ser a ele previsível num juízo de prognose *ex ante*. No âmbito dos veículos autónomos, entretanto, são diversos os agentes que operam na “*web of causation*”⁴⁹⁰ do processo de programação do sistema de IA. Logo, as falhas que porventura desencadeiem lesões à vida ou à integridade física dos consumidores poderão se originar pela atuação negligente de múltiplos indivíduos.

Na realidade, o “*AI-team*” é integrado por diversas pessoas. Essa equipe normalmente compreende o “*data analyst*” e o “*data scientist*”, que se ocupam da recolha e interpretação de dados e se asseguram que as informações são exaustivas e pertinentes à finalidade do sistema; o “*machine learning engineer*”, que desenvolvem as técnicas de aprendizagem de máquina, e, por fim, os programadores, que convergem todos esforços para transformá-los no código que orientará a “atuação” do produto artificialmente inteligente⁴⁹¹.

Nesse sentido, no âmbito dessa, considerados os últimos especialistas, Cappellini aponta que “a quantidade de cenários que os programadores são chamados a avaliar é

⁴⁸⁷ SOUSA, *Não...*, ob. cit., p. 71.

⁴⁸⁸ CAPPELLINI, *Profili...*, ob. cit., p. 338.

⁴⁸⁹ PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 3.

⁴⁹⁰ PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 7.

⁴⁹¹ Cf. exemplos de GIANNINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 24.

vastíssima e potencialmente indefinida”, pelo que se exige “o entrelaçamento do trabalho de dezenas, se não centenas de cientistas de informática, em um produto final a respeito do qual é muito difícil identificar se e onde houve de facto o erro de um único programador”⁴⁹².

De qualquer forma, nada obstante o relatado problema de delimitação das responsabilidades penais, nota-se que há verdadeira “rede plurisubjetiva de produção-programação”⁴⁹³, de forma a conduzir a discussão ao domínio da comparticipação. Nessa constelação de casos anteriormente expostos, todos potencialmente inseridos na negligência típica, não incidirá a categoria jurídico-penal da participação pela cumplicidade⁴⁹⁴, modalidade de contribuição causal ao fato típico de outrem (autor) que só é punível se dolosa o for (art. 27.º, n. 1, CP⁴⁹⁵). Portanto, a questão reside, efetivamente, no campo da fixação de eventual(is) autore(s) desses ilícitos-típicos negligentes, ou seja, de quem atuou contrariamente às normas de cuidado imposta na fase de programação dos veículos autónomo, com a consequente criação ou potencialização de risco proibido que se concretizou no resultado desvalioso intermediado por essa tecnologia⁴⁹⁶, já que quem atenua o perigo de lesão a bem jurídico não pode ser punido⁴⁹⁷.

Caso haja mais de um interveniente no campo causal que culmine na produção de eventos típicos dessa natureza, com a consequente existência de co-atuação negligente, existirão, quando muito, autorias paralelas, em razão do princípio do autor unitário dos delitos negligentes⁴⁹⁸. Não há, portanto, participação em um tipo de ilícito negligente, no sentido de “violação aditiva do dever de cuidado devido”⁴⁹⁹. Além disso, a coautoria é inadmissível nessa espécie de ilícito-típico, pois não há resolução comum para a prática do

⁴⁹² CAPPELLINI, *Profili...*, ob. cit., p. 338. Na mesma linha, Beck afirma que “na maioria dos casos é impossível provar quem contribuiu exatamente o quê para a ocorrência do dano causado pela máquina, pois não só diversas pessoas trabalham em conjunto na produção e no desenvolvimento, como também as máquinas agem numa forma altamente complexa e, em última análise, imprevisível” (BECK, *Google...*, ob. cit., p. 243).

⁴⁹³ A expressão é de CAPPELLINI, *Reati...*, ob. cit., p. 9.

⁴⁹⁴ Convém esclarecer que a lei penal portuguesa considera o instigador como autor. O art. 26 dispõe que “é punível como autor (...) ainda quem, dolosamente, determinar outra pessoa à prática do facto, desde que haja execução ou começo de execução”. Contrariamente, a doutrina alemã, em observância ao § 25 e ss. do StGB, entende que os instigadores integram o conceito de partícipes, pelo que seria impossível considerá-los entre os autores (cf. DIAS, *Direito...*, ob. cit., p. 930).

⁴⁹⁵ “É punível como cúmplice quem, dolosamente e por qualquer forma, prestar auxílio material ou moral à prática por outrem de um facto doloso.”

⁴⁹⁶ Cf., por todos, sobre o fundamento da autoria nos crimes negligentes, DIAS, *Direito...*, ob. cit., p. 1040-1041.

⁴⁹⁷ Por todos, *ibid.*, p. 388 e ss.

⁴⁹⁸ Princípio segundo o qual se deve “considerar autor todo aquele a quem, por conta de um comportamento violador do dever de cuidado, se possa imputar a realização de um tipo penal culposos” (cf. HILGENDORF; VALERIUS, *Direito...*, ob. cit., p. 365).

⁴⁹⁹ SIMMLER, *Automation...*, ob. cit.

fato típico entre os que co-atuam negligentemente⁵⁰⁰, muito embora posições pela sua admissão tenham ecoado com mais veemência na doutrina mais recente⁵⁰¹.

Dissemos anteriormente, porém, que é difícil determinar quem, dentro da equipe de programadores, teria infringido deveres de diligência (seja por não ter previsto não previu algo que razoavelmente deveria ter previsto, seja por ter inserido dados incorretos no sistema do veículo autónomo sobre a forma de “reação” que este deveria apresentar em determinadas situações do tráfego)⁵⁰². Em tais hipóteses, ao menos no domínio penal, o *responsibility gap* persistirá, por imposição da ordem axiológica-constitucional.

Com efeito, em cenários de incerteza sobre a concreta aplicação de categorias jurídico-penais, o único critério para a resolução do caso é o princípio *in dubio pro reo*, “o qual há muito deixou de ser matéria do processo penal para servir de critério de interpretação dos institutos de direito penal”⁵⁰³. Esse princípio impõe, sempre, que o intérprete da lei penal opte, nesse contexto, “pela melhor alternativa para o acusado”⁵⁰⁴. Assim, a imputação do resultado típico negligente não poderá ser promovida contra nenhum dos programadores do veículo autónomo caso haja dúvida sobre quem, efetivamente, violou deveres de cuidado objetivamente exigíveis. Nada impedirá, porém, que as vítimas busquem a reparação civil dos danos a elas causados, com esteio na responsabilidade civil objetiva do produtor, de modo que inexistirá, efetivamente, lacunas de responsabilização - apenas restará inviabilizada a intervenção jurídico-penal, pelos motivos expostos.

4.4. A relação de causalidade e o *black-box problem*

O juízo de imputação de responsabilidade criminal pressupõe o nexo de causalidade entre a conduta típica e o evento desvalioso. A aferição dessa relação causal é, no plano objetivo, intrincada quando se interponha um produto artificialmente inteligente, como os veículos autónomos⁵⁰⁵, entre a ação ou omissão humanas e o resultado lesivo a bem jurídico-penal. O sistema computacional subjacente a essa tecnologia automotiva segue modelos não-lineares, pelo que a explicação dos passos seguidos pelo algoritmo do processamento de

⁵⁰⁰ Ibid., p. 365.

⁵⁰¹ HILGENDORF; VALERIUS, *Direito...*, ob. cit., p. 365; DIAS, *Direito...*, ob. cit., p. 1041-1042.

⁵⁰² CAPPELLINI, *Profili...*, ob. cit., p. 339.

⁵⁰³ TAVARES, *Fundamentos...*, ob. cit., p. 183.

⁵⁰⁴ HILGENDORF; VALERIUS, *Direito...*, ob. cit., p. 44.

⁵⁰⁵ CAPPELLINI, *Profili...*, ob. cit., p. 339.

dados (*input*) até a emissão de uma resposta (*output*) é, por muitas vezes, inacessível⁵⁰⁶. Essa falta de transparência sistemas de IA é tanto maior quanto mais complexos forem os algoritmos, especialmente os codificados com técnicas de *machine learning* e os que rapidamente processam gigantescas quantidades de dados (*big data*), comparáveis ao cérebro humano quanto a dificuldade de compreensão do processo de tomada de decisão⁵⁰⁷. Esse problema, aliás, ressoa na postulação, por alguma literatura, do reconhecimento do direito à explicação⁵⁰⁸ das “decisões” algorítmicas⁵⁰⁹.

Convencionou-se designar toda essa questão como o *black-box problem*, fenómeno que remete à opacidade dos concretos mecanismos de funcionamento dos algoritmos de IA. Nesses casos, assinala-se as barreiras que se colocam à prova do nexos de causalidade entre conduta antinormativa e resultado típico⁵¹⁰, pois não se sabe o que de facto ocorreu no intervalo temporal entre ambas dentro da máquina⁵¹¹ – como na hipótese da morte por atropelamento de um peão não identificado por um carro com funções de condução automatizada.

Esse problema jurídico-penal não é de todo inédito ou específico da IA. A falta de explicação causal entre ação e/ou omissão e lesão a bem jurídico foi bastante explorada pela tradicional jurisprudência da responsabilidade penal pelo produto, com amplos comentários, concordante e dissonantes, da doutrina que a sucedeu⁵¹². Nessa constelação de casos, conflui para as lesões infligidas ao consumidor toda uma cadeia causal heterogénea, em contraposição à causalidade homogénea, passível de descrição por regularidades mecânicas mais simples. A causalidade heterogénea envolve resultados típicos que somente podem ser explicados com a referência conjunta a diversos fenómenos variáveis. a responsabilidade

⁵⁰⁶ SOUSA, Susana Aires de. “Um direito penal desafiado pelo desenvolvimento tecnológico: alguns exemplos a partir das neurociências e da inteligência artificial”. *Revista da Defensoria Pública da União*, n. 14, jul.-dez. 2020, p. 24-25; id., *Não...*, ob. cit., p. 66-67.

⁵⁰⁷ SOUSA, *Não...*, ob. cit., p. 68.

⁵⁰⁸ O direito à explicação foi reconhecido nos arts. 15.º e 22.º do *Regulamento Geral de Proteção de Dados* da União Europeia (Regulamento 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de abril de 2016 relativo à proteção das pessoas singulares no que diz respeito ao tratamento de dados pessoais e à livre circulação desses dados e que revoga a Diretiva 95/46/CE). Dá-se enfoque ao art. 15.º, n.º 1, *h*), que confere o direito de acessar informações sobre “a existência de decisões automatizadas, incluindo a definição de perfis, referida no art. 22.º, n.ºs 1 e 4, e, pelo menos nesses casos, informações úteis relativas à lógica subjacente, bem como a importância e as consequências previstas de tal tratamento para o titular dos dados”.

⁵⁰⁹ *Ibid.*, p. 67.

⁵¹⁰ SOUSA, *Um direito...*, ob. cit., p. 24-25.

⁵¹¹ PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 10.

⁵¹² Pormenorizadamente sobre os posicionamentos dos tribunais e as reações doutrinárias à matéria, confira-se SOUSA, *A responsabilidade...*, ob. cit., p. 241-272.

criminal pelo tem como nota distintiva o não oferecimento, ou a menos o não oferecimento cientificamente fiável, de conhecimentos empíricos para a determinação da causa dos resultados típicos à vida e à integridade física dos consumidores⁵¹³.

Inclusive, o próprio termo *black-box* não é novo⁵¹⁴: Hassemer valeu-se dele ao criticar a decisão do BGH no caso *Lederspray*. Segundo o BGH, a incapacidade das ciências empíricas para determinar precisamente o fator nocivo de determinado produto não configura impeditivo para a dogmática da causalidade, pois, para determiná-la, bastaria a exclusão de que um fator distinto do produto teria causado os danos, de sorte que o conhecimento exaustivo da cadeia existente entre o fator nocivo e o dano seria despiciendo. Hassemer aponta que essa construção é semelhante à caixa preta (*black-box*): “estão controladas a entrada e a saída da caixa (o produto composto), mas o seu conteúdo permanece na obscuridade”⁵¹⁵.

Nos casos dos veículos autónomos, movidos por IA, também haverá essa incapacidade científica de decodificação do resultado típico, que permanecerá obscuro⁵¹⁶, sem que se determine objetivamente, a partir de leis causais, como a máquina chegou àquele determinado “comportamento”⁵¹⁷. Como já enfatizado, nesse sentido, a *black-box* da IA acarreta entraves à apreciação do nexos de causalidade, sobretudo se considerarmos a teoria da causalidade adequada, de cunho normativo-causal assente na ideia central da previsibilidade do resultado⁵¹⁸, que fora encampada como “critério básico da imputação objetiva”⁵¹⁹ pelo art. 10.º, n. 1, CP. Com efeito, se não é possível reconstruir o modo de funcionamento dos sistemas de veículos autónomos, a aferição do nexos de adequação, pelo juízo de prognose póstuma (*ex ante*) entre conduta e resultado típico restará, por vezes, impedido⁵²⁰. Ou seja, não se poderá sustentar se a conduta inicial de programação descuidada do sistema do veículo autónomo é adequada a produzir o evento típico, não só

⁵¹³ HASSEMER; MUÑOZ CONDE, *La responsabilidad...*, ob. cit., p. 143.

⁵¹⁴ SOUSA, *Um direito...*, ob. cit., p. 25.

⁵¹⁵ HASSEMER; MUÑOZ CONDE, *La responsabilidad...*, ob. cit., p. 133.

⁵¹⁶ PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 10.

⁵¹⁷ SOUSA, *Não...*, ob. cit., p. 67.

⁵¹⁸ *Ibid.*, p. 68.

⁵¹⁹ DIAS, *Direito...*, ob. cit., p. 383.

⁵²⁰ Segundo Figueiredo Dias, “o nexos de adequação se tem de aferir segundo um **juízo ex ante** e não *ex post*, mais rigorosamente, segundo um **juízo de prognose póstuma**. Tal significa que o juiz se deve deslocar mentalmente para o passado, para o momento em que foi praticada a conduta e ponderar, enquanto observador objetivo, se, dadas as *regras gerais da experiência e o normal acontecer dos factos* (o *id quod plerumque accidit*), a ação praticada teria como consequência a produção do resultado. Se entender que a produção do resultado era imprevisível ou que, sendo previsível, era improvável ou de verificação rara, a imputação não deverá ter lugar” (DIAS, *Direito...*, ob. cit., p. 384, negritos e itálicos no original).

pela opacidade dos algoritmos, mas também pela imprevisibilidade do funcionamento destes⁵²¹, sobretudo quando capazes de aprendizagem de máquina. Aliás, em relação às técnicas de *machine learning* e a causalidade adequada, Susana Aires de Sousa adverte que “um critério jurídico-normativo que faça assentar a relevância da causalidade na previsibilidade do dano enfrenta sérias dificuldades relativamente a acontecimentos pontuais ou disruptivos onde não exista qualquer prévia generalização”⁵²².

Nos domínios em que impere a causalidade heterogénea, nos quais está, a princípio, excluída uma lei causal previamente estabelecida que explique o resultado (seja a partir de critérios científico-naturais, seja a partir de regras gerais da experiência), como é o caso das lesões a bens jurídicos intermediadas por carros autónomos (nos quais o conhecimento nomológico ainda não dispõe de leis causais que, seguindo uma regularidade nomológica, permita dizer que da certa utilização do sistema de IA se seguirá o evento ocorrido⁵²³), ajuizamos que investigações probabilísticas exaustivas poderão proporcionar regras para a identificação do nexo de causalidade, desde que excluam, com grau de probabilidade próxima à certeza, outros possíveis fatores causais. Assim, a relação causal - e, por conseguinte, o nexo de adequação - poderá ser aferido a partir de critério racional probabilístico que afaste possíveis hipóteses causas contrárias. Caso o parâmetro de probabilidade seja duvidoso, não fará sentido atribuir o resultado típico à ação, por força do princípio do *in dubio pro reo*, cujas repercussões também são de ordem substantiva⁵²⁴.

Dito isto, o nexo de causalidade entre a lesão à vida ou à integridade física de pessoas e a ação negligente de colocar sistemas de condução automatizada defeituosos no mercado, estará estabelecida se, a partir de um critério de probabilidade próximo à certeza, o *output* do carro seja reconduzível a uma falha do algoritmo. Já nos casos em que os conhecimentos nomológicos não permitam, de forma alguma, superar a *black box* e estabelecer esse indicador probabilístico, a imputação ao tipo objetivo deverá ser excluída pela imposição do princípio *in dubio pro reo*.

Seja como for, a questão alterará os seus rumos a partir dos avanços tecnológicos. Espera-se que as técnicas de *explainable AI* (XAI) confirmem mais transparência aos algoritmos, de forma a diminuir os espaços de opacidade. O objetivo é deixar a *black-box*

⁵²¹ PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 11.

⁵²² Ibid.

⁵²³ MINELLI, *La responsabilità...*, ob. cit., p. 57.

⁵²⁴ Em sentido próximo ao texto: TORIO LÓPEZ, *Cursos...*, ob. cit., p. 15-18.

para trás, transformando os sistemas em *glass boxes*, com menor grau de opacidade. Esse é o sentido, inclusive do art. 13.º da Proposta de Regulamento Inteligência Artificial, o qual disciplina que “os sistemas de IA de risco elevado devem ser concebidos e desenvolvidos de maneira que o seu funcionamento seja suficientemente transparente para permitir aos utilizadores interpretar o resultado do sistema e utilizá-lo corretamente”.

4.5. O elemento subjetivo entre a autonomia e as técnicas de *machine learning*

4.5.1. O dolo

A responsabilização penal de programadores pela conceção de veículos autónomos quando há consciência e vontade de empregá-los causalmente na prática de ilícitos-típicos não convoca especiais problemas⁵²⁵. Se um veículo autónomo é dolosamente (quer o dolo direto, quer o dolo eventual) programado para atropelar peões, o programador deverá ser identificado como autor direto ou imediato desses delitos⁵²⁶. Nessa hipótese, o carro terá o estatuto jurídico de meio ou instrumento do crime, um “braço estendido” do agente⁵²⁷, razão pela qual restará inalterada a responsabilidade penal do programador, tal como nos mais rudimentares objetos utilizados para a consecução de propósitos criminosos⁵²⁸.

Já o “fato próprio” do sistema do carro que gere um “comportamento” imprevisível diverso do evento típico querido e representado pelo programador, alterando a trajetória causal integrante do propósito ilícito deste, poderá acarretar duas consequências jurídicas distintas. Caso se produza resultado diverso ou mais grave do desejado pelo programador com sua ação, haverá erro na execução⁵²⁹ (*aberratio ictus*). Por outro lado, se nenhum evento desvalioso se consumar por factos estranhos à vontade do agente, surgirá a possibilidade da punição do crime em sua forma tentada⁵³⁰.

4.5.2. A negligência

⁵²⁵ GLESS; WEIGEND, *Agentes...*, ob. cit., p. 54.

⁵²⁶ Ibid.

⁵²⁷ SIMMLER, *Automation...*, ob. cit.

⁵²⁸ CAPPELLINI, *Reati...*, ob. cit., p. 6.

⁵²⁹ Sobre isso, entre nós, DIAS, *Direito...*, ob. cit., p. 421-422.

⁵³⁰ Cf. CAPPELLINI, *Machina...*, ob. cit., p. 505.

Mais frequentes do que os casos dolosos, certamente serão os resultados típicos negligentes causados por programadores de veículos autónomos. A lesão a bem jurídico é aqui indesejada: o carro com função de condução automatizada, por um defeito em sua programação que lhe faz transitar sem a observância das regras do tráfego rodoviário, acaba por violá-las e atropela um ciclista, ferindo-o fatalmente. A conduta penalmente relevante reside na ação de distribuir ao mercado produtos artificialmente inteligentes maculados por defeitos de fabrico, conceção ou informação⁵³¹. Enfrentar essa questão da negligência na responsabilidade penal dos programadores constitui uma das questões mais relevantes no contexto dos carros autónomos⁵³². A punibilidade pela introdução de produtos artificialmente inteligentes defeituosos no comércio coloca objeções relevantes quanto a responsabilização criminal por negligência⁵³³, mormente porque se trata de inovação tecnológica ainda com pouca ou nenhuma regulação normativa própria, cujas “ações” poderão ser imprevisíveis, o que desafia a tipicidade penal por violação a deveres de cuidado⁵³⁴. Diante disso, em resposta, há quem suscite a possibilidade de admitir-se a adaptação do regime jurídico do tipo de ilícito negligente para adequar-se às lesões a bens jurídicos promovidas pelos avanços tecnológicos⁵³⁵.

O art. 15.º, CP preconiza que “age com negligência quem, por não proceder com o cuidado a que, segundo as circunstâncias, está obrigado e de que é capaz”. O conteúdo do injusto pessoal do tipo de ilícito negligente reside na violação de um dever jurídico de cuidado que impende sobre o agente, desde que haja previsibilidade objetiva (*ex ante*) da realização do tipo legal de crime pelo descumprimento da regra de conduta exigível⁵³⁶. É essa transgressão do comportamento conforme o direito que constitui a “*qualidade da*

⁵³¹ Nesse último caso, o consumidor é insuficientemente informado das condições de funcionamento do carro e utiliza-o em desacordo com suas especificações, possibilitando a superveniência de erros e, consequentemente, danos a interesses juridicamente protegidos.

⁵³² HILGENDORF, *Automated...*, ob. cit., p. 181.

⁵³³ Cf. GLESS; WEIGEND, *Agentes...*, ob. cit., p. 54-55.

⁵³⁴ SOUSA, *Um direito...*, ob. cit., p. 27.

⁵³⁵ SIMMLER, *Automation...*, ob. cit.

⁵³⁶ DIAS, *Direito...*, ob. cit., p. 1011; HILGENDORF; VALERIUS, *Direito...*, ob. cit., p. 359. Há, sem embargo, vozes doutrinárias que optam pela substituição do elemento típico da quebra do dever de cuidado pelo da criação ou potenciação de um risco proibido como a categoria conformadora da tipicidade dos ilícitos negligentes (cf. ROXIN, *Derecho...*, t. I, ob. cit., p. 1000). Para uma exposição detalhada com a respetiva crítica a respeito, sustentando a violação do dever de cuidado como essência do tipo de ilícito negligente, com o que concordamos, entre nós, FIDALGO, Sónia. *Princípio da Confiança e Crimes Negligentes*. Coimbra: Edições Almedina S.A., 2019, p. 256-261.

conduta”⁵³⁷ que a transforma em negligência típica⁵³⁸. Em todo o caso, a violação do dever de cuidado, por si só, não basta para afirmar a tipicidade negligente. Ela deve ser conexcionada e compatibilizada com as regras gerais da imputação objetiva, mormente nos crimes de resultado a que referenciamos (homicídio por negligência, art. 137.º, CP, e ofensa à integridade física por negligência, art. 148.º, CP). A advertência de Roxin é válida: “pois o que é perigoso *in abstracto*, pode não o ser no caso concreto”⁵³⁹. Para além dos requisitos do nexu do fim de proteção da norma⁵⁴⁰ e do nexu de violação de dever⁵⁴¹, “a violação do dever de cuidado só pode ser imputada a quem, com ela, criou um risco não permitido que se concretizou no resultado típico”⁵⁴².

Nesse sentido, segundo a doutrina dominante do duplo escalão, “a determinação do dever de cuidado parece dever decorrer do cuidado **objetivamente** devido – ou, como também se diz, do *cuidado necessário no tráfico* – e, por isso, com apelo às capacidades da sua observância pelo ‘homem médio’”⁵⁴³⁻⁵⁴⁴. A negligência deve ser aferida concretamente, segundo o adágio do “*honus eiusdem professionis et condicionis*”, pelo que a mera atuação

⁵³⁷ FIDALGO, *Princípio...*, ob. cit., p. 259, itálico no original; HILGENDORF; VALERIUS, *Direito...*, ob. cit., p. 359.

⁵³⁸ *Ibid.*

⁵³⁹ ROXIN, *Derecho...*, t. I, ob. cit., p. 1002, itálico no original.

⁵⁴⁰ Segundo Hilgendorf e Valerius, “o resultado de um delito culposo [negligente] só pode ser vinculado de modo imputável a um comportamento violador do dever de cuidado quando a norma de comportamento inobservada servir exatamente à *proteção do bem jurídico violado ou posto em perigo*. Na ausência de um nexu entre o fim de proteção da norma de cuidado violada e o resultado ocorrido (chamado nexu de fim de proteção), a tipicidade do delito culposo não é satisfeita” (cf. HILGENDORF; VALERIUS, *Direito...*, ob. cit., p. 361, itálico no original).

⁵⁴¹ Novamente com Hilgendorf e Valerius, “um resultado típico é imputável ao autor apenas quando ele ocorre por conta do comportamento violador do dever de cuidado. Em relação a isso, deve-se verificar se fora exatamente aquele perigo juridicamente desaprovado, que o autor causou por meio de sua falta de cuidado, que provocara o resultado. Esse nexu de violação do dever, ou seja, o nexu entre a contrariedade ao dever e o resultado, é ausente quando este, com uma probabilidade próxima da certeza, viesse a ocorrer mesmo que o comportamento conforme ao direito e juridicamente autorizado (*comportamento alternativo conforme ao direito*) tivesse sido praticado” (*ibid.*, p. 362, itálico no original).

⁵⁴² DIAS, *Direito...*, ob. cit., p. 1021.

⁵⁴³ DIAS, *Direito...*, ob. cit., p. 1015, negrito e itálico no original.

⁵⁴⁴ À primeira vista, uma tal assertiva, assim descontextualizada, poderia conduzir à percepção de que se defende um critério puramente generalizador dentre a querela com o critério individualizador sobre a concretização do cuidado devido, discussão ainda em disputa na doutrina jurídico-penal. Os pormenores de ambas as concepções fogem ao espoco desta investigação, porém cabe ressaltar que estamos com aqueles que corrigem o parâmetro de cuidado devido com a consideração das habilidades superiores à média já a nível da tipicidade, ao passo que as capacidades inferiores apenas têm relevo a nível da culpa (DIAS, *Direito...*, ob. cit., p. 1017-1018; ROXIN, *Derecho...*, t. I, ob. cit., p. 1013 e ss.). Então, por exemplo, se um programador magistral deixa de aplicar seus conhecimentos especiais ao escrever o código do sistema de um veículo autónomo, mantendo o cuidado devido apenas pelo “programador médio prudente” (cf. JANUÁRIO, *Veículos...*, ob. cit., p. 121) e isto acarreta a inidoneidade do sistema, o que lhe era previsível, a tipicidade negligente poderá configurar-se caso a defeituosidade do algoritmo se materialize num resultado típico. Sobre essa disputa argumentativa doutrinal, veja-se, entre nós: FIDALGO, *Princípio...*, ob. cit., p. 262-270, com amplas referências doutrinárias, portuguesas e estrangeiras, sobre cada uma das correntes.

contrária ao dever de cuidado juridicamente exigível que não se destina a evitar resultados típicos específicos (ou acautelar certos riscos) é insuficiente para fundamentá-la. No âmbito da responsabilidade penal pelo produto artificialmente inteligente, a negligência estabelecer-se-á com o desrespeito ao cuidado devido que deveria ter sido observado pelo programador para a evitação de determinado tipo de defeito que cause lesões a bens jurídicos⁵⁴⁵.

Como a concretização do cuidado devido é sempre singular, não bastando a mera inobservância de regras gerais de cautela com as quais todos estão obrigados no relacionamento comunitário⁵⁴⁶, deve-se verificar as fontes das quais dimanam os específicos deveres de cuidado que irão balizar o tipo de ilícito negligente na atividade de programação de veículos autónomos, pois é isso o que representará a medida do risco permitido ou proibido. A natureza autónoma dos sistemas de IA subjacentes a esses carros, como também o contexto fáctico em que essa tecnologia é empregue (tráfego rodoviário), impõem aos programadores deveres de cuidados acrescidos para a evitação de lesões a bens jurídicos com vistas à redução desse risco⁵⁴⁷.

Com efeito, as fontes normativas de concretização dos deveres de cuidado dimanam das (i) normas jurídicas de comportamento, gerais ou abstratas, contidas em leis ou regulamentos emanados da autoridade competente, sejam de natureza penal ou não⁵⁴⁸; (ii) das normas não jurídicas escritas, vigentes em determinados domínios de tarefas económicas e do tráfego, “fixadas ou aceites por certos âmbitos de atividades e destinadas a conformá-las dentro de padrões de qualidade e, nomeadamente, a evitar a concretização de perigos para bens jurídicos que de tais atividades podem resultar”, como é o caso das *legis artis*; (iii) e, nos casos em que ausentes disposições escritas, jurídicas ou não, apela-se aos costumes profissionais do profissional prudente (para nós, o “programador médio prudente”⁵⁴⁹ e, na falta deste, à figura-padrão (*Maßfigur*) correspondente ao caso⁵⁵⁰.

⁵⁴⁵ Cf. GIUCA, *AI...*, ob. cit., p. 51.

⁵⁴⁶ FIDALGO, *Princípios...*, ob. cit., p. 270.

⁵⁴⁷ Assim também em GLESS; SILVERMAN; WEIGEND, *If...*, ob. cit., p. 427; SOUSA, *Um direito...*, ob. cit., p. 27; SIMMLER, *Automation...*, ob. cit.

⁵⁴⁸ Quanto à fabricação e distribuição de produtos, a jurisprudência, sobretudo o BGH no caso *Lederspray*, decidiu favoravelmente ao aproveitamento dos deveres de cuidado que fundamentam a responsabilidade jurídico-civil pelo produto pela responsabilização jurídico-penal (ROXIN, *Derecho...* t. I, ob. cit., p. 1002). Tais deveres impõem que produtos só podem ser comercializados após serem submetidos a inúmeros testes, bem como se estiverem de acordo, em termos de segurança, ao estado atual tecnocientífico (GLESS; WEIGEND, *Agentes...*, ob. cit., p. 56).

⁵⁴⁹ JANUÁRIO, *Veículos...*, ob. cit., p. 121.

⁵⁵⁰ Essa exposição seguiu DIAS, *Direito...*, ob. cit., p. 1020 e ss.; FIDALGO, *Princípio...*, ob. cit., p. 270 e ss.

No domínio dos sistemas de IA autónomo, ainda são poucos os requisitos que estabelecem o cuidado devido. Os avanços tecnológicos são constantes e tais normas surgem pouco a pouco, desenvolvendo-se de forma dinâmica e alinhada às expectativas sociais⁵⁵¹. Por essa razão, é até difícil tracejar os limites entre a conduta típica negligente e aquilo que é socialmente permissível (risco permitido) e não deve ser reprovado⁵⁵². De qualquer forma, as primeiras cristalizações de normas jurídicas relativas a deveres de cuidado incidentes sobre a atividade de programação de sistemas de IA, como os instalados em veículos autónomos, estão na Proposta de Regulamento Inteligência Artificial (sobretudo nas regras que regulam a produção de sistemas de IA de alto risco destinadas aos fabricantes, previstas nos Capítulos II e III do Título I, as quais podem servir, no momento, de guião, muito embora não estejam em vigor)⁵⁵³, Regulamento UE 2019/2144, alusivo à homologação de automóveis com funções de condução automatizada (mormente nas obrigações gerais e requisitos técnicos destinadas aos fabricantes disciplinadas no Capítulo II) e Regulamento de Execução 2022/1426, que estabelece diretrizes para a homologação.

Devido à rapidez dos avanços tecnológicos, a sua dinâmica de evolução certamente chocar-se-á com a característica estática das normas jurídicas. É esperado que as técnicas de programação de sistemas de condução automatizada desenvolvam-se rapidamente, o que exigirá a renovação constante das normas que estabelecem o cuidado devido. Por essa razão, o dever objetivo de cuidado será fixado, em regra, por normas não jurídicas escritas⁵⁵⁴, sobretudo os *standards* publicados por organizações de padronização⁵⁵⁵, como, por exemplo, a ISO (*International Organization for Standardization*) e a SAE (*Society of Automotive Engineers*)⁵⁵⁶.

Entretanto, a padronização de regras de diligência relativa à produção da IA é desafiada pelo desconhecimento de muitos riscos (em sua natureza e/ou intensidade) que seriam passíveis de acautelamento. Por isso, nos casos de inexistência de regras jurídicas ou

⁵⁵¹ SIMMLER, *Automation...*, ob. cit.

⁵⁵² BECK, *Google...*, ob. cit., p. 243.

⁵⁵³ GIUCA, *AI...*, ob. cit., p. 50.

⁵⁵⁴ Esse também é o caso de ramos como o da medicina, por exemplo (cf. FIDALGO, *Princípio...*, ob. cit., p. 272).

⁵⁵⁵ Em sentido próximo: BECK, Susanne. "Robotics and Criminal Law. Negligence, Diffusion of Liability and Electronic Personhood". In: HILGENDORF, Eric; FELDLE, Jochen (eds.). *Digitization and the Law*. Baden-Baden: Nomos, 2018, p. 47.

⁵⁵⁶ Com múltiplas referências a *standards* relacionados à IA: EBERS, *Standardizing...*, ob. cit., 326 e ss. Uma compilação dos *standards* aplicáveis aos veículos autónomos pode ser encontrada em: <<https://www.connectedautomateddriving.eu/standards/standards-collection/>>. Acesso em 8 jul. 2023.

não relativas à produção dos sistemas de condução automatizada, a figura-padrão deverá ser aplicada⁵⁵⁷, de modo que o dever de cuidado objetivamente exigível será aquele que seria adotado pelo “programador médio prudente”.

A violação, pelo programador, desses deveres de cuidado (jurídicos ou não) que lhe impendem ao longo do processo de desenvolvimento dos algoritmos de sistemas de IA poderá ensejar defeitos de concepção (se houver falha no projeto do *software* que afete a série inteira de um modelo de carro autónomo), de fabrico (por haver alguns itens da série do veículo automatizado cujos algoritmos operam distintamente do quanto especificado pelo programador) e até mesmo de informação (caso não forneça informações adequadas ao consumidor sobre as condições de uso do veículo autónomo, como dispõe a obrigação geral do art. 13.º, n.ºs 2 e 3, da Proposta de Regulamento Inteligência Artificial⁵⁵⁸, e a específica do anexo II, n.º 10, Regulamento de Execução 2022/1426). Nessas hipóteses, se a quebra do cuidado exigível ao programador materializar-se num resultado típico, havendo nexo de causalidade entre a ação descuidada de comercializar carros autónomos defeituosos e a lesão a bem jurídico, poderá afirmar-se a responsabilidade penal negligente, se a regra violada se destinava justamente evitar danos tais danos⁵⁵⁹.

Há exemplo concreto do quanto retratado. O famoso incidente mortal intermediado pelo veículo autónomo da Uber⁵⁶⁰ decorreu, diretamente, da incapacidade do *software* do carro de identificar o peão que atravessava a rua fora da passadeira, acabando por atropelá-lo⁵⁶¹. Esse resultado típico pode ser imputado ao programador por negligência decorrente de defeito de concepção ou fabrico, muito embora apenas tenha sido deduzida acusação contra a então condutora (*designated driver*, que estava dentro do carro para monitorizar seu

⁵⁵⁷ BECK, *Robotics...*, ob. cit., p. 47.

⁵⁵⁸ GIUCA, *AI...*, ob. cit., p. 58.

⁵⁵⁹ Em sentido próximo: JANUÁRIO, *Veículos...*, ob. cit., p. 121.

⁵⁶⁰ *Self-Driving Uber Car Kills Pedestrian in Arizona, Where Robots Roam*. Disponível em <<https://www.nytimes.com/2018/03/19/technology/uber-driverless-fatality.html>>. Acesso em 3 abr. 2023.

⁵⁶¹ GIANNINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 24-25. Com efeito, o do *National Transportation Safety Board* (NTSB) dos Estados Unidos da América, entidade responsável por investigar incidentes havidos no setor de transportes, consignou em seu relatório sobre o “caso Uber” que: “*The system never classified her as a pedestrian — or correctly predicted her path — because she was crossing N. Mill Avenue at a location without a crosswalk, and the system design did not include consideration for jaywalking pedestrians*” (cf. *Collision Between Vehicle Controlled by Developmental Automated Driving System and Pedestrian, Tempe, Arizona, March 18, 2018*. Highway Accident Report NTSB/HAR-19/03. Washington, DC, 2019. Disponível em <<https://www.nts.gov/investigations/accidentreports/reports/har1903.pdf>>. Acesso 14 jul. 2023).

desempenho) pelas autoridades de persecução penal estadunidenses⁵⁶². Já o defeito de informação, noutro turno, implementar-se-á quando o programador, por exemplo, disponibilize manuais de utilização (anexo II, n.º 10, Regulamento de Execução 2022/1426) precários ao consumidor. Essa infringência ao cuidado devido poderá fazer com que o utilizador, insciente das adequadas condições de funcionamento do veículo autónomo, ative o sistema para desempenhar a tarefa de condução em circunstâncias não previstas para o seu uso, de modo que acidentes relacionados a falhas do algoritmo nesse contexto serão também atribuíveis ao programador.

Sabe-se, ainda, que a tarefa de programação do algoritmo envolve uma série de indivíduos, normalmente no contexto do trabalho em equipa, com repartição de tarefas, em que assume especial relevo o princípio da confiança⁵⁶³. O princípio da confiança concretiza o dever objetivo de cuidado para cada um dos intervenientes da realização de um tipo de ilícito negligente que atuam numa comunidade de perigos⁵⁶⁴. O postulado essencial desse princípio reside no facto de que quem atua segundo as regras de diligência que lhe impendem poderá confiar que aqueles com quem co-atua também terão comportamento adequado às normas jurídicas de cuidado (legais, profissionais ou de experiência)⁵⁶⁵. Assim, a violação do cuidado devido por um membro da equipa de programadores não é imputável aos demais, salvo se houver fundada suspeita de atuação descuidada ou de erros notórios⁵⁶⁶.

Entretanto, a questão da atribuição de tipos de ilícito negligentes ao programador não se esgotará com a mera afirmação da violação de normas que concretizam o cuidado devido nessa atividade produtiva. Como já enfatizado, para além desse elemento, o dever de cuidado objetivamente exigível é composto também pela previsibilidade objetiva do acontecimento típico. O autor só pode ser penalmente reprovado por negligência se o resultado e o curso causal a este correspondente são previsíveis desde a sua perspetiva, e será objetivamente previsível “aquilo que um homem do círculo de relações do autor, que atue de modo cuidadoso, levaria em conta diante das mesmas circunstâncias tendo em vista as experiências gerais da vida”⁵⁶⁷. Muito embora essa categoria influencie na própria

⁵⁶² SOUSA, *Responsabilidade...*, ob. cit., p. 5; *Why wasn't Uber charged in a fatal self-driving car crash?*. Disponível em <<https://wired.me/science/transportation/why-wasnt-uber-charged-in-a-fatal-self-driving-car-crash/>>. Acesso 4 abr. 2023.

⁵⁶³ BECK, *Google...*, ob. cit., p. 241.

⁵⁶⁴ Cf. por todos, FIDALGO, *Princípio...*, ob. cit., p. 332-333.

⁵⁶⁵ DIAS, *Direito...*, ob. cit., p. 1029.

⁵⁶⁶ *Ibid.*, p. 1030.

⁵⁶⁷ HILGENDORF; VALERIUS, *Direito...*, ob. cit., p. 361

constatação da quebra (ou não) do dever de cuidado, sendo incindível deste, o aspeto da previsibilidade objetiva normalmente é visto como “*ponto de verificação autónomo*”⁵⁶⁸.

Os produtos artificialmente inteligentes, no entanto, recolhem dados de seu entorno e reagem autonomamente a essas informações, sem que haja qualquer influência do programador. O sistema poderá decidir-se diversamente daquilo que foi planeado na fase de programação, pois as técnicas de *machine learning* farão com que a IA opte por modelos decisórios inéditos, não reconduzíveis às informações introduzidas ao algoritmo durante o seu desenvolvimento, muito menos às aprendidas durante os treinos para o aperfeiçoamento do algoritmo de autoaprendizagem⁵⁶⁹. Essas questões são ainda exacerbadas pela interconexão dos sistemas de IA à *Internet of Things*, que enseja o fenómeno da *distributed intelligence*⁵⁷⁰. Logo, poderão as máquinas “comportarem-se” de modo a produzir determinado resultado por meio de um concreto funcionamento que não era *ex ante* previsível ao programador⁵⁷¹; há, assim, uma certa imprevisibilidade inerente ao “atuar” dos produtos artificialmente inteligentes⁵⁷².

Nesse ponto, os conceitos de “cuidado artificial” e “negligência artificial” introduzidos por Giuca revelam-se bastante úteis para a concretização do cuidado devido pelos programadores⁵⁷³.

Com efeito, os produtos artificialmente inteligentes, sobretudo aqueles que atuam nos ambientes físicos e não só digitais, funcionam de acordo com determinado “comportamento”, consistente no *output* (resposta) havido em relação a um particular *input* (dados). Esse “comportamento” é guiado pelas “informações” fornecidas ao sistema de IA durante as etapas de desenvolvimento e treinamento do algoritmo. Essas “informações” poderão coincidir com normas sociais de orientação de conduta humana que limitem o “comportamento” do produto, para que este “atue” de acordo com elas. Essas normas podem ser inseridas no sistema de IA pelo programador (abordagem *top-down*) ou inferidas do ambiente diretamente pela máquina por meio de técnicas de *machine learning* (abordagem *bottom-up*)⁵⁷⁴. Nesse sentido, tais produtos são definidos como “*Normative Multi-Agent*

⁵⁶⁸ Ibid.

⁵⁶⁹ CAPPELLINI, *Reati...*, ob. cit., p. 7.

⁵⁷⁰ Cf. CAPPELLINI, *Machina...*, ob. cit., p. 507.

⁵⁷¹ SOUSA, *Não...*, ob. cit., p. 69.

⁵⁷² GLESS; WEIGEND, *Agentes...*, ob. cit., p. 55.

⁵⁷³ GIUCA, *AI...*, ob. cit., p. 51-57.

⁵⁷⁴ GIUCA, *AI...*, ob. cit., p. 51-52.

Systems” (NMA⁵⁷⁵), nos quais normas (obrigações, permissões e proibições) são usadas para controlar e coordenar o “comportamento” do sistema autônomo sem que se restrinja em demasiado a autonomia ínsita a tais sistemas, modelo que será útil sobretudo em áreas nas quais estes auxiliam os seres humanos no desempenho de certa tarefa⁵⁷⁶. Dessa forma, em relação aos produtos que “tomam decisões” para “atuar” em ambientes reais ou digitais, como o fazem os veículos autônomos, eles serão considerados livre de defeitos se “agirem com diligência”, isto é, em respeito ao sistema normativo nele inserido⁵⁷⁷.

Aplicando diretamente essa construção ao contexto da condução automatizada, como a tarefa de condução é delegada ao sistema de IA, estes deverão orientar-se pelas normas jurídicas ou extrajurídicas que estabeleçam o cuidado devido no tráfego rodoviário. Nesse caso, não é o humano que deve respeito às regras de trânsito; na verdade, é o próprio carro, ou melhor, o algoritmo, que deverá conhecê-las para comportar-se conforme o direito, evitando uma condução arriscada⁵⁷⁸. Logo, as regras legais de cuidado previstas no CE, como todas as demais normas ordinárias de diligência na condução, deverão ser transpostas ao código algorítmico dos veículos para que operem em consonância ao cuidado devido no tráfego rodoviário⁵⁷⁹. Essa obrigação, inclusive, já consta no StVG, o qual dispõe que os veículos automotores com condução alta ou totalmente automatizada devem “cumprir as regras de trânsito relativas à condução de veículos enquanto controlado pelo sistema alta ou totalmente automatizado” (Nr. 2 do §1a Abs. 2).

Vejamos um exemplo concreto⁵⁸⁰: o algoritmo aprende a reconhecer a sinalização rodoviária por meio dos dados alimentados ao sistema e as instruções dadas pelo programador. Entretanto, isso não se mostrará suficiente para que o algoritmo desempenhe a tarefa de “condução” segundo as regras de cuidado rodoviárias. Por isso, são transpostos ao algoritmo os próprios comandos jurídicos relacionados ao cuidado devido no tráfego, para que a IA possa estabelecer uma correlação entre a sinalização rodoviária por ela

⁵⁷⁵ Ibid., p. 51.

⁵⁷⁶ DASTANI, Medhi [et al.]. “Normative Multi-Agent Systems”. *Dagstuhl Reports*, v. 8., n. 4, p. 72.

⁵⁷⁷ GIUCA, *AI...*, ob. cit., p. 52.

⁵⁷⁸ UNGERN-STERNBERG, Antje von. “Autonomous Driving: Regulatory Challenges Raised by Artificial Decision-Making and Tragic Choices”. In: BARFIELD, Woordow; PAGALLO, Ugo (eds.). *Research handbook on the law of artificial intelligence*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2018, p. 252.

⁵⁷⁹ HILGENDORF, Eric. “Introduction: Digitization and the Law – a European Perspective”. In: HILGENDORF, Eric; FELDLER, Jochen (eds.). *Digitization and the Law*. Baden-Baden: Nomos, 2018, p. 13.

⁵⁸⁰ Cf. GIUCA, *AI...*, ob. cit., p. 53.

identificada (*input*) e a correspondente “ação” que deve ser tomada a partir dessa norma (*output*)⁵⁸¹.

Diante disso, nota-se a existência de um “cuidado artificial” relativo à “atuação” dos veículos autónomos, resultante do conhecimento adquirido pelo sistema durante sua programação ou durante o seu treinamento, até mesmo o próprio uso. Para a concretização do dever de cuidado que impende sobre a máquina, o parâmetro será o do “algoritmo médio”, em substituição ao do “homem médio”. O adágio do *homo eiusdem professionis et condicionis* transforma-se em *machina eiusdem fabricationis et condicionis*⁵⁸².

O “cuidado artificial” será identificado com o reconhecimento, pelo sistema de IA, de determinada situação fáctica por meio da correta interpretação dos dados de *input* (“comportamento” interno) com a consequente produção de um *output* conformado pelo conteúdo da norma que estabelece o cuidado devido (“comportamento” externo). Diversamente, será “artificialmente negligente” o “comportamento” do sistema que falha na interpretação dos dados de *input*, não “representa” sem erros a concreta circunstância fáctica e acaba por produzir um *output* distinto daquele que se daria mediante a observância da norma de cuidado, violando-a⁵⁸³. Assim, a constatação da “negligência artificial” ensejará a responsabilidade criminal do programador por comercialização de sistemas condução automatizada, caso o erro da IA contribuir adequadamente para a produção de um risco proibido que se materialize na lesão a interesses juridicamente protegidos⁵⁸⁴.

A construção de Marta Giuca permite a distinção entre hipóteses de violação do dever objetivo de cuidado, as quais terão consequências distintas para a afirmação ou negação do juízo de responsabilidade negligente do programador.

A primeira delas diz respeito a defeitos de conceção ou fabricação atribuíveis ao programador. Com efeito, o art. 10 da Proposta de Regulamento Inteligência Artificial, inclusive, estabelece o dever de cuidado relativo aos parâmetros de qualidade dos *datasets* utilizados para a validação dos sistemas de IA, em termos de exaustividade, representatividade e isenção a erros, a fim de garantir o desempenho seguro das tarefas delegadas ao sistema⁵⁸⁵. A atuação descuidada do programador, em desrespeito a esse postulado de diligencia, poderá corresponder aos casos de *overfitting* (quando o algoritmo

⁵⁸¹ Ibid., p. 54.

⁵⁸² GIUCA, *AI...*, ob. cit., p. 52.

⁵⁸³ Ibid.

⁵⁸⁴ Ibid.

⁵⁸⁵ MINELLI, *La responsabilità...*, ob. cit., p. 55, nota 38.

aprende somente os dados de entrada fornecidos durante a fase de treinamento e não consegue promover modelos de generalização satisfatórios para processar outros dados inéditos, o que dá causa a erros⁵⁸⁶) e *underfitting* (o algoritmo apresenta imprecisões de funcionamento já no treino, pois é incapaz de reconhecer os dados que lhe são alimentados, falhas que continuarão a aparecer mesmo com *inputs* diferentes)⁵⁸⁷. Assim, como a capacidade de representação do cuidado devido é dependente da programação do sistema de IA e também das configurações escolhidas nessa etapa, o que inclui o conjunto de normas codificadas pelo programador na abordagem *top-down* do NMAS e as “informações” aprendidas pela máquina durante seu treinamento (abordagem *bottom-up* do NMAS), os defeitos havidos nessa fase são passíveis de imputação ao programador⁵⁸⁸. Ou seja, os acontecimentos típicos e seus respectivos cursos causais que, num juízo de prognose póstuma (*ex ante*), são previsíveis ao programador, devem por ele ser endereçados mediante o correto desenvolvimento (codificação e treinamento) do sistema de condução automatizada, pois, do contrário, possibilitará a sua responsabilização criminal por negligência. Já não se poderá dizer o mesmo se o sistema de IA recolhe equivocadamente informações de seu entorno por mau funcionamento de sensores ou outros itens de *hardware*; nesses casos, o resultado poderá ser imputado ao fabricante dessas peças ou ao condutor, caso decorra de manutenção deficiente do veículo⁵⁸⁹.

Existirão, porém, vezes em que o sistema adquire o “conhecimento” da situação concreta (*input*) de forma incompleta, não por um erro, mas por particularidades do caso que o tornem único e inesperado do ponto de vista fáctico. Caracteriza-se, assim, um risco excêntrico (*eccentric risk*). Por exemplo, seria a hipótese do cruzamento repentino de um peão à noite que não pode ser captado pelos sensores e, conseqüentemente, devidamente processado pelo sistema de condução automatizada, que dele não poderá desviar, atropelando-o. Também se enquadram nessas circunstâncias os dados inéditos adequadamente percebidos pelo sistema, mas para os quais ele não é capaz de implementar um *output*, pois as características do risco excêntrico fizeram-no imprevisível ao programador, que não codificou ou treinou o algoritmo para reconhecer e reagir a tais situações inesperadas⁵⁹⁰.

⁵⁸⁶ MINELLI, *La responsabilità...*, ob. cit., p. 55.

⁵⁸⁷ *Ibid.*, p. 54, nota 52.

⁵⁸⁸ *Ibid.*, p. 54-55.

⁵⁸⁹ *Ibid.*, p. 55.

⁵⁹⁰ *Ibid.*

Não seria, entretanto, juridicamente razoável e proporcional exigir do programador que escrevesse um código capaz de endereçar toda e qualquer situação de perigo a bem jurídico⁵⁹¹, ou que treinasse a máquina para reagir à inteireza desses sucessos excêntricos que podem surgir ao longo da operação do sistema de IA⁵⁹². O Regulamento de Execução 2022/1426 parece confirmar que a resposta jurídica eleita pela UE para o cuidado devido no contexto dos veículos autônomos adequa-se a essa proposição sobre riscos excêntricos. O n. 2.1 do anexo II do Regulamento estabelece que o sistema de condução automatizada (ADS) deverá ser capaz de desempenhar a tarefa de condução dinâmica (DDT) “*em todos os cenários críticos razoavelmente previsíveis*”. Essa norma jurídica expressamente exclui o dever de cuidado objetivamente exigível dos programadores para os cenários de tráfego rodoviário que não são razoavelmente previsíveis *ex ante*⁵⁹³.

A imprevisibilidade do *output* não se limitará às hipóteses de riscos excêntricos. Dissemos anteriormente que a imprevisibilidade dos sistemas de IA também decorre das técnicas de *machine learning*, que fazem com que o algoritmo seja capaz de aprender com os dados por ele recolhidos em sua utilização. A partir desse autoaprendizado, o produto artificialmente inteligente poderá apresentar “comportamento emergente”, mais sofisticado e distinto do demonstrado durante as fases de desenvolvimento e treinamento⁵⁹⁴. Essa técnica é essencial no contexto de aplicação dos veículos autônomos, pois poderá atenuar os riscos excêntricos, justamente por permitir ao sistema aprender com as experiências passadas e reagir a um sem número de cenários do tráfego rodoviário imprevisíveis *ex ante* ao programador⁵⁹⁵. As “reações” advindas da técnica de *machine learning*, contudo, poderão ter implicações penais, mas que igualmente serão imprevisíveis *ex ante* ao programador⁵⁹⁶.

As situações de risco excêntrico e autoaprendizagem de máquina são identificadas como “negligência artificial temperada” ou “cuidado inatingível”⁵⁹⁷. Se poderá se afirmar a responsabilidade penal do programador quando houver negligência artificial aferível no “comportamento” interno ou externo do sistema, o mesmo não se dirá em relação ao risco excêntrico e à autoaprendizagem. São hipóteses de caso fortuito, nas quais o estado atual da

⁵⁹¹ No mesmo sentido: ASARO, *A Body...*, ob. cit., p. 174.

⁵⁹² *Ibid.*

⁵⁹³ *Ibid.*

⁵⁹⁴ *Ibid.*, p. 56.

⁵⁹⁵ Em sentido próximo: CAPPELLINI, *Profili...*, ob. cit., p. 339.

⁵⁹⁶ *Ibid.*

⁵⁹⁷ Os termos são de GIUCA, *AI...*, ob. cit., p. 89.

ciência não consegue denunciar (tampouco evitar) a possibilidade de danos a bens jurídicos⁵⁹⁸. Por isso, diante dessa imprevisibilidade intrínseca, o programador resta obstado de desenvolver e treinar os algoritmos para reagir a tais situações conforme o direito, segundo o dever de cuidado juridicamente exigível. Essa constelação de casos fortuitos (riscos excêntricos e autoaprendizagem) atrela-se à criação de cursos causais atípicos, distintos do iniciado pela ação do programador, que se desenvolvem de formas incomuns e inesperadas⁵⁹⁹, não passíveis de evitação ou mitigação ainda que todas as regras jurídicas sobre o cuidado devido sejam observadas. Eles originam, pois, um risco qualitativamente diverso que se concretiza no resultado⁶⁰⁰. Por isso, sustenta-se a limitação da responsabilidade negligente do programador, uma vez que, segundo o juízo de prognose póstuma (*ex ante*), eventuais acontecimentos típicos decorrentes dessas situações seriam imprevisíveis⁶⁰¹.

Há, também, a questão relativa ao campo limitado de conhecimento do algoritmo (“*limited algorithmic cognition*”), que não dispõe da capacidade crítica dos seres humanos e, não raro, deixará de representar, efetivamente, a real extensão do cuidado devido, sobretudo nas hipóteses em que este é extraído de normas sociais de caráter geral, relativas às regras comuns da experiência. No contexto do tráfego rodoviário, será o caso, por exemplo, da regra inserta no art. 11.º, n. 2, CE, segundo a qual “os condutores devem, durante a condução, abster-se da prática de quaisquer atos que sejam suscetíveis de prejudicar o exercício da condução com segurança”, inserta no art. 11.º, n. 2, CE. Dessa norma jurídica de diligência, é possível, exemplificativamente, derivar o encargo de que, mesmo com sinais a autorizar a passagem de seu veículo, o condutor deve certificar-se de que outros carros ou peões não estão a cruzar a rua. O sistema, contudo, não processará esse dado de entrada (*input*) adequadamente, como um humano o faria, pelo que sua resposta à situação concreta, em que outra viatura ou uma pessoa cruze inadvertidamente a rua, poderá traduzir-se numa colisão ou atropelamento, não por violação ao “cuidado artificial”, mas por contingência tecnológica. Outro exemplo pode ser extraído da já reconhecida incapacidade dos algoritmos interpretarem corretamente sinais de trânsito nos quais tenham sido postos autocolantes. Nesses casos, pesquisadores demonstraram que o sistema de condução

⁵⁹⁸ QUINTERO OLIVARES, Gonzalo. “La robótica ante el Derecho penal: el vacío de respuesta jurídica a las desviaciones incontroladas”. *REEPS*, nº 1, 2017, p. 16.

⁵⁹⁹ Acerca da figura dos cursos causais atípicos: HILGENDORF; VALERIUS, *Direito...*, ob. cit., p. 103-104.

⁶⁰⁰ PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 10; MINELLI, *La responsabilità*, p. 56.

⁶⁰¹ GIUCA, *AI...*, ob. cit., p. 56.

automatizada poderá “ler” um sinal de pare como a indicação de que a velocidade máxima permitida na via é de 45 km/h. Isso, mais uma vez, não por erro do programador relativo a defeitos de conceção ou fabrico do sistema de condução automatizada, mas porque as máquinas não são capazes de reagir a riscos excêntricos, situados para além da própria cognição e capacidade de previsibilidade dos programadores⁶⁰².

Todas essas situações (risco excêntrico, autoaprendizagem e conhecimento algorítmico limitado) serão, portanto, enquadradas na figura jurídica do risco permitido como risco geral da comercialização de produtos artificialmente inteligentes, em virtude da progressiva aceitação desses danos residuais a interesses juridicamente protegidos em prol dos benefícios sociais oferecidos pela utilização da IA⁶⁰³.

Não se poderia argumentar, aliás, que o mero facto de os programadores de veículos autónomos “devem contar com ‘tudo’, ou seja: que toda forma de dano é, em princípio, previsível”⁶⁰⁴, já que a “atuação” distinta das opções pré-programadas é inerente ao funcionamento desses sistemas. Se aceitássemos esse argumento, pouca ou nenhuma valia normativa restaria à componente da previsibilidade objetiva do dever de cuidado devido e não teríamos mais quaisquer obstáculos à imputação de quaisquer lesões a bens jurídicos intermediadas por carros conduzidos autonomamente aos seus programadores, independente do preenchimento dos requisitos das categorias jurídico-penais do tipo de ilícito negligente, o que não poderia ser admitido⁶⁰⁵. Inclusive,

Em suma, a exata configuração do tipo de ilícito negligente constituirá barreira intransponível à atribuição ao programador de responsabilidade objetiva (pelo resultado) a partir de uma presunção de culpa, deliberada ou negligente, mas que, de qualquer forma, é vedada pelo princípio da culpa. Não basta que ocorram danos a interesses juridicamente protegidos enquanto o sistema de condução automatizada estiver ativo para a afirmação do juízo de imputação criminal ao programador. Os *outputs* imprevisíveis e autónomos do sistema de IA não podem ser juridicamente enquadrados na zona proibida dos ilícitos-típicos negligentes potencialmente atribuíveis ao programador, por não preencherem os pressupostos desse tipo de injusto. São as hipóteses de casos fortuitos⁶⁰⁶ por desvios incontrolados do veículo autónomo originados a partir de fatores externos e inesperados, que

⁶⁰² Cf., no essencial, GIUCA, *AI...*, ob. cit., p. 59-60.

⁶⁰³ PANATONNI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 22; GIUCA, *AI...*, ob. cit., p. 57.

⁶⁰⁴ GLESS; WEIGEND, *Agentes...*, ob. cit., p. 55.

⁶⁰⁵ *Ibid.*, p. 56.

⁶⁰⁶ Cf. QUINTERO OLIVARES, *La robótica...*, ob. cit., p. 16.

levam o algoritmo a “decidir” por uma “ação” que acarrete eventos danosos aos indivíduos. Inclusive, o art. L123-2, *C. Route*, que disciplina a responsabilidade criminal do produtor de carros autônomos, expressamente reclama o acertamento do tipo de culpa da *faute*, relacionada à violação de deveres de diligência ou prudência contidos numa regra de conduta, cuja fonte pode ser uma máxima de experiência (*faute d'imprudence e de négligence*) e não apenas em leis ou regulamentos (*manquement à une obligation de prudence ou de sécurité prévue par la loi ou règlement*)⁶⁰⁷. A redação da norma que positiva a responsabilidade do condutor do veículo com condução automatizada não contém previsão idêntica⁶⁰⁸ (art. L123-1, *C. Route*). A intenção normativa da distinção parece ter sido evitar a introdução de uma espécie de responsabilidade objetiva do produtor, traduzida na atribuição de resultados típicos a essa figura apenas por ela ocupar determinada posição empresarial. A imposição da necessidade de comportamento contrário do produtor a regras de diligência trava “qualquer risco de automatismo, que decorreria do estabelecimento da criação do sistema de condução autônoma e a responsabilidade do produtor, presumindo-se assim a culpa deste último”⁶⁰⁹. Assim, no sistema normativo francês, já está claro que o produtor sempre responderá por “fato próprio”, nunca por “fato de outrem” – isto é, do condutor ou da máquina -, a fazer subsistir a lógica do art. 121-1 *C. Pén* (“*nul n'est responsable pénalement que de son propre fait*”)⁶¹⁰.

Nada obstante, deverá também provar-se que o sistema de condução automatizada estava em funcionamento no momento do dano intermediado pelo veículo autônomo decorrente de negligência imputável ao programador. Para tanto, é imprescindível “que se instale um registo de dados nos veículos automatizados, que permita identificar o responsável pela condução (o sistema autônomo do veículo ou o condutor) em caso de acidente”⁶¹¹. Nesse sentido, o Regulamento EU 2019/2144, relativo à homologação dessa espécie de veículos, prevê a obrigatoriedade de instalação de aparelho de registo de eventos em carros autônomos (art. 6.º, n.º 4, *a*). Tais itens armazenarão dados “relativos ao período pouco antes, durante e imediatamente após uma colisão”, os quais incluem “a velocidade do

⁶⁰⁷ GIUCA, *Disciplinare...*, ob. cit., p. 8.

⁶⁰⁸ O que não quer dizer que se exime a comprovação da culpa na responsabilização do condutor, pois a regra jurídico-penal ordinária da *faute* prevista no *C. Pén*. aplica-se subsidiariamente ao *C. Route*, razão pela qual não se excepciona esta norma, que tem validade geral (cf. *ibid.*, p. 32).

⁶⁰⁹ *Ibid.*

⁶¹⁰ *Ibid.*, p. 32-33.

⁶¹¹ *Rumo...*, ob. cit., p. 12.

veículo, a travagem, a posição e a inclinação do veículo na estrada, o estado e a taxa de ativação de todos os seus sistemas de segurança, o sistema eCall a bordo com base no número 112, a ativação dos travões e os parâmetros de entrada relevantes dos sistemas de segurança ativa e de prevenção de acidentes a bordo”. Os dados recolhidos desse aparelho de registos, devidamente apreendidos e submetidos à perícia digital, poderão servir como prova do nexo de causalidade. Inclusive, a reforma do *C. Route* trouxe previsão expressa nesse sentido. O seu art. R311-1-1, n.º 7 disciplina que os veículos autónomos devem ser equipados com o dispositivo de registo de dados sobre o estado da delegação da condução (*dispositif d'enregistrement des données d'état de délégation de conduite*), os quais poderão ser acessados pela Polícia Judiciária em casos de acidentes com ofensas à integridade física, por exemplo (art. L123-3, *C. Route*).

4.6. Excurso: a responsabilidade criminal do condutor

Afora o programador, o condutor do veículo autónomo poderá despontar como sujeito penalmente responsável por acidentes envolvendo tais produtos que causem danos a bens jurídicos de terceiros. A questão colocar-se-á entre os níveis 3 a 5 da condução automatizada (carros semiautónomos a autónomos), já que nos níveis 1 e 2 o sistema limita-se, a grosso modo, a controlar a aceleração e a travagem do carro, pelo que o modelo tradicional de atribuição de responsabilidade penal comissiva permanecerá inalterado⁶¹².

Mesmo que a tarefa de condução dinâmica de um carro seja delegada ao sistema de IA, permanecerá, ao menos por enquanto, a obrigatoriedade da presença da figura humana de um “condutor” nos veículos autónomos, dotado de poder material de intervenção para corrigir o “comportamento emergente” da IA⁶¹³. A supervisão humana parece ser característica orientadora da regulação europeia sobre IA neste momento⁶¹⁴. Inclusive, os códigos de trânsito alemão (§1ª Abs. 4, StVG) e francês (art. L319-C, *C. Route*) legalmente exigem a presença de um condutor no interior do carro, que será o responsável pela ativação do sistema de condução automatizada de acordo com as instruções dadas pelo fabricante⁶¹⁵.

⁶¹² PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 4.

⁶¹³ Em sentido próximo: CAPPELLINI, *Reati...*, ob. cit., p. 11.

⁶¹⁴ GIUCA, *AI...*, ob. cit., p. 59.

⁶¹⁵ Essa imposição poderá recair, na verdade, sobre todos os usuários de sistemas de IA de risco elevado. Com efeito, segundo o art. 29, n.º 1, da Proposta de Regulamento Inteligência Artificial, “os utilizadores de sistemas de IA de risco elevado devem utilizá-los de acordo com as instruções de utilização que acompanham os

Acerca da incumbência fiscalizatória humana sobre os sistemas de IA, a Proposta de Regulamento Inteligência Artificial assenta que “a supervisão humana deve procurar prevenir ou minimizar os riscos para a saúde, a segurança ou os direitos fundamentais que possam surgir quando um sistema de IA de risco elevado é usado em conformidade com a sua finalidade prevista ou em condições de utilização indevida razoavelmente previsíveis” (art. 14.º, n. 2).

Se transportada for ao contexto da condução automatizada, essa disposição parece fazer investir uma posição de garantia nos condutores de veículos semiautónomos e autónomos, da qual dimanam deveres de vigilância face a uma fonte de perigos⁶¹⁶. Os condutores, portanto, serão legalmente obrigados a manter fiscalização contínua sobre o desempenho da tarefa de condução automatizada pelo sistema, de sorte que possam intervir nos casos de erro do algoritmo ou até mesmo quando surjam os imprevisíveis casos decorrentes de riscos excêntricos ou da autoaprendizagem⁶¹⁷, para que danos a interesses juridicamente protegidos sejam evitados ou atenuados.

Como se vê, sobre o controlador, que é agente garantidor, impendem dois deveres jurídicos de cuidado específicos: o dever de vigilância e o dever de intervenção (*override*). O fundamento material de tais regras de diligência é dúplice: por um lado, operam como mecanismos de prevenção de danos às pessoas pelo mau funcionamento dos sistemas; por outro, servem como catalisadoras da responsabilização penal, pois a sua violação poderá configurar a prática de um tipo de ilícito negligente a título de omissão impura⁶¹⁸. Nota-se, com isso, aquilo que Hilgendorf identificou como o “*control dilemma*”: os sistemas de condução automatizada permitem ao condutor desocupar-se do controlo e monitoramento do veículo, centrais à condução, ao passo que o ordenamento jurídico ainda lhe requer que permaneça, de certo modo, no exercício de tais tarefas⁶¹⁹.

O StVG concretizou os deveres de vigilância e de intervenção. Quanto ao primeiro, dispõe-se que o condutor deve permanecer atento para poder retomar a condução, ainda que possa desviar a atenção quando essas funções estejam ativadas (§1b Abs. 1). O dever de

sistemas, nos termos dos n.os 2 e 5”. Está claro que essa norma perfaz um dever jurídico de cuidado que, se infringido for, autorizará a imputação do respetivo tipo de ilícito negligente caso haja lesão a interesse juridicamente protegido.

⁶¹⁶ Por todos: PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 4.

⁶¹⁷ Em sentido próximo ao texto: CAPPELLINI, *Profili...*, ob. cit., p. 336.

⁶¹⁸ Cf. MINELLI, *La responsabilità...*, ob. cit., p. 57; GIUCA, *AI...*, ob. cit., p. 48.

⁶¹⁹ HILGENDORF, *Automated...*, ob. cit., p. 187.

intervenção surge quando o veículo emita um sinal para que seja retomada do controlo do veículo pelo condutor (Nr. 1) ou quando o condutor reconhecer ou tiver de reconhecer, com base em situações óbvias, que não mais subsistem os pré-requisitos para a condução altamente ou completamente automatizada (Nr. 2).

Sem embargo, o dever de vigilância, que começa com a ativação do sistema e mantém-se durante toda a sua utilização, está associado aos riscos excêntricos, à autoaprendizagem e ao “*limited algorithmic cognition*”. Nesses casos, o resultado típico não poderá ser atribuído ao programador, como dito, mas poderá sê-lo aos condutores, caso representem a possível situação de dano a bens jurídicos e não correspondam ao dever de intervir, inação que assentará as bases da responsabilização por omissão imprópria devido à violação do dever objetivo de cuidado de retomar a condução (dever de intervenção), que fundará o tipo de ilícito negligente respetivo⁶²⁰.

O ordenamento jurídico da França já contém norma penal incriminadora nesse sentido. Com efeito, o art. L123-1 do *C. Route* possui natureza bivalente: exclui a regra geral de atribuição de acontecimentos típicos ao condutor (art. L.121-1) caso o sistema de condução automatizada tenha assumido o controlo dinâmico do carro (a infração criminal, nesse caso, não poderia ser causalmente reconduzida à ação do condutor⁶²¹), enquanto afirma a imputação de eventos desvaliosos se o condutor não responder ao pedido de retomar o controlo dinâmico do veículo a ele endereçado pelo sistema de condução automatizada⁶²². É essa segunda parte da norma mandamental criminal que contém os deveres de vigilância e intervenção que impendem sobre o condutor no regime francês, os quais também estão assentes numa posição de controlo sobre fonte de perigo cuja infringência importará na responsabilidade omissiva imprópria⁶²³.

Um caso emblemático sobre os deveres de vigilância e intervenção do condutor do veículo autónomo ocorreu na Suíça em 2016, julgado pela Corte Regional de Emmental-Oberaargau em 30 de maio de 2018. Um homem conduzia um veículo Tesla em piloto automático, com as funções de “*Traffic-Aware Cruise Control*” e “*Auto Steer*”) na estrada

⁶²⁰ GIUCA, *AI...*, ob. cit., p. 59-60.

⁶²¹ O art. L123-1 do *C. Route*, porém, não cria “áreas de imunidade penal do condutor” ao excluir a imputação dos acontecimentos típicos havidos durante o controlo dinâmico do veículo pelo sistema de condução automatizada. O dever de vigilância que recai sobre o produtor imporá que ele assuma o controlo dinâmico do veículo caso constate situação factual de possível dano a bem jurídico não identificada pelo sistema (cf. GIUCA, *Discipline...*, ob. cit., p. 25-26).

⁶²² Cf. *ibid.*, p. 21-24.

⁶²³ *Ibid.*, p. 24-25.

A2 daquele país. Há demonstrativos de que o motorista fez telefonemas e enviou mensagens instantâneas em seu telemóvel. Próximo a um acesso, a circulação na faixa esquerda de ultrapassagem estava parcialmente impedida por obras, de sorte que a ultrapassagem tinha sido desviada para a esquerda, com a pista tomando parte da berma. O carro, que circulava pela faixa de ultrapassagem, deixou de desviar para a direita e invadiu as obras sem diminuição de velocidade, de modo que colidiu com outros automóveis, causando danos patrimoniais significativos. A Corte Suíça rejeitou argumentos no sentido de que a responsabilidade seria do fabricante e assentou que o motorista deve controlar constantemente o veículo, de modo que possa cumprir seus deveres de cuidado, ainda que o piloto automático esteja ativado⁶²⁴.

Por sua vez, os casos de causalidade dupla (*Doppelkausalität*)⁶²⁵ de lesões dos deveres de cuidado pelo programador e pelo condutor levará à responsabilização penal de ambos, em autoria lateral. Quando a quebra dos deveres de cuidado que impendem sobre cada um deles for adequada para a produção do resultado típico, então os dois responderão pelo tipo de ilícito negligente respetivo, de sorte que cada qual não poderá invocar a violação ao dever de cuidado do outro para eximir-se da responsabilidade criminal. Parece-nos que essa será a solução jurídica adequada ao caso Uber. O sistema de condução automatizada falhou e somente identificou o peão que cruzava a rua a 1.2 segundos antes do acidente, quando emitiu um sinal para que o condutor assumisse a condução. O condutor, porém, olhava para o seu telemóvel e assim permaneceu até 1 segundo antes do veículo chocar-se contra o peão⁶²⁶. Ambos, portanto, violaram deveres de cuidado simultaneamente, em hipótese de causalidade dupla.

Nada obstante, em relação à limitação da extensão do dever de cuidado objetivamente exigível do condutor, deverá considerar-se também o princípio da confiança no relacionamento ser humano-máquina. Os condutores poderão confiar, ao menos em tese, que os veículos autónomos funcionarão adequadamente⁶²⁷. A questão da confiança é ainda

⁶²⁴ HILGENDORF, *Condução...*, ob. cit., p. 69-71.

⁶²⁵ Cf., sobre a dupla causalidade de lesões ao dever de cuidado, por todos: PUPPE, Ingeborg. *Estudos sobre imputação objetiva e subjetiva no direito penal*. CAMARGO, Beatriz Corrêa; FILHO, Wagner Marteleto (coords.). Marcial Pons: 2019, p. 30 e ss.

⁶²⁶ Cf. informações de *Collision Between Vehicle Controlled by Developmental Automated Driving System and Pedestrian, Tempe, Arizona, March 18, 2018*. Highway Accident Report NTSB/HAR-19/03. Washington, DC, 2019. Disponível em <<https://www.nts.gov/investigations/accidentreports/reports/har1903.pdf>>. Acesso 14 jul. 2023.

⁶²⁷ *Ibid.*, p. 72.

mais acentuada no âmbito da automação da IA, na qual se verifica o fenómeno da *automation complacency*, que traduz a situação que o supervisor humano tende a confiar na execução correta da tarefa pela IA⁶²⁸. Entretanto, as balizas do princípio da extensão também se aplicam aqui: “caso haja evidências de que um sistema técnico não esteja funcionando corretamente, não se aplica o princípio da confiança, e deve-se exigir do usuário da rodovia que considere uma possível falha do dispositivo e aja com o cuidado devido”⁶²⁹.

Sublinhe-se, por último, que a punição do agente, como o condutor, por negligência não se esgota na violação do cuidado devido. Ele ainda precisa, a nível do tipo de culpa negligente, “não afastar o perigo ou evitar o resultado apesar de aquele se apresentar como **pessoalmente cognoscível** e este como **pessoalmente evitável**: só nesta medida se pode afirmar que ele documentou no facto qualidades pessoais de descuido ou leviandades pelas quais tem de responder”⁶³⁰. No nosso contexto, tal construção dogmática importará no reconhecimento de que a violação aos deveres de vigilância e de intervenção não será suficiente para a admissão do juízo de imputação do acontecimento típico negligente ao condutor. A responsabilização só poderá dar-se se o condutor dispor de tempo e informação suficiente para retomar o controlo do carro. Ou seja, levando em conta que os condutores de veículos autónomos necessitam de, no mínimo, 6 segundos para assumir novamente a condução⁶³¹, a eles não poderá ser atribuída nenhuma violação a dever de cuidado em casos de incontrolabilidade, nos quais o tempo de reação para a retomada do controlo dinâmico do carro seja menor do que os 6 segundos.

5. Para além da imputação penal: os papéis do risco permitido, do princípio da precaução e a regulação dinâmica

Como visto, as categorias jurídico-penais encontram limites em casos de lesões a bens jurídicos intermediadas por veículos autónomos. Desformalizá-las ou alargá-las de forma desmedida e demasiada representaria, em última análise, transigir com os próprios princípios basilares do juízo de imputação, como o da culpa, verdadeira garantia aos indivíduos, sobretudo no que tange a vedação da responsabilização objetiva pelo resultado.

⁶²⁸ GIANNINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 23.

⁶²⁹ HILGENDORF, *Condução...*, ob. cit., p. 72.

⁶³⁰ DIAS, *Direito...*, ob. cit., p. 1045, negrito no original.

⁶³¹ BECK, *Robotics...*, ob. cit., p. 43.

Haverá, portanto, hipóteses em que, não existindo defeito na programação dos sistemas dos veículos autônomos, os danos associados a acidentes que os envolvem não serão passíveis de atribuição a nenhum programador. Logo, inarredavelmente permanecerão carentes de tutela penal determinados sucessos do mundo empírico intermediados por veículos autônomos, que sejam danosos a bens jurídicos de consumidores ou quaisquer utentes das estradas. É o caso dos “fatos próprios” da IA, decorrentes de sua autonomia e da aprendizagem de máquina, enquadráveis na categoria jurídico-penal do caso fortuito, que interrompe a relação de causalidade e impede o juízo de imputação do resultado desvalioso ao tipo objetivo. São, é verdade, riscos incertos e não elimináveis, ainda que absolutamente residuais, mas que terão de ser admitidos pela sociedade, inserindo-os na categoria do risco permitido, justamente porque, na ponderação entre os benefícios e eventuais consequências drásticas a interesses juridicamente protegidos, aqueles sobrepõem-se a estes⁶³². Assim, como se estima que os veículos autônomos reduzirão drasticamente o número de vítimas fatais por acidentes rodoviários, já que a inserção dessa tecnologia no tráfego praticamente eliminará o erro humano, maior causa das colisões, eles deverão ser socialmente aceitos ainda que engendrem riscos imprevisíveis e graves (mortes e lesões corporais), mas que serão raríssimos e quantitativamente irrisórios se comparados às vantagens por eles ofertadas ao tecido social⁶³³. Esses riscos (ou melhor, casos fortuitos) serão normativamente enquadráveis em “instâncias de tolerância ao perigo tecnológico”⁶³⁴, pelo que serão submetidos às consequências jurídicas do risco permitido. A proibição de práticas de IA, com sua consequente colocação na zona do risco proibido, só deverá ter lugar quando houver consenso social de que não deva haver autonomia algorítmica em determinado setor⁶³⁵. É o caso, por exemplo, das práticas de inteligência artificial proibidas no art. 5.º da Proposta de Regulamento Inteligência Artificial. Dessa forma, em síntese, os interesses daqueles que sofram danos associáveis aos imprevisíveis “fatos próprios” do sistema de IA permanecerão carentes de tutela criminal. Não haverá, porém, *responsibility gap*: a resposta só não será penal. Com efeito, a proteção normativa de tais interesses pode ser perfeitamente realizada pela prossecução das finalidades da responsabilidade jurídico-civil, especialmente a ressarcitória.

⁶³² Em sentido próximo ao do texto: BECK, *Google...*, ob. cit., p. 248; CAPPELLINI, *Reati...*, ob. cit., p. 12.

⁶³³ Cf. CAPPELLINI, *Profili...*, ob. cit., p. 341.

⁶³⁴ *Ibid.*

⁶³⁵ BECK, *Google...*, ob. cit., p. 250.

Nada obstante, a mudança de paradigma deverá ocorrer no modelo de gestão do risco ligado aos veículos autónomos. O modelo “reativo”, próprio do direito penal de evento, deverá ser deixado de lado para governar esses riscos residuais. Em seu lugar, assumirá um modelo “proactivo”. Só assim superaremos a feliz alegoria proposta por Anabela Miranda Rodrigues: no âmbito da sociedade algorítmica, “não nos devemos deixar iludir pelo paradoxo de Zenão, em que por mais que Aquiles (a Ciência) corra, sempre haverá um espaço a separá-lo da tartaruga (o Direito) e não conseguirá vencer a corrida”⁶³⁶.

Nesse modelo “proactivo”, voltado à adoção de ambiente claro de regulação jurídica da IA⁶³⁷, o princípio da precaução assumirá papel preponderante⁶³⁸, refratando-se no plano legislativo para a implementação de medidas cautelares orientadas por sua lógica, de modo a atenuar eventuais eventos indesejados e imprevisíveis, pouco (ou nada) explicáveis pelo conhecimento científico⁶³⁹. A partir do princípio da precaução, por exemplo, certos carros autónomos poderão ser tidos como produtos perigosos ‘*until proven safe*’⁶⁴⁰. Assim, ele poderá fundamentar a criação de regras específicas para as fases de conceção e treinamento dos algoritmos que integram os sistemas dos veículos autónomos, além de outras que imponham a observação desses produtos artificialmente inteligentes mesmo após a sua comercialização⁶⁴¹. Essas medidas de precaução poderão ser tanto mais rígidas quanto maior for o nível de automação da máquina, como também dadas as particularidades do contexto em que é utilizada, com maior probabilidade de lesão a interesses juridicamente protegidos. Aliás, esse é, em certa medida, o próprio sentido da Proposta de Regulamento Inteligência Artificial, que proíbe certas práticas de IA (art., 5.º), ao passo que prevê deveres correlatos aos ora descritos para as práticas de IA de risco elevado (art. 6.º e ss.). Todas essas medidas, porém, deverão sujeitar-se ao princípio da revisibilidade - que acompanha o grau de conhecimento do produto⁶⁴² -, pois seu rigor deve ser revisto à medida em que o desenvolvimento tecnológico abrande os riscos por elas geridos⁶⁴³; particularmente quanto à imputação criminal, “na medida em que o contexto de

⁶³⁶ RODRIGUES, *O Direito...*, ob. cit., p. 13.

⁶³⁷ PALMERINI, *RoboLaw...*, ob. cit., p. 78-79.

⁶³⁸ PIERGALLINI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 19.

⁶³⁹ PANATONNI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 23; CAPPELLINI, *Profili...*, ob. cit., p. 333.

⁶⁴⁰ SOUSA, *Não...*, ob. cit., p. 85.

⁶⁴¹ Em sentido próximo ao texto, considerando a IA como um todo e não só carros com funções de condução automatizada: *ibid.*, p. 83.

⁶⁴² SOUSA, *Responsabilidade...* ob. cit., p. 5.

⁶⁴³ Nesse sentido: *id.*, *Não...*, ob. cit., p. 85.

plausibilidade evolua para um estado de previsibilidade, deve rever-se a necessidade de intervenção penal”⁶⁴⁴. Seja como for, o fundamental será, afinal, que se estabeleça “bases jurídicas sólidas (...), de modo que aqueles envolvidos em sua pesquisa, fabricação, venda, manutenção e uso possam compreender os riscos – aqui, sobretudo os penais – e os deveres legais envolvidos na introdução da inteligência artificial no tráfego viário”⁶⁴⁵.

Nesse contexto, a resposta adequada dos veículos autônomos passa pela conciliação entre a inovação e à efetiva extensão que se conhece do produto, numa técnica que, a várias velocidades, com regras que avançam ou retraem em sua abrangência normativa à medida em que riscos são acautelados. Essa é a regulação dinâmica, que concretizará as áreas do risco permitido, além de solidificar o juízo de imputação criminal por danos ligados a esses produtos artificialmente inteligentes quando há violação de deveres objetivos de cuidado. Exemplo dessa regulação dinâmica pode ser extraído da seara do mercado de valores mobiliários, no qual se adotou a *sandbox approach*, mediante a criação de ambiente seguro para a testagem de sistemas de IA⁶⁴⁶. A experiência japonesa dá-nos, inclusive, outro exemplo da implementação de áreas que sejam *innovation-friendly*: o governo do Japão concebeu o *Tokku*⁶⁴⁷, domínios especiais dedicados à experimentação de agentes robóticos, como se laboratórios vivos fossem, onde técnicos e a sociedade em geral podem verificar a segurança de tais produtos, como também eventuais controvérsias jurídicas que deles possam emergir⁶⁴⁸. Inclusive, a Proposta Regulamento Inteligência Artificial adota essa abordagem: o seu art. 53.º prevê a implementação das “*AI regulatory sandboxes*”⁶⁴⁹, por meio das quais os Estados-Membros “devem proporcionar um ambiente controlado que facilite o desenvolvimento, a testagem e a validação de sistemas de IA inovadores por um período limitado antes da sua colocação no mercado ou colocação em serviço de acordo com um plano específico”.

Enfim, os riscos inerentes aos sistemas de IA, como os que exercem funções de condução automatizada, devem ser minimizados ao máximo por meio de programação cuidadosa do algoritmo, testes exaustivos e monitoramento contínuo da tecnologia em

⁶⁴⁴ Id., *Responsabilidade...*, ob. cit., p. 6.

⁶⁴⁵ ESTELLITA; LEITE, *Veículos...*, ob. cit., p. 17.

⁶⁴⁶ Ibid., 86.

⁶⁴⁷ Em pormenores: WENG, Yueh-Hsuan; SUGAHARA, Yusuke; HASHIMOTO, Kenji; TAKANISHI, Atsuo. “Intersection of ‘Tokku’ Special Zone, Robots, and the Law: A Case Study on Legal Impacts to Humanoid Robots”. *International Journal of Social Robotics*, vol. 7, 2015, p. 841-857.

⁶⁴⁸ Cf. PANATONNI, *Intelligenza...*, ob. cit., p. 24.

⁶⁴⁹ Ibid.

operação⁶⁵⁰. Está claro que, com a manutenção de possibilidades de lesão, o direito penal será convocado a intervir juridicamente: bens jurídicos inéditos poderão ser postulados, como também novas condutas poderão ser tipificadas *de lege ferenda*⁶⁵¹ - como é o caso de sugestão de Hilgendorf, para quem “seria de se pensar na criação de um delito de perigo abstrato de colocação de produtos perigosos no mercado sem segurança suficiente, eventualmente em combinação com a ocorrência do dano enquanto condição objetiva de punibilidade”⁶⁵².

Insistimos, entretanto, que as soluções adequadas, as quais não necessariamente envolvem o direito penal, somente serão implementadas caso a perspectiva seja alterada “da *persona* para o *produto*”⁶⁵³, com as propostas de gestão dos riscos associados à IA acima delineadas, mormente o princípio da precaução e o risco permitido.

⁶⁵⁰ GLESS; WEIGEND, *Agentes...*, ob. cit., p. 58.

⁶⁵¹ ESTELLITA; LEITE, *Veículos...*, ob. cit., p. 16.

⁶⁵² HILGENDORF, *Sistemas...*, ob. cit., p. 56.

⁶⁵³ SOUSA, *Não...*, ob. cit., p. 83.

Conclusão

Com a quarta grande revolução, a revolução digital, presenciamos o advento da IA. Essa tecnologia, que imprime transformações profundas nas dinâmicas sociais, “age” em ambientes físicos ou digitais, percebendo dados recolhidos desses ambientes para atingir os objetivos para os quais foram pré-programados mediante atuação autónoma, sem intervenção humana. É o caso dos veículos com condução automatizada, que se valem dessas técnicas de codificação algorítmica para desempenharem as tarefas da condução sem que seja necessário qualquer aporte humano.

Os carros equipados com *softwares* de condução automatizada enquadram-se na categoria de produtos, particularmente dentro da espécie produtos artificialmente inteligentes. Assim, os defeitos por eles apresentados que promovam danos aos indivíduos estarão abrangidos pelo domínio temático da responsabilidade criminal pelo produto, nomeadamente a responsabilidade pelo tipo de produção.

Entretanto, tais como as demais aplicações concretas de IA, os carros com sistemas de condução automatizada carregam características disruptivas, quais sejam: (i) imprevisibilidade, (ii) incontrolabilidade, (iii) opacidade e (iv) distributividade.

A disrupção que esses produtos artificialmente inteligentes trazem consigo impõe desafios às clássicas categorias da dogmática jurídico-penal. Algumas, aliás, identificam-se com velhos problemas contidos na constelação de casos própria da responsabilidade penal pelo produto, muito embora adquiram novas nuances com a introdução da IA na composição dos bens de consumo aos quais nos referimos. Por isso, fala-se na existência de um *responsibility gap* relacionado às lacunas de responsabilização criminal que existirão em face do possível vazio de respostas do direito penal em relação a danos à vida e integridade física intermediados por veículos autónomos.

Há autores que propõe a responsabilização direta das máquinas para colmatar esses hiatos de intervenção jurídico-penal. Segundo ajuizamos as coisas, entretanto, se isso não é de todo impossível, certamente é proposta que somente poderá ser implementada num futuro, ao que parece, ainda distante. Mesmo que se confira personalidade jurídica eletrónica aos robôs, que se tornariam *e-persons*, isso de nenhuma valia tem ao direito penal. O sujeito em direito penal é assente no livre-arbítrio e nas capacidades de autorreflexão e autodeterminação, atributos alheios à IA, que também não possui capacidade de culpa. Ademais, o conceito de conduta penalmente relevante, superado o paradigma causalista,

impede a valoração das “ações” dos robôs como comportamentos para fins de imputação. Por fim, a aplicação da pena também carece de sentido em relação às máquinas, pois as funções de prevenção geral e especial nelas não surtirão qualquer efeito.

Afastada a atribuição de eventos desvaliosos à IA, vale endereçar algumas das questões que os veículos autónomos colocam às categorias jurídico-penais da imputação. A primeira delas diz respeito à existência e à extensão da posição de garantia dos programadores de carros com sistemas de condução automatizada. Em outros termos, se é possível afirmar a responsabilidade criminal por omissão impura pela inação de advertir os consumidores ou retirar veículos autónomos de circulação que, muito embora tenham sido corretamente introduzidos no mercado, apresentam vícios que não eram passíveis de constatação à época de sua comercialização. Para nós, existirá responsabilidade por omissão imprópria com fundamento material no dever de fiscalização das fontes de perigo dominadas pelo agente. Então, o programador estará juridicamente obrigado a agir caso chegue ao seu conhecimento a existência de falhas nos *softwares* dos veículos autónomos por ele programados; caso mantenha-se inerte e danos sucedam dessa inação, tais resultados típicos poderão ser-lhe atribuídos.

Em relação às questões de imputação plurisubjetiva, é facto que múltiplos programadores podem intervir na fase de desenvolvimento do *software* de carros autónomos, de sorte que casos de acidentes relacionados a defeitos de programação poderão contar com múltiplos intervenientes em sua cadeia causal. Decerto haverá dificuldades, não de todo estranhas ao direito penal empresarial. Caso não seja possível identificar, concretamente, a ação descuidada causal ao resultado típico, deverá aplicar-se o princípio do *in dubio pro reo* e evitar imputações aos possíveis autores laterais do ilícito.

A opacidade impede o rastreamento do *input* responsável pelo eventual *output* desvalioso do sistema de condução automatizada. Opera-se, nesse particular, o *black-box problem*. Se os conhecimentos nomológicos disponíveis não permitirem decifrar o “processo decisório” algoritmo, com a consequente dificuldade de se identificar o campo causal que culminou no acontecimento típico, a imputação não poderá ser promovida. Entretanto, caso critérios probabilísticos possam estabelecer, num grau próximo da certeza, a relação causal entre o *output* defeituoso do carro a uma falha do algoritmo previsível aos programadores, estes poderão ser responsabilizados por acidentes havidos nessas circunstâncias. De qualquer forma, a instalação de técnicas de *explainable AI* (XAI) poderá alterar o rumo da

questão, de forma a permitir a interpretabilidade dos algoritmos e a consequente aferição do nexo de causalidade.

Em relação ao elemento subjetivo, não há óbices particulares quanto ao dolo. Por exemplo, o veículo autónomo que é dolosamente programado para atropelar peões será considerado mero meio ou instrumento do crime do programador, que será o autor direto ou imediato do ilícito-típico. Mais frequentes serão as hipóteses de acontecimentos típicos negligentes, relacionados a defeitos no *software* do veículo autónomo que promova acidentes. No ponto, adquirem relevo os conceitos de “cuidado artificial” e “negligência artificial”. Eles auxiliarão, decisivamente, na verificação da violação do dever de cuidado objetivamente exigível e previsível do programador, afastando a atribuição de lesões a bens jurídicos decorrentes de riscos excêntricos e das técnicas de ML.

Será ainda possível a responsabilização dos condutores por omissão impura, caso estes violem os deveres de vigilância e de intervenção, deixando de retomar o controlo das tarefas de condução caso prevejam (ou deveriam ter previsto) que o sistema de condução automatizada não reagirá a determinada situação segundo as regras de cuidado do tráfego rodoviário.

A nossa hipótese inicial foi parcialmente confirmada. Certamente, determinadas lesões a bens jurídicos de ocupantes dos veículos autónomos ou outros utentes das estradas não serão passível de imputação aos programadores. Nesses casos, a tutela jurídica das vítimas deverá efetivar-se pela responsabilidade civil. Esses resultados deverão ser enquadrados à categoria do risco permitido, pois serão socialmente tolerados em função dos benefícios relacionados à utilização da tecnologia subjacente aos *softwares* de condução automatizada. O fundamental, ao nosso sentir, será a aplicação do princípio da precaução para criar deveres jurídicos de cuidado claros e sólidos para a produção de carros autónomos, medidas que deverão sempre estar sempre sujeito à revisão na medida em que os riscos inerentes a essa tecnologia atenuem.

Referências bibliográficas

ALBRECHT, Peter-Alexis. “El derecho penal em la intervención de la política populista”. In: ÁREA DE DERECHO PENAL DE LA UNIVERSIDAD POMPEU FABRA (ed.). *La insostenible situación del Derecho Penal*. Granada: Editorial Comares, 2000.

ALCÁCER GUIRAO, Rafael. “Protecção de bens jurídicos ou protecção da vigência do ordenamento jurídico?”. *RPCC*, a. 15, n.º 4, out.-dez. 2005, p. 511-556.

ANDERSON, James M. [et al.]. *Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers* (2014). RAND Corporation. Disponível em <<https://www.jstor.org/stable/10.7249/j.ctt5hhwgz>>. Acesso em 12 jul. 2023.

ASARO, Peter M. “A Body to Kick, but Still No Soul to Damn: Legal Perspectives on Robotics”. In: LIN, Patrick [et al.] (eds.). *Robot Ethics: The Ethical and Social Implications of Robotics*. Cambridge: MIT Press, 2012, p. 169-186.

BALKIN, Jack B. "The Path of Robotics Law". *California Law Review Circuit*, v. 6, 2015, p. 45-60.

BARATTA, Alessandro. “Funções instrumentais e simbólicas do direito penal. Lineamentos de uma teoria do bem jurídico”. *RBCC*, n.º 5, p. 5-24.

BARBOSA, Mafalda Miranda. “O futuro da responsabilidade civil desafiada pela inteligência artificial: as dificuldades dos modelos tradicionais e caminhos de solução”. *Revista de Direito da Responsabilidade*, a. 2, 2020, p. 280-326.

BATISTA, Nilo. *Introdução crítica ao direito penal brasileiro*. 11ª ed. Rio de Janeiro: Revan, 2007.

BECHARA, Ana Elisa Liberatore Silva. *Bem Jurídico-Penal*. São Paulo: Quartier Latin, 2014.

BECK, Susanne. “Robotics and Criminal Law. Negligence, Diffusion of Liability and Electronic Personhood”. In: HILGENDORF, Eric; FELDLER, Jochen (eds.). *Digitization and the Law*. Baden-Baden: Nomos, 2018, p. 41-55.

BECK, Susanne. “Google Cars, Software Agents, Autonomous Weapons Systems – New Challenges for Criminal Law?”. In: HILGENDORF, Eric; SEIDEL, Uwe (eds.). *Robotics, Autonomics, and the Law: Legal issues arising from the AUTONOMICS for Industry 4.0 Technology Programme of the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy*. Baden-Baden: Nomos, 2017, p. 227-252.

BECK, Ulrich. *La sociedad del riesgo: Hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1998.

BEIKER, Sven A. “Legal aspects of autonomous driving”. *Santa Clara L. Rev.*, v. 54, n. 4, 2012, p. 1145-1156.

BERTOLESI, Riccardo. *Intelligenza artificiale e responsabilità penale per danno da prodotto*. Milão: Università degli Studi di Milano, Tese de Doutorado, 2018/2019.

BERTOLINI, Andrea. “Robots as Products: The Case for a Realistic Analysis of Robotic Applications and Liability Rules”. *Law, Innovation and Technology*, v. 5, n. 2, 2013, p. 214-247.

BOTTINI, Pierpaolo Cruz. *Crimes de perigo abstrato: Uma análise das novas técnicas de tipificação no contexto da sociedade de risco*. 4ª. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2019.

BURELL, Jena. “How the machine ‘thinks’: Understanding opacity in machine learning algorithms”. *Big Data & Society*, v. 3, 2016, p. 1-12.

CALDWELL, M.; ANDREWS, J.T.A.; TANAY, T.; GRIFFIN, L.D. “AI-enabled Future Crime”. *Crime Science*, n. 9 (2020), p. 1-13.

CALO, Ryan. “Robotics and the Lessons of Cyberlaw”. *California Law Review*, v. 103, 2015, p. 513-564.

CAPPELLINI, Alberto. “Machina delinquere non potest? Brevi appunti su intelligenza artificiale e responsabilità penale”. *Criminalia*, v. 13, 2018, p. 499-520.

CAPPELLINI, Alberto. “Profili penalistici delle self-driving cars”. *Diritto penale contemporaneo – Rivista trimestrale*, n. 2, 2019, p. 325-353.

CAPPELLINI, Alberto. “Reati colposi e tecnologie dell’intelligenza artificiale”. *Archivio Penale*, fasc. 3, set.-dez. 2022, p. 1-19.

CATERINI, Mario. “El sistema penal em la encrucijada ante el reto de la inteligencia artificial”. *IDP*, n. 35, 2022, p. 1-19.

CHAGAL-FEFERKORN, Karni A. “Am I an Algorithm or a Product? When Products Liability Should Apply to Algorithmic Decision-Makers”. *Stan. L. & Pol’y Rev*, v. 30, n. 1, 2019, p. 61-114.

COECKELBERGH, Mark. “Artificial Intelligence, Responsibility Attribution, and a Relational Justification of Explainability”. *Science and Engineering Ethics*, v. 26, 2020, p. 2051-2068.

COSTA, José de Faria. “Sobre o objecto de protecção do direito penal: o lugar do bem jurídico na doutrina de um direito penal não liberal”, *RLJ*, a. 142, n.º 3978, 2013, p. 158-173.

CUESTA AGUADO, Paz M. de la. “Inteligencia artificial y responsabilidad penal”. *Revista Penal México*, nº. 16-17, 2019/2020, p. 51-62.

D’AVILA, Fabio. *Ofensividade em direito penal: escritos sobre a teoria do crime como ofensa a bens jurídicos*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2009.

DASTANI, Medhi [et al.]. “Normative Multi-Agent Systems”. *Dagstuhl Reports*, v. 8., n. 4, p. 72-103.

DIAS, Jorge de Figueiredo. *Direito Penal: Parte Geral*, I. 3ª ed. Coimbra: Gestlegal, 2019.

DIMATTEO, Larry A. “Artificial Intelligence: The Promise of Disruption”. In: DIMATTEO, Larry A. [et al.] (eds.). *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence: Global Perspectives on Law and Ethics*. Cambridge, New York, Melbourne, New Delhi, Singapore: Cambridge University Press, 2022.

EBERS, Martin. "Standardizing AI. The Case of the European Commission's Proposal for an 'Artificial Intelligence Act'". In: DIMATTEO, Larry A. [et al.] (eds.). *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence: Global Perspectives on Law and Ethics*. Cambridge, New York, Melbourne, New Delhi, Singapore: Cambridge University Press, 2022, p

ESTELLITA, Heloisa. *Criminalidade de Empresa, Quadrilha e Organização Criminosa*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2009.

ESTELLITA, Heloísa; LEITE, Alaor. “Veículos autônomos e direito penal: uma introdução”. In: ESTELLITA, Heloísa; LEITE, Alaor (orgs.). *Veículos autônomos e direito penal* (2019). São Paulo: Marcial Pons, p. 15-35.

FALAVIGNO, Chiavelli Facenda. “Notas sobre a Assessoriedade Administrativa no Direito Penal Econômico”. *Revista da CGU*, v. 13, n.º 23, jan.-jun. 2021, p. 21-28.

FELÍCIO, Manuel. “Responsabilidade civil por acidente de viação causado por veículo automatizado”, *Revista de Direito da Responsabilidade*, a. 1, 2019, p. 493-524.

FIDALGO, Sónia. *Princípio da Confiança e Crimes Negligentes* (2019). Coimbra: Edições Almedina S.A.

FLORIDI, Luciano. *The fourth revolution. How the infosphere is reshaping human reality*. Oxford: Oxford University Press, 2014.

FRAZÃO, Ana; GOETTENAUER, Carlos. “Black box e o direito face à opacidade algorítmica”. In: BARBOSA, Mafalda Miranda [et al.]. (coord.). *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa*. Indaiatuba: Editora Foco, 2021, p. 27-42.

GIANNINI, Alice. “Intelligenza artificiale, human oversight e responsabilità penale: prove d’impatto a livello europeo”. *Criminalia: annuario di scienze penalistiche*, 2021, p. 1-26.

GIMBERNAT ORDEIG, Enrique. “La omisión impropia en la dogmática penal alemana. Una exposición”. *ADPCP*, v. L., 1997, p. 5-112.

GIUCA, Marta. “AI and Criminal Liability. Algorithmic Error and Human Negligence in the Contexto f the European Regulation”. *Diritto penale contemporaneo – Rivista trimistale* n. 1, 2023, p. 46-69.

GIUCA, Marta. “Disciplinare l’intelligenza artificiale. La riforma francese sulla responsabilità penale da uso di auto a guida autonoma”. *Archivio Penale*, 2022, n. 2, p. 5.

GLESS, Sabine; WEIGEND, Thomas. “Agentes inteligentes e o direito penal”. In: ESTELLITA, Heloísa; LEITE, Alaor. *Veículos autônomos e direito penal*. São Paulo: Marcial Pons, 2019, p. 37-64.

GLESS, Sabine; SILVERMAN, Emily; WEIGEND, Thomas. “If Robots Cause Harm, Who Is To Blame? Self-Driving Cars and Criminal Liability”. *New Criminal Law Review*, v. 19, n. 3, 2016, p. 412-436.

GRECO, Luís. “Existem critérios para a postulação de bens jurídicos coletivos?”. *Revista de Concorrência e Regulação*, a. 2, n.º 7/8, 2011, p. 349-366.

GRECO, Luís; ASSIS, Augusto. “O que significa a teoria do domínio do fato para a criminalidade de empresa”. In: GRECO, Luís [et al.]. *Autoria como domínio do fato: estudos introdutórios sobre o concurso de pessoas no direito penal brasileiro*. São Paulo: Marcial Pons, 2014, p. 81-122.

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

GURNEY, Jeffrey K. “Driving into the Unknown: Examining the Crossroads of Criminal Law and Autonomous Vehicles”. *Wake Forest Journal of Law & Policy*, v. 5, 2015, p. 393-442.

HAENLEIN, Michael; KAPLAN, Andreas. “A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence”. *California Management Review*, v. 61, n. 4, 2019, p. 5-14.

HALLEVY, Gabriel. “The Criminal Liability of Artificial Intelligence Entities – from Science Fiction to Legal Social Control”. *Akron Intellectual Property Journal*, v. 4, n. 2, 2010, p. 171-201.

HAN, Byung-Chul. *No exame: perspectivas do digital*. Petrópolis: Vozes, 2018.

HASSEMER, Winfried; MUÑOZ CONDE, Francisco. *La responsabilidad por el producto en derecho penal*. Valencia: Tirant lo blanch, 1995.

HASSEMER, Winfried. *Introdução aos fundamentos do direito penal*. Trad. da 2ª ed. alemã por Pablo Rodrigo Alflen da Silva. Porto Alegre: Sergio Antonio Fabris Editor, 2005.

HASSEMER, Winfried. “Lineamientos de una teoría personal del bien jurídico”, *Doctrina Penal: Teoría y Práctica em las Ciencias Penales*, Buenos Aires, a. 12, n.º 46/47, 1989, p. 275-286.

HASSEMER, Winfried. *Persona, mundo y responsabilidad: bases para una teoría de la imputación en derecho penal*. MUÑOZ CONDE, Francisco; DÍZ PITA, María del Mar (trads.). Santa Fé de Bogotá: Temis, 1999.

HILGENDORF, Eric. “Automated Driving and the Law”. In: HILGENDORF, Eric; SEIDEL, Uwe (eds.). *Robotics, Autonomics, and the Law: Legal issues arising from the AUTONOMICS for Industry 4.0 Technology Programme of the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy*. Baden-Baden: Nomos, 2017, p. 171-194.

HILGENDORF, Eric. “Introduction: Digitization and the Law - a European Perspective”. Em: HILGENDORF, Eric; FELDLER, Jochen (eds.). *Digitization and the Law* (2018). Baden-Baden: Nomos, p. 9-19.

HILGENDORF, Eric. “Condução automatizada enquanto desafio para a ética e o direito”. In: GLEIZER, Orlandino (org. e trad.). *Digitalização e direito*. São Paulo: Marcial Pons, 2020, p. 61-80.

HILGENDORF, Eric. “Dilemas relativos à condução automatizada: uma contribuição ao problema da proibição de cálculos de vidas na era da digitalização”. Em: GLEIZER, Orlandino (org. e trad.). *Digitalização e direito* (2020). São Paulo: Marcial Pons, p. 81-108.

HILGENDORF, Eric, “Digitalização e direito (penal): apelo por uma expansão de perspectivas”. In: HILGENDORF, Eric. *Digitalização e direito*. GLEIZER, Orlandino (org. e trad.). São Paulo: Marcial Pons, 2020, p. 25-42.

HILGENDORF, Eric. “Digitalização, virtualização e direito”. In: HILGENDORF, Eric. *Digitalização e direito*. GLEIZER, Orlandino (org. e trad.). São Paulo: Marcial Pons, 2020, p. 145-163.

HILGENDORF, Eric; VALERIUS, Brian. *Direito Penal: Parte Geral*. Trad. Orlandino Gleizer. São Paulo: Marcial Pons, 2019.

HILGENDORF, Eric. “Relación de causalidad e imputación objetiva a través del ejemplo de la responsabilidad penal por el producto”. *ADPCP*, v. 55, 2002, p. 91-108.

HILGENDORF, Eric. “Sistemas autônomos, inteligência artificial e robótica: uma orientação a partir da perspectiva jurídico-penal”. In: HILGENDORF, Eric. *Digitalização e direito*. GLEIZER, Orlandino (org. e trad.). São Paulo: Marcial Pons, 2020, p. 43-80.

JAHN, Matthias; ZIEMANN, Sascha. “A Escola de Direito Penal de Frankfurt: tentativa de uma revisão provisória”. In: BOLDT, Raphael (org.). *Teoria crítica e direito penal*. São Paulo: D’Plácido, 2021, p. 157-167.

JANUÁRIO, Túlio Xavier. “Inteligência Artificial e Direito Penal da Medicina”. In: RODRIGUES, Anabela Miranda (coord.). *A inteligência artificial no direito penal*, vol. II. Coimbra: Edições Almedina S.A., 2022, p. 125-167.

JANUÁRIO, Tulio Xavier. “Veículos Autónomos e Imputação de Responsabilidades Criminais por Acidentes”. In: RODRIGUES, Anabela Miranda (coord.). *A Inteligência Artificial no Direito Penal*. Coimbra: Edições Almedina, S.A, 2020, p. 95-127.

JAKOBS, Günther. *Derecho Penal: Parte General. Fundamentos y teoría de la imputación*. Joaquín Cuello Contreras e Jose Luis Serrano Gonzalez de Murillo (trads.). Madrid: Marcial Pons, 1995.

JAKOBS, Günther. *Sociedad, norma y persona en una teoría de un Derecho penal funcional*. Manuel Cancio Meliá e Bernardo Feijóo Sánchez. Madrid: Editorial Civitas, S.A., 1996.

JORGE RICART, R. [et al.]. *AI Watch – National strategies on Artificial Intelligence: A European perspective, 2022*. JRC129123. Luxemburgo: Escritório de Publicações da União Europeia. Disponível em <<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129123>>. Cons. 14 jul. 2023.

JUANATEY DORADO, Carmen. “Responsabilidad penal omissiva del fabricante o productor por los daños a la salud derivados de productos introducidos correctamente en el mercado”. *ADPCP*, v. LVII, 2004, p. 53-75.

MCCARTHY, J. [et al.]. *A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955*. Disponível em <<http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf>>. Acesso em 11 jul. 2023.

MIRÓ LLINARES, Fernando. "Inteligencia Artificial y Justicia Penal: más allá de los resultados lesivos causados por robots". *RDPC*, nº 20, jul./2018, p. 87-130.

KAYßER, Marijon. “Sobre el potencial incriminador de los principios limitadores del Derecho penal. Competencias penales en la cuestión del aborto”. Em: ÁREA DE DERECHO PENAL DE LA UNIVERSIDAD POMPEU FABRA (ed.). *La insostenible situación del Derecho Penal*. Granada: Editorial Comares, 2000.

KERRIGAN, Charles. “Introduction to AI”. In: KERRIGAN, Charles (ed.). *Artificial Intelligence: Law and Regulation*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2022, p. 30-36.

KÖNIG, Pascal D. [et al.]. “Essence of AI: What Is AI?”. In: DIMATTEO, Larry A. [et al.] (eds.). *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence: Global Perspectives on Law and*

Ethics. Cambridge, New York, Melbourne, New Delhi, Singapore: Cambridge University Press, 2022, p. 18-34.

KUHLEN, Lothar. “Necesidad y límites de la responsabilidad penal por el producto”. *ADPCP*, v. 55, 2002, p. 67-90.

LARI, Adeel; DOUMA, Frank; ONYIAH, Ify. “Self-Driving Vehicles and Policy Implications: Current Status of Autonomous Vehicle Development and Minnesota Policy Implications”. *Minnesota Journal of Law, Science & Technology*, v. 16, n. 2, 2015, p. 735-769.

LEMOS, Miguel; COSTA, Miguel João. “Inteligência Artificial e Direito da Guerra: Reflexões sobre as Armas Autônomas Mortíferas”. In: RODRIGUES, Anabela Miranda (coord.). *A inteligência artificial no direito penal*, vol. II. Coimbra: Edições Almedina S.A., 2022, p. 91-123.

LOUSA, Anibal José Moreira Lousa. *Veículos autônomos e conectados – tecnologia e identificação de possíveis alterações na infraestrutura de transporte*. Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2018. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, na área de Especialização em Urbanismo, Transportes e Vias de Comunicação.

LUHMANN, Niklas. *A Sociological Theory of Law*. Elizabeth King-Utz e Martin Albrow (trads.). 2.^a ed. New York: Routledge, 2014.

MILARÉ, Edis. *Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco*. 7 ed. ver., atual. e reform. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2011.

MINELLI, Camilla. “La responsabilità ‘penale’ tra persona física e *Corporation* alla luce della Proposta di Regolamento sull’Intelligenza Artificiale”. *Diritto penale contemporaneo – Rivista trimestrale*, n. 2, 2022, p. 50-74.

MONOT-FOULETIER, Marjolaine. «Liability for Autonomous Vehicle Accidents». Em: (eds.) DIMATTEO, Larry A. [et al.]. *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence: Global Perspectives on Law and Ethics* (2022). Cambridge, New York, Melbourne, New Delhi, Singapore: Cambridge University Press, p. 163-178.

MIRÓ LLINARES, Fernando. “Inteligencia Artificial y Justicia Penal: más allá de los resultados lesivos causados por robots”. *RDPC*, nº 20, 2018, p. 87-130.

MULHOLLAND, Caitlin. «Responsabilidade civil e processos decisórios autônomos em sistemas de Inteligência Artificial (IA): autonomia, imputabilidade e responsabilidade». Em: (coords.) FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin. *Inteligência artificial e direito: ética, regulação e responsabilidade* (2020). 2.^a ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters, p. 327-350.

MULHOLLAND, Caitlin; FRAJHOF, Isabella Z. «Entre as leis da robótica e a ética: regulação para o adequado desenvolvimento da inteligência artificial». Em: (coords.) BARBOSA, Mafalda Miranda [et al.]. *Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa* (2021). Indaiatuba: Editora Foco, p. 65-80.

NEUMANN, Ulfrid. “‘Alternativas: nenhuma’. Sobre a crítica mais recente à teoria pessoal do bem jurídico”. In: BOLDT, Raphael (org.). *Teoria crítica e direito penal*. São Paulo: D’Plácido, 2021, p. 107-122.

PAGALLO, Ugo; BARFIELD, Woodrow. *Advanced Introduction to Law and Artificial Intelligence*. Cheltenham, UK; Northampton, USA: Edward Elgar Publishing, 2020.

NEVES, António Castanheira. “O Funcionalismo Jurídico. Caracterização fundamental e consideração crítica no contexto actual do sentido da juridicidade”. In: NEVES, António Castanheira. *Digesta: escritos acerca do direito, do pensamento jurídico, da sua metodologia e outros*, v. 3.º. 1.ª ed., reimp. Coimbra: Wolters Kluwer/Coimbra Editora, 2010, p. 199-318.

PALMERINI, E. [et al.]. “RoboLaw: Towards a European framework for robotics regulation”. *Robotics and Autonomous Systems*, v. 86, 2016, p. 78-85.

PANATONNI, Beatrice. “Intelligenza artificiale: le sfide per il diritto penale nel passaggio dall’automazione tecnologica all’autonomia artificiale». *Diritto dell’Informazione e dell’informatica (II)*, n. 2, 2021. Disponível em: <<https://dejure.it>>. Cons. 14 Jul. 2023.

PIERGALLINI, Carlo. “Intelligenza artificiale: da ‘mezzo’ ad ‘autore’ del reato?”. *RIDPP*, fasc. 4, 2020. Disponível em: <<https://dejure.it>>. Cons. 14 Jul. 2023.

PUPPE, Ingeborg. “A imputação objetiva do resultado a uma ação contrária ao dever de cuidado”. In: PUPPE, Ingeborg. *Estudos sobre a imputação objetiva e subjetiva no direito penal* (2019). São Paulo: Marcial Pons.

PUPPE, Ingeborg. *Estudos sobre imputação objetiva e subjetiva no direito penal*. CAMARGO, Beatriz Corrêa; FILHO, Wagner Marteleto (coords.). Marcial Pons: 2019.

PRADO, Geraldo. *Breves notas sobre o fundamento constitucional da cadeia de custódia da prova digital*. Disponível em <<https://geraldoprado.com.br/artigos/breves-notas-sobre-o-fundamento-constitucional-da-cadeia-de-custodia-da-prova-digital/>> [Cons. 14 jul. 2023].

PRADO, Geraldo. *Notas sobre proteção de dados, prova digital e o devido processo penal*. Disponível em <<https://geraldoprado.com.br/artigos/notas-sobre-protecao-de-dados-prova-digital-e-o-devido-processo-penal/>> [Cons. 14 jul. 2023].

PRITTWITZ, Cornelius. *Derecho penal y riesgo: Investigaciones sobre la crisis del Derecho penal y la política criminal en la sociedad del riesgo*. Trad.: Eugenio C. Sarrabayrouse. Madrid: Marcial Pons, 2021.

- QUINTERO OLIVARES, Gonzalo. “La robótica ante el Derecho penal: el vacío de respuesta jurídica a las desviaciones incontroladas”. *REEPS*, nº 1, 2017.
- RAI, Arun. “Explainable AI: from black box to glass box”. *Journal of the Academy of Marketing Science*, v. 48, 2020, p. 137-141.
- REIS, Paulo Victor Alfeo. *Algoritmos e o Direito*. São Paulo: Almedina, 2020.
- RODRIGUES, Anabela Miranda; SOUSA, Susana Aires de. “Algoritmos em contexto empresarial: vantagens e desafios à luz do direito penal”. In: RODRIGUES, Anabela Miranda (coord.). *A inteligência artificial no direito penal*. Vol. 2. Coimbra: Almedina, 2022, p. 11-40.
- RODRIGUES, Anabela Miranda. “O Direito (Penal), a Ciência e o Paradoxo de Zenão”. In: *Inteligência Artificial. Desafios Societais e a Investigação em Direito*. Coimbra: Instituto Jurídico da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, 2022, p. 13-14.
- RODRIGUES, Anabela Miranda. “Os Crimes de Abuso de Mercado e a «Escada Impossível» de Escher (O Caso do Spoofing)”. In: RODRIGUES, Anabela Miranda (coord.). *A inteligência artificial no direito penal*, vol. II. Coimbra: Edições Almedina S.A., 2022, p. 245-271.
- ROXIN, Claus. “A teoria da imputação objetiva”. In: ROXIN, Claus. *Estudos de direito penal*. 2.ª ed. Trad. de Luís Greco. Rio de Janeiro: Renovar, 2008.
- ROXIN, Claus. *Derecho Penal: Parte General*, Tomo I. Trad. da 2ª ed. alemã por Diego-Manuel Luzón Peña, Miguel Díaz y García Conlledo e Javier de Vicente Remesal. Madrid: Civitas, 1997.
- ROXIN, Claus. *Derecho Penal: Parte General*, Tomo II. Trad. da 1.ª ed. alemã por Diego-Manuel Luzón Peña, José Manuel Paredes Castañón, Miguel Díaz y García Conlledo e Javier de Vicente Remesal., Navarra: Thomson-Reuters Civitas, 2014.
- ROXIN, Claus. “O conceito de bem jurídico como padrão crítico da norma penal posto à prova”. *RPCC*, a. 23, n.º 1, jan.-mar. 2013, p. 7-43.
- RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. *Artificial Intelligenc: A Modern Approach*. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2010.
- SALVADORI, Iván. “Agentes artificiales, opacidad tecnológica y distribución de la responsabilidad penal”. *Cuadernos de Política Criminal*, n. 133, I, mai. 2021, p. 137-174.
- SANTOS, Humberto Souza. *Ainda vive a teoria do bem jurídico? Uma contribuição ao debate sobre a teoria do bem jurídico e os limites materiais do poder estatal de incriminar*. São Paulo: Marcial Pons, 2020.
- SANTOSUOSSO, Amedeo; BOTTALICO, Barbara. “Autonomous Systems and the Law: Why Intelligence Matters. A European Perspective”. In: HILGENDORF, Eric; SEIDEL,

Uwe (eds.). *Robotics, Autonomics, and the Law: Legal issues arising from the AUTONOMICS for Industry 4.0 Technology Programme of the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy*. Baden-Baden: Nomos, 2017, p. 27-58.

SCHERER, Matthew U. “Regulating Artificial Intelligence Systems: risks, challenges, competencies, and strategies”. *Harvard Journal of Law & Technology*, v. 29, n. 2, 2016, p. 354-400.

SEIDEL, Uwe. «Industry 4.0 and Law - Experiences from AUTONOMICS». Em: (eds.) HILGENDORF, Eric; SEIDEL, Uwe. *Robotics, Autonomics, and the Law: Legal issues arising from the AUTONOMICS for Industry 4.0 Technology Programme of the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy* (2017). Baden-Baden: Nomos, p. 1126

SILVA, Gonçalo Manuel de Sequeira Viana da. “Veículos autónomos: um novo desafio para o direito português”. *Data Venia*, a. 8, n.º 11, 2020, p. 5-98.

SILVA, João Calvão da. *Compra e Venda de Coisas Defeituosas: Conformidade e Segurança*. Coimbra: Edições Almedina S.A., 2006.

SILVA, Nilton Correia da. “Inteligência Artificial”. In: FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin (coords.). *Inteligência artificial e direito: ética, regulação e responsabilidade*. 2ª ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters, 2020, p. 33-50.

SILVA SÁNCHEZ, Jesús María. *La expansión del Derecho Penal. Aspectos de la Política criminal en las sociedades postindustriales*. Montevideu: BdeF, 2006.

SIMMLER, Monika. “Automation”. In: CAEIRO, Pedro [et. Al] (eds.). *Elgar Encyclopedia of Crime and Criminal Justice*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2023. Disponível em <
https://www.elgaronline.com/edcollchap/book/9781789902990/b-9781789902990.automation.xml#b-9781789902990.automation_ref2>. Acesso em 12 jul. 2023.

SIMMLER, Monika; MAKWALDER, Nora. “Guilty Robots? – Rethinking the Nature of Culpability and Legal Personhood in an Age of Artificial Intelligence”. *Criminal Law Forum*, v. 30, 2019, p. 1-31.

SOUSA, Susana Aires de. “A IA no setor económico: uma reflexão entre ‘o bom, o mau e o vilão’”. In: RODRIGUES, Anabela Miranda (coord.). *A inteligência artificial no direito penal: vol. 2*. Coimbra: Almedina, 2022, p. 175-206.

SOUSA, Susana Aires de. *A responsabilidade criminal pelo produto e o topos causal em direito penal: contributo para a protecção penal de interesses do consumidor*. Coimbra: Coimbra Editora, 2014.

SOUSA, Susana Aires de. *Os Crimes Fiscais: análise dogmática e reflexão sobre a legitimidade do discurso criminalizador*. Coimbra: Almedina, 2021.

SOUSA, Susana Aires de. “Não fui eu, foi a máquina”: teoria do crime, responsabilidade e inteligência artificial”. In: RODRIGUES, Anabela Miranda (coord.). *A Inteligência Artificial no Direito Penal*. Coimbra: Edições Almedina S.A, 2020, p. 59-93.

SOUSA, Susana Aires de. *Questões Fundamentais de Direito Penal da Empresa*. Coimbra: Edições Almedina S.A, 2019.

SOUSA, Susana Aires de. “Responsabilidade criminal pelo produto ‘inteligente’: reflexões e desafios”. In: *Inteligência Artificial. Desafios Societais e a Investigação em Direito*. Coimbra: Instituto Jurídico da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, 2022, p. 5-6.

SOUSA, Susana Aires de. “Um direito penal desafiado pelo desenvolvimento tecnológico: alguns exemplos a partir das neurociências e da inteligência artificial”. *Revista da Defensoria Pública da União*, n. 14, jul.-dez. 2020, p. 21-37.

STONE, Peter [et al]. *One hundred year study on artificial intelligence*. Stanford, CA: Stanford University, 2016.

SURDEN, Harry. “Machine Learning and Law”. *Wash. L. Rev.*, vol. 89 (2014), p. 871-15.

SURDEN, Harry; WILLIAMS, Marry-Anne. “Technological Opacity, Predicatability, and Self-Driving Cars”. *Cardozo L. Rev.*, vol. 38, 2016, p. 121-181.

TAVARES, Juarez. *Fundamentos de teoria do delito*. Florianópolis: Tirant lo Blanch, 2018.

TORÍO LÓPEZ, Ángel. “Cursos causales no verificables em Derecho penal”. *ADPCP*, t. 36, fasc. 2, 1983, p. 221-238.

TURING, Alan. “Computing machinery and intelligence”. *Mind*, v. 59, n. 236, 1950, p. 433-460.

UNGERN-STERNBERG, Antje von. “Autonomous Driving: Regulatory Challenges Raised by Artificial Decision-Making and Tragic Choices”. In: BARFIELD, Woordow; PAGALLO, Ugo (eds.). *Research handbook on the law of artificial intelligence*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2018, p. 251-278.

VIRDEE, Tirath [et al.]. “Taxonomy of AI”. In: KERRIGAN, Charles (ed.). *Artificial Intelligence: Law and Regulation*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2022, p. 474-491.

VOGEL, Joachim. “La responsabilidad penal por el producto en Alemania: Situación actual y perspectivas de futuro”. *Revista Penal*, n. 8, 2001, p. 95-104.

VULETIĆ, Igor; PETRAŠEVIĆ, Tunjica. “Is It Time to Consider EU Criminal Law Rules on Robotics?”. *Croatian Yearbook of European Law and Policy*, n. 16, 2020, p. 225-244.

WELZEL, Hans. *Derecho Penal: Parte General*. Buenos Aires, 1956.

WINKLE, Thomas. “Safety Benefits of Automated Vehicles: Extended Findings from Accident Research for Development, Validation and Testing”. In: MAURER, Markus [et al.] (eds.). *Autonomous Driving. Technical, Legal and Social Aspects*, p. 335-364.

WENG, Yueh-Hsuan; SUGAHARA, Yusuke; HASHIMOTO, Kenji; TAKANISHI, Atsuo. “Intersection of ‘Tokku’ Special Zone, Robots, and the Law: A Case Study on Legal Impacts to Humanoid Robots”. *International Journal of Social Robotics*, vol. 7, 2015, p. 841-857.

ZAPAROLLI, Domingos. “O futuro da mobilidade com carros autônomos”. *Pesquisa FAPESP*, v. 315, 2022.

ZAFFARONI, E. Raúl; BATISTA, Nilo; ALAGIA, Alejandro; SLOKAR, Alejandro. *Direito Penal Brasileiro: primeiro volume – Teoria Geral do Direito Penal*. 4.^a ed. Rio de Janeiro: Revan, 2011.

Documentos

Diretiva 2007/46/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Setembro de 2007, que estabelece um quadro para a homologação dos veículos a motor e seus reboques, e dos sistemas, componentes e unidades técnicas destinados a serem utilizados nesses veículos (Diretiva-Quadro).

(GEAR 2030) The Report of the High Level Group on the Competitiveness and Sustainable Growth of the Automotive Industry in the European Union (2017).

Report of COMEST on Robotics Ethics, 2017.

Salvar Vidas: Reforçar a segurança dos veículos na UE. Resolução do Parlamento Europeu, de 14 de novembro de 2017, sobre salvar vidas: reforçar a segurança dos veículos na UE (2017/2085(INI)).

Plano Coordenado para a Inteligência Artificial. COM (2018) 795. Bruxelas, 7.12.2018.

Rumo à mobilidade automatizada: uma estratégia da UE para a mobilidade do futuro (COM(2018) 283 final),

Livro Branco sobre inteligência artificial – Uma abordagem europeia virada para a excelência e a confiança. Bruxelas, 19.2.2020.

Uma definição de IA: Principais capacidades e disciplinas científicas (2019). Comissão Europeia: Bruxelas, 4.2019.

Regulamento UE 2019/2144 do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de novembro de 2019, relativo aos requisitos de homologação de veículos a motor e seus reboques e dos sistemas, componentes e unidades técnicas destinados a esses veículos, no que se refere à sua segurança geral e à proteção dos ocupantes dos veículos e dos utentes da estrada vulneráveis.

Regulamento de Execução (UE) 2022/1426 da Comissão de 5 de agosto de 2022, que estabelece regras de aplicação do Regulamento (UE) 2019/2144 do Parlamento Europeu e do Conselho no que se refere a procedimentos e especificações técnicas uniformes para a homologação do sistema de condução automatizada (ADS) de veículos totalmente automatizados.

Jurisprudência

REINO DE ESPANHA. STS de 23 de abril de 1992 (caso *Óleo de Colza*).

REPÚBLICA FEDERAL DA ALEMANHA. LG Aachen, *JZ* 1971, p. 507-521 (caso *Contergan*).

REPÚBLICA FEDERAL DA ALEMANHA. BGHSt 37 (1992), p. 106 e ss (caso *Lederspray*).

REPÚBLICA FEDERAL DA ALEMANHA. BGHSt 41 (1996), p. 206-21 (caso *Holzschutzmittel*).

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Agravo Regimental no Recurso em Habeas Corpus n. 143.169/RJ, Quinta Turma. j. em 7.2.2023.

REPÚBLICA PORTUGUESA. Ac. n.º 426/91. Tribunal Constitucional.