



REVISTA DE DIREITO PENAL, ECONÔMICO E COMPLIANCE

• RDPEC 11

ANO 3 • n. 11 • jul./set. 2022

COORDENAÇÃO

LUCIANO ANDERSON DE SOUZA

- SOBRE A LEGITIMIDADE DA TIPIFICAÇÃO DO DELITO DE FINANCIAMENTO ILEGAL DE PARTIDOS POLÍTICOS NO CONTEXTO DA REGENERAÇÃO DEMOCRÁTICA E DO COMBATE À CORRUPÇÃO
- O EMPRESARIAMENTO DA MEDICINA DIAGNÓSTICA E O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: REFLEXÕES SOBRE A POSIÇÃO DE GARANTE DO CUMPRIMENTO DA NORMA PENAL

Visual Law

THOMSON REUTERS®

THOMSON REUTERS

**REVISTA DOS
TRIBUNAIS™**



O EMPRESARIAMENTO DA MEDICINA DIAGNÓSTICA E O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: REFLEXÕES SOBRE A POSIÇÃO DE GARANTE DO CUMPRIMENTO DA NORMA PENAL

The entrepreneurship of diagnostic medicine and the use of artificial intelligence: reflections on the position of guarantor of compliance with the criminal law



Assista agora aos comentários do autor para este artigo

LEANDRO SARCEDO

Doutor e Mestre em Direito Penal pela Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo, onde é Graduado. Professor do Curso de Mestrado em Direito Médico da UNISA – Universidade Santo Amaro.
l.sarcedo@msasa.com.br

ÁREAS DO DIREITO	Penal; Digital
RESUMO	O acelerado desenvolvimento científico das ciências médicas e de sua prática cotidiana vem impondo necessidades cada vez maiores de novas e urgentes reflexões às ciências jurídicas. O empresariamento da atividade médica já é uma realidade, na qual se busca permitir o acesso de cada vez mais pessoas ao atendimento de saúde, aumentando o público atendido e as possibilidades de auferimento de receitas. A adoção de algoritmos de inteligência artificial para realização de diagnósticos mostra-se como tendência irreversível, pois permite expandir sensivelmente o número de exames realizados e a velocidade de sua conclusão, mantendo o mesmo padrão de acurácia dos especialistas humanos. Os profissionais da área médica e da área computacional que assumam contratualmente os deveres de manutenção e calibragem nos sistemas de diagnósticos médicos que funcionam por inteligência artificial podem acabar assumindo conjuntamente a posição de garantes perante a legislação penal (art. 13, § 2º, b, do CP) por eventuais consequências de erros cometidos na predição de doenças. Necessidade de que os laboratórios que exploram empresarialmente a área diagnóstica adotem medidas claras de governança corporativa e de <i>compliance</i> , com a finalidade de evitar opacidades no funcionamento de seus sistemas de inteligência artificial, prevenir possíveis atribuições de responsabilidade penal e oferecer as melhores práticas de saúde aos seus clientes.
PALAVRAS-CHAVE	Medicina diagnóstica – Inteligência artificial – Aprendizagem de máquina – Garante – Crimes omissivos.
ABSTRACT	The accelerated scientific development of the medical sciences and their daily practice has imposed increasing needs for new and urgent reflections on the legal sciences. The entrepreneurship of medical activity is already a reality, in which it seeks to allow access to

ABSTRACT	health care for more and more people, increasing the public served and the possibilities of revenues. The adoption of artificial intelligence algorithms to perform diagnoses is shown to be an irreversible trend, as it allows to significantly expand the number of exams performed and the speed of their conclusion, maintaining the same accuracy standard of human specialists. Professionals in the medical and computer areas who contractually assume the duties of maintenance and calibration in medical diagnostic systems that work by artificial intelligence may end up jointly assuming the position of guarantor before the criminal legislation (art. 13, § 2, b, CP) for possible consequences of errors made in disease prediction. It is a necessity that laboratories that explore the diseases diagnostic business adopt clear corporate governance and compliance measures, to avoid opacities in the functioning of their artificial intelligence systems, prevent possible criminal liability attributions and offer the best possible health services to their clients.
KEYWORDS	Diagnostic medicine – Artificial intelligence – Machine learning – Guarantor – Omissive crimes.

SUMÁRIO: I. Introdução. II. Exemplificação da realidade por meio da matéria jornalística selecionada: o empresariamento da medicina diagnóstica. III. Algoritmos de "Inteligência artificial" (IA) e "aprendizagem de máquina" (AM) e sua utilização na medicina diagnóstica exercida de maneira empresarial. IV. Reflexões sobre as (im)possibilidades humanas de exercer a função garantidora da correção dos diagnósticos realizados em escala empresarial pelos algoritmos de IA. V. Conclusões. VI. Bibliografia.

I. Introdução

Já há algum tempo, a doutrina jurídico-penal vem se debruçando sobre interessantíssimos questionamentos surgidos com a invasão dos chamados algoritmos de inteligência artificial em muitos aspectos da vida humana. Embora a hipótese que mais chame a atenção da opinião pública sobre as possibilidades da utilização da inteligência artificial seja a dos denominados veículos autônomos e, por tal razão, exista substancial produção bibliográfica jurídico-penal a este respeito, a verdade é que, não obstante o fascínio que a

automatização automobilística desperta, seu espectro de incidência na realidade atual é ainda bastante reduzido.

Ao contrário, existem muitas outras aplicações de algoritmos de inteligência artificial correntemente utilizados no cotidiano da sociedade, com graves implicações concretas na vida de seres humanos reais, inclusive sobre estado de saúde e integridade física, as quais acabam, contudo, escapando do mesmo fluxo de reflexões a respeito de suas consequências no âmbito da imputação da responsabilidade penal.¹ Exemplo disto é a utilização cada

1. Sobre a propagação do uso de sistemas autônomos de inteligência artificial: "é certo que a sua utilização integra já o nosso dia-a-dia, seja através de meios de informação, de comunicação ou mesmo de aconselhamento (técnico ou económico), seja na internet, nos computadores ou nos smartphones; seja ainda em contexto médico pela utilização de sistemas de diagnóstico ou de robôs cirúrgicos; seja no setor do mercado de valores mobiliários por via da transação algorítmica; ou no setor dos transportes através dos veículos (carros, shuttles, barcos) autônomos ou pela utilização de drones 'inteligentes'." Cfe.: SOUSA, Susana Aires. "Não fui eu, foi a máquina": Teoria do Crime, Responsabilidade e Inteligência Artificial. In: RODRIGUES, Anabela Miranda (Coord.). *Inteligência artificial no direito penal*. Coimbra: Almedina, 2020. p. 28.

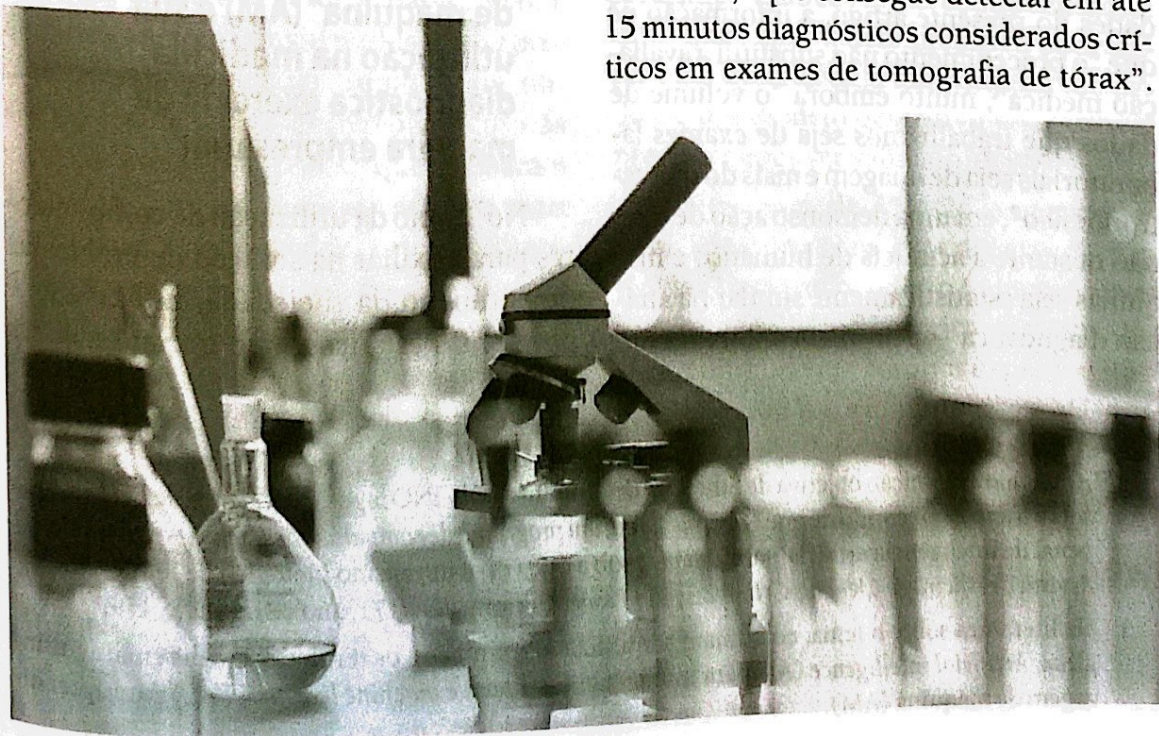
vez mais disseminada de sistemas e algoritmos de inteligência artificial no exercício da medicina diagnóstica, que vem permitindo não só enorme e satisfatória acurácia na análise dos exames realizados, mas também a ampliação quantitativa e a redução do tempo necessário para entrega de seus resultados aos pacientes, propiciando, inclusive, a predição de doenças e a antecipação da adoção de tratamentos curativos exitosos.

Como exemplo da magnitude da realidade do cenário atual da adoção de algoritmos de inteligência artificial no exercício da medicina diagnóstica, situação que promete ampliar-se cada vez mais, pode-se mencionar reportagem veiculada no jornal *Folha de São Paulo*, na data de 16 de abril de 2022, página B6, de autoria da jornalista Ana BOTALLO, cujo título é “Inteligência artificial analisa exames em até 15 minutos”, tendo como subtítulo a advertência de que “Especialistas ainda são céticos sobre troca total do homem pela máquina”, cujo conteúdo foi a motivação da elaboração das presentes reflexões.

II. Exemplificação da realidade por meio da matéria jornalística selecionada: o empresariamento da medicina diagnóstica

Com a finalidade de ilustrar um aspecto presente da realidade e, assim, fundamentar a discussão sob o ponto de vista da política criminal e também da dogmática jurídico-penal, faz-se necessário entender a extensão e a profundidade do fenômeno da utilização de algoritmos de inteligência artificial na prática diária da medicina diagnóstica, para, com base no substrato apreensível de realidade a partir do exemplo concreto, buscar extrair conclusões teóricas generalizantes a respeito da atribuição da responsabilidade penal em casos de eventos adversos que atinjam a saúde ou a integridade física de outrem.

A matéria jornalística em questão trata da adoção, por uma das principais redes de laboratórios do Brasil, do uso de uma ferramenta de inteligência artificial de origem israelense, “que consegue detectar em até 15 minutos diagnósticos considerados críticos em exames de tomografia de tórax”.



Há a informação da constante ampliação da utilização do *software*,² que foi

“implementado também para os exames de tomografia de crânio, para ajudar na identificação de hemorragia intracraniana (como, por exemplo, do diagnóstico de AVC), de coluna cervical para fratura na região do pescoço, e de abdômen, para perfurações intestinais”

Além de “exames de radiologia para detecção de câncer de pulmão, mama ou fratura ósseas e até na avaliação da saúde fetal em gestantes”.

Ainda de acordo com referida matéria jornalística, a possibilidade estatística de acerto do diagnóstico é muito similar quando se compara a acurácia de médicos humanos e máquinas, que gira em torno de patamar pouco acima de 90%, havendo discrepância de menos de 1% em relação aos diagnósticos positivos de câncer de mama realizados por homens ou por sistemas automatizados.

Chama, ainda, a atenção, para as finalidades do presente artigo, a informação de que “o procedimento não substitui a avaliação médica”, muito embora “o volume de dados que trabalhamos seja de exames laboratoriais seja de imagem é mais do que astronômico”, em uma demonstração de que, não obstante a acurácia de humanos e máquinas seja estatisticamente similar na análise diagnóstica – pelo menos atualmente

ainda o é –, a capacidade e a velocidade dos trabalhos desenvolvidos têm uma grande discrepância entre si, com as máquinas superando em muito a quantidade de trabalho de qualidade aceitável que pode ser realizado por um profissional humano.

Feitas essas considerações a respeito da hipótese concreta sobre a qual se pretende refletir no presente artigo – o empresariamento da medicina diagnóstica, multiplicando-se o número de exames realizados com a utilização de sistemas de inteligência artificial –, importante que se façam, ainda que brevemente, alguns aportes, considerações e definições sobre o que são e como funcionam estes algoritmos, para que melhor se possa compreender as possibilidades de imputação de responsabilidade penal decorrente de eventuais erros diagnósticos ocorridos por mau funcionamento do sistema automatizado adotado para realizar a tarefa.

III. Algoritmos de “Inteligência artificial” (IA) e “aprendizagem de máquina” (AM) e sua utilização na medicina diagnóstica exercida de maneira empresarial

No³ início da utilização de computadores para auxiliar na solução de problemas do cotidiano da sociedade, utilizavam-se programas estáticos, que traziam inscrita

2. Adotando a definição objetiva de Sthéfano Bruno Santos DIVINO, após extensiva reflexão filosófica sobre o tema, no sentido de que “IA é, portanto, um programa de computador”. Cfe.: Responsabilidade penal de inteligência artificial: uma análise sob a ótica do naturalismo biológico de John Searle. In: *Revista Brasileira de Ciências Criminais*, São Paulo: Editora RT, v. 171, ano 28, 2020. p. 179.
3. Na literatura sobre o tema, costumam ser utilizados, também, os termos originais em língua inglesa. *Artificial intelligence* (AI) para inteligência artificial e *machine learning* (ML) para aprendizagem de máquina (AM).

a codificação dos comandos necessários a solucionar determinada situação, o que, na prática, acabava se revelando bastante limitador e problemático, na medida em que não davam conta da complexidade das questões reais a serem resolvidas nas diversas áreas em que a automação de procedimentos e rotinas era imperativa para o desenvolvimento econômico.

A partir da década de 1970, expandiu-se o uso da chamada *inteligência artificial* (IA), tecnologia mais apropriada para solução de problemas reais, dado o seu funcionamento dinâmico e interativo. No início, funcionava por meio da aquisição e codificação, de maneira lógica, de conhecimentos especializados a respeito de determinada área de atuação, com a finalidade de sistematizar regras para a tomada de decisões, criando os denominados sistemas especialistas ou sistemas baseados em conhecimento.⁴

Contudo, a crescente complexidade dos problemas a serem resolvidos com o auxílio de máquinas, computadores e robôs, bem como o volume cada vez maior de dados a serem considerados e interpretados nessas atividades, impingiram novas necessidades de desenvolvimento às ciências computacionais, que passaram a desenvolver ferramentas cada vez mais autônomas e sofisticadas, cujos conhecimentos a respeito de sua área de atuação passam paulatinamente a se autonomizar em relação à intervenção humana. Trata-se da tecnologia denominada “aprendizado de máquina” (AM), uma subárea da IA,

que tem, dentre suas principais aplicações bem-sucedidas atualmente, o “auxílio ao diagnóstico de doenças por meio da análise de dados clínicos, de imagem e/ou dados genéticos”.⁵

Os denominados algoritmos de AM desenvolvem basicamente dois tipos de tarefas, divididas em *preditivas* e *descritivas*, ambas com aplicação na área da saúde humana. Os modelos preditivos utilizam-se de conjuntos de dados e de treinamentos supervisionados externamente com a finalidade atribuir valores aos objetos que lhe são submetidos à análise (por exemplo, podem ser utilizados para prever o estado de saúde de um paciente a partir dos sintomas por ele apresentados). Já os modelos descritivos buscam extrair padrões dos valores preditivos existentes em um conjunto de dados, por meio de paradigmas de aprendizagem não supervisionados externamente, seja agrupando dados, procurando similaridades ou regras de associação entre hipóteses de conclusões preditivas. Embora haja tal divisão para fins didáticos e de compreensão, é certo que “um modelo preditivo pode gerar uma descrição de um conjunto de dados, e um modelo descritivo pode prover previsões após ser validado”.⁶

Os sistemas de AM são programados para aprender com experiências já realizadas, buscando inferir induções, para extrair conclusões genéricas a partir dos dados obtidos com base nos experimentos-modelo que lhe são imputados. Há, portanto, o trabalho de indução de modelos

4. FACELI, Katti [et al.]. *Inteligência artificial: uma abordagem de aprendizado de máquina*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021. p. 1.

5. FACELI, Katti [et al.]. Op. cit., p. 2.

6. FACELI, Katti [et al.]. Op. cit., p. 3-4.

para buscar a generalização de resultados para novas proposições. “A essa propriedade de um modelo continuar a ser válido para novos objetos dá-se o nome capacidade de generalização. Essa capacidade é necessária para que o modelo seja válido para novos dados.”⁷

Como ilustração da relação existente, na área médica, entre o sistema de AM e a indução de modelos, supõe-se o conjunto de dados de pacientes de um determinado hospital, no qual sejam coletados os valores das características de cada indivíduo (identificação, nome, idade, sexo, origem, sintomas e resultados de exames) e anotadas observações sobre a evolução dos seus respectivos estados clínicos. Determinada ferramenta de AM poderia ser programada para aprender um modelo que fosse capaz de prever diagnósticos de novos pacientes a partir de seus atributos de entrada, ou seja ter capacidade de generalização para novos pacientes a partir dos dados obtidos de pacientes anteriores.⁸

Há de se ter em conta que, na área da saúde humana, não são aceitáveis algoritmos que contenham soluções opacas e não compreensíveis, pois, além da capacidade preditiva, é necessário que os usuários compreendam a construção da hipótese generalizante a partir dos dados coletados,

uma vez que, neste campo, os erros podem ter custos diferentes.

“É usualmente pior diagnosticar o paciente como saudável quando ele porta a doença do que diagnosticar uma pessoa saudável como doente, pois nesse último caso novas baterias de exames serão provavelmente realizadas e permitirão identificar que a doença está ausente, enquanto no primeiro o paciente pode ser dispensado do tratamento.”⁹

Exatamente no campo da opacidade do funcionamento dos algoritmos de IA, inadmissível quando se trata de sistemas cuja atuação incidem sobre a integridade física e a saúde humana, é que se instala uma espécie de “vazio” na possibilidade de imputação de responsabilidade penal (*responsability gap*). O principal núcleo de ocorrência dessa espécie de vácuo na responsabilização penal dá-se primordialmente no âmbito da atuação de *softwares* de AM (*machine learning*)¹⁰, justamente aqueles que vêm ganhando cada vez mais importância e utilização nos procedimentos de diagnósticos médicos. Daí porque se justificam as reflexões sobre a atribuição de responsabilidade penal por eventuais erros ocorridos nestes sistemas que venham a produzir danos à saúde ou à integridade física de outrem.

7. FACELI, Katti [et al.]. Op. cit., p. 5. Sthéfano Bruno Santos DIVINO conceitua e diferencia *machine learning* (AM) e *deep learning* da seguinte forma: “Enquanto o primeiro traduz-se na habilidade de acumular experiências próprias de reiteradas tarefas utilizando um algoritmo para extrair aprendizado, descreve-se o segundo como método análogo de simulação do cérebro humano, o qual contextualizará situações fáticas postas e as transcenderá para além de sua programação inicial.” Cfe.: Responsabilidade penal de inteligência artificial: uma análise sob a ótica do naturalismo biológico de John Searle. In: *Revista Brasileira de Ciências Criminais*, v. 171. p. 155.

8. FACELI, Katti [et al.]. Op. cit., p. 5.

9. FACELI, Katti [et al.]. Op. cit., p. 349.

10. SOUSA, Susana Aires de. Op. cit., p. 30.

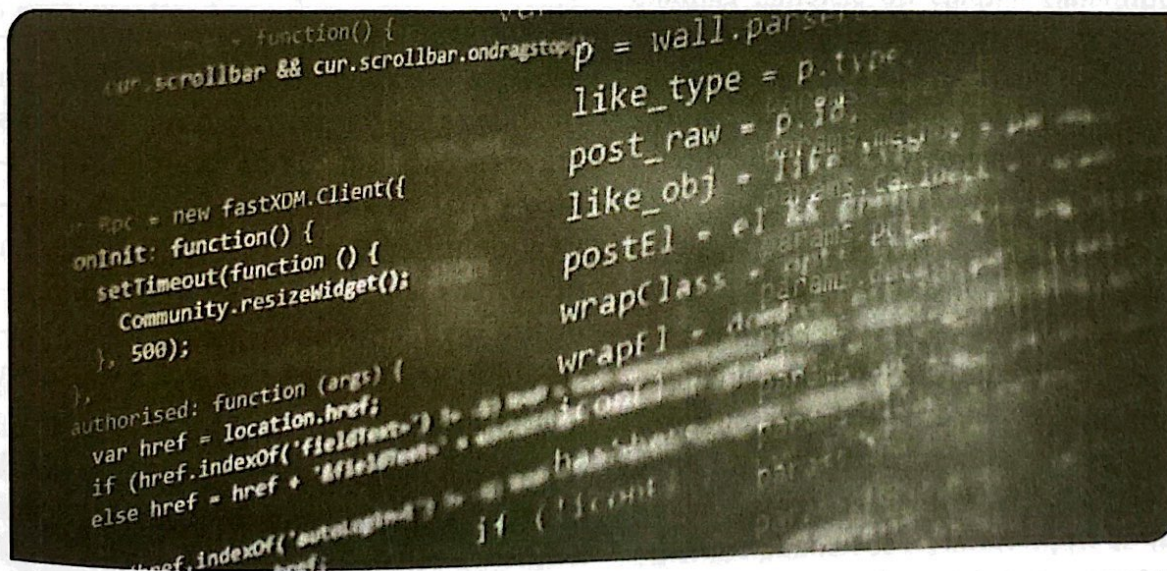
IV. Reflexões sobre as (im)possibilidades humanas de exercer a função garantidora da correção dos diagnósticos realizados em escala empresarial pelos algoritmos de IA

O espectro dos debates a respeito da incidência do direito penal sobre as atividades médicas está em constante mutação e expansão. O atual exercício da medicina é multidisciplinar, motivo pelo qual devem ser consideradas as consequências das atuações de sujeitos não-médicos – muitas vezes, sequer de formação acadêmica nas áreas biológicas e/ou da saúde – na aferição dos critérios de imputação penal de determinados resultados lesivos a bem jurídicos decorrentes do que comumente se denomina *erro médico*.¹¹

Atentando para essa nova realidade, quando se está a falar da imputação de responsabilidade penal por eventual erro

médico decorrente de imprecisão do diagnóstico viabilizado pela atuação do algoritmo de IA, ganha especial e inafastável relevância a atuação profissional de engenheiros, desenvolvedores e/ou programadores responsáveis, não só pela arquitetura e construção original do *software*, mas também – e, talvez, principalmente – daqueles responsáveis pela sua manutenção constante, que assumem contratualmente o *dever* de agir com vistas a garantir ou mesmo melhorar os trabalhos preditivos automatizados e assim propiciar as melhores possibilidades de diagnósticos aos pacientes.

Por certo, ao se discutir este tema, não se está tratando, em regra, de condutas dolosas ou maliciosas, dirigidas ao comportamento danoso comissivo, dos profissionais médicos e/ou não-médicos, mesmo porque, em casos assim, estar-se-ia diante de hipóteses jurídicas mais óbvias de responsabilização criminal por condutas



11. HILGENDORF, Eric. *Introdução ao direito penal da medicina*. Trad. Orlandino Gleizer. São Paulo: Marcial Pons, 2019. p. 32-33. Diante dessa realidade, referido autor chega a afirmar que “isso é levado em conta, terminologicamente, pelo uso de ‘Direito Penal da Medicina’ no lugar de ‘Direito Penal do Médico’”, concluindo, em seguida, que “o Direito Penal da Medicina está, novamente, sofrendo mutações, para se tornar um ‘Direito Penal Biológico’”.

diretamente deliberadas e almejadas, ainda que nada possa ser considerado óbvio ou tranquilo nas implicações da abrangência e da complexidade da atuação da IA sobre a saúde humana.

Adotando o corte metodológico preconizado por Susana Aires de SOUSA,

“restringiremos a nossa análise aos casos em que o modelo computacional, de base algorítmica, tem capacidade para, perante um input que lhe é dado, produzir, com autonomia, informação nova, não previsível nem programada”.

Nessas hipóteses, há possibilidade de aprendizagem da máquina a partir da alimentação de dados e da manutenção do seu *software* – o que se denominou de AM. A partir desse aprendizado, definem-se padrões, criam-se modelos e regras que subsidiam a tomada de decisões pelo próprio algoritmo. Tais decisões e predições, denominadas *outputs* do sistema, ganham forma de diagnósticos médicos no mundo real, os quais, se não estiverem corretamente realizados, poderão causar danos a bens juridicamente tutelados pelo direito penal.¹²

Pretende-se, portanto, problematizar e discutir os requisitos necessários à imputação penal por eventual conduta culposa – negligente, predominantemente –, ainda que gravemente culposa, ou mesmo omissiva imprópria, derivada muitas vezes de dolo eventual – próprias da atividade empresarial na sociedade contemporânea –, considerando os personagens

humanos que atuam no processo diagnóstico e que teriam a obrigação de implementar procedimentos de controle da qualidade dos resultados preditivos obtidos ou então de dar manutenção adequada aos equipamentos de *hardware* e também de *software*, com vistas a diminuir os riscos de incidência de resultados danosos aos pacientes, decorrentes de eventuais erros na tomada dos dados e na interpretação dos exames.

Como bem leciona Luciano Anderson de SOUZA, o direito penal inerente à sociedade do risco, eminentemente preventivo e impositivo de deveres de cuidado pelo Estado, contempla a franca disseminação das figuras típicas omissivas, tanto próprias quanto impróprias, ao lado de outras modalidades expansivas dos limites punitivos estatais, tais como, os crimes de perigo abstrato, delitos de tipologia aberta e porosa, proliferação da incriminação de condutas culposas, dentre outros.

De acordo, ainda, com aludido autor, essa estratégia político-criminal tem finalidade de contornar uma das mais graves problemáticas da intervenção jurídico-penal na sociedade, que é “a relativa à identificação da autoria delitiva, em razão da maior facilidade de reconhecimento de destinatários de deveres, prescindindo-se do tradicional caminho da relação causal”.¹³

O § 2º do artigo 13 do Código Penal determina que a omissão passa a ser penalmente relevante quando o sujeito *devia e podia* agir para evitar ao resultado,

12. SOUSA, Susana Aires de. Op. cit., p. 29.

13. SOUZA, Luciano Anderson de. *Direito penal: Parte Geral*. 3. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2022. v. I. p. 241.

ou (a) por obrigação decorrente de lei, ou (b) porque assumiu de alguma forma a responsabilidade de impedir o resultado, ou (c) quando teve ingerência negativa e indevida sobre bem jurídico de terceiro e, em razão disso, passou a ter a obrigação jurídica de preservá-lo.

Como se vê, não basta ao sujeito – denominado garantidor ou garante – apenas o *dever* de agir para evitar o resultado proibido pela lei penal. Necessita, também, ter a *possibilidade* de agir neste sentido, pois é certo que o direito penal não pode exigir de ninguém condutas sobre-humanas ou impossíveis, mesmo que seja objetivando a proteção dos bens jurídicos mais caros à vida em sociedade, tais como a vida e a integridade física.¹⁴

Em vista disso, considerando que, dentro da lógica empresarial, a adoção de soluções automatizadas de diagnósticos por algoritmos de IA e AM visa justamente a maximizar o número possível de exames a serem realizados – a matéria jornalística em comento fala em um volume “*astronômico*” –, observando também a máxima acuidade no acerto de suas análises, seria absoluto contrassenso, do ponto de vista econômico e mesmo do próprio exercício da medicina, exigir-se revisão humana em cada um desses casos e respectivos laudos – como também sugerido na matéria jornalística –, porquanto se retiraria do processo exatamente a velocidade que a automatização e a autoaprendizagem do sistema visam a imprimir.

Por mais que seja exigida a assinatura de profissional da medicina para dar

validade clínica em determinado exame diagnóstico, mesmo ele tendo sido coletado e realizado por meio de procedimentos de IA, com mínima ou inexistente intervenção humana, essa responsabilidade profissional médica, por si só, não pode ser estendida ou confundida com critério definidor único da atribuição de responsabilidade penal advinda de eventual conduta culposa na realização das atividades de manutenção dos sistemas de produção de exames diagnósticos ou mesmo com a omissão dolosa em relação ao dever de agir no sentido de dar a correta acuidade a tais sistemas.

Dessa forma, o trabalho necessário à garantia da higidez dos exames realizados não pode se confundir com a artificiosa e contraproducente sugestão de necessidade de se realizar dupla verificação (*double check*) dos resultados obtidos pela atuação do algoritmo de IA, mas deve, isto sim, consubstanciar o esforço multidisciplinar no sentido de que seja preservada a correção dos procedimentos de coleta de imagens e materiais, de suas posteriores análises e conclusões, e consequente elaboração de laudos, assim como a imprescindível manutenção dos sistemas de imputação de dados e sua constante atualização, notadamente contemplando os avanços da medicina.

Nesse ponto, parece necessário que os trabalhos de verificação e manutenção do sistema de diagnósticos médicos por IA devam ser realizados unindo os esforços de profissionais da área da engenharia e da ciência da computação, que deverão dar as soluções corretas às inconsistências ou

14. Cfe.: SOUZA, Luciano Anderson de. Op. cit., p. 251-255. No mesmo sentido: TAVARES, Juarez. Alguns aspectos da estrutura dos crimes omissivos. In: *Revista Brasileira de Ciências Criminais*, São Paulo: Editora RT, ano 4, n. 15, jul.-set. 1996. p. 147.

imprecisões de *hardwares* e *softwares* envolvidos no processo de análise, e da área médica, que deverão avaliar a qualidade dos laudos produzidos do ponto de vista estatístico e clínico, bem como contribuir com novas imputações de dados com vistas a aperfeiçoar o funcionamento das máquinas e *softwares*.

Como se vê, para fins da delimitação da responsabilidade penal por eventual erro médico decorrente de diagnóstico efetuado por algoritmo de IA e/ou AM, necessita-se da adoção, em termos dogmáticos, do chamado *princípio da precaução* como

“critério orientador na regulação deste tipo de produtos, possibilitando por via da implementação de medidas concretizadoras de deveres, como o dever de monitorizar durante um período de tempo um produto inovador (v. g., software de comunicação que atua em ambiente real) por forma a ter um mínimo controlo sobre a máquina”.¹⁵

As ferramentas de IA, que se utilizam de técnicas de AM, necessitam ser validadas experimentalmente, por meio da aplicação da técnica médica em problemas-modelo daqueles que serão tratados na prática cotidiana da aplicação do sistema. Para tanto, necessário haver extenso planejamento dos ensaios a serem realizados, para que se obtenham resultados e conhecimento válidos e validáveis (não se admite opacidade, repita-se). Os experimentos médicos, as medições estatísticas e os testes de hipóteses podem ser em vão caso não haja correto planejamento de programação e apurada decodificação

para a linguagem computacional das técnicas empregadas e dos resultados diagnósticos obtidos.¹⁶

Assim sendo, eventual resultado impreciso ou mesmo errôneo de determinado exame médico que resultar em prejuízo à saúde ou à integridade física do paciente deverá ter suas consequências jurídico-penais dimensionadas não somente em razão das consequências físicas do caso concreto, mas também em função da observância dos deveres de cuidado e manutenção do sistema de IA e AM responsável pela realização do diagnóstico, com vistas a manter hígido o dever de manter máquinas e programas com sua máxima capacidade, atualização e, portanto, acuidade de realização correta das avaliações necessárias.

Dentro desse raciocínio, cria-se, inclusive, a possibilidade lógica de se imputar autoria de crime derivado de erro médico a sujeito não profissional da medicina, quando restar demonstrado, por exemplo, que eventual erro de atuação da inteligência artificial decorreu da incorreta manutenção de um engenheiro ou programador, tendo a atuação do profissional da medicina sido correta no seu âmbito de atribuição.

Eric Hilgendorf, tratando de situação bastante análoga, mas não idêntica – a da realização de cirurgias por intermédio de robôs –, afirma que a reflexão ora proposta adquire maior importância, de fato, “quando o robô ‘aprende’ sozinho, ou seja, quando incorpora novas experiências ao seu antigo horizonte de experiências e extrai novas conclusões a partir delas”.

15. SOUSA, Susana Aires de. Op. cit., p. 36.

16. FACELI, Katti [et al.]. Op. cit., p. 322.



nos procedimentos de manutenção e/ou decodificação do *hardware* e/ou do *software* que propiciam o funcionamento do sistema de IA e AM.

Outra hipótese de atribuição de responsabilidade penal possível é aquela em que o profissional da medicina reúne também a qua-

Como se vê, resta bastante claro estar tratando do funcionamento de algoritmos de IA e AM aplicados ao exercício da medicina. Prossegue acrescentado que “a questão aqui é saber se o responsável por tais falhas é o programador, que define as condições, o usuário, que está ensinando, ou até mesmo – como alguns defendem – o próprio robô”, para concluir que a solução desse tipo de questionamento acaba ficando relegada à análise do caso concreto, já que cada ocorrência exige a compreensão próxima de sua dinâmica, a fim de que se possa “definir as condições da responsabilidade”.¹⁷

Evidentemente, *a contrario sensu*, existe a possibilidade teórica de que respondam ambos os profissionais – da medicina e da computação –, quando a negligência ou a omissão tenha sido obra de ambos; ou mesmo somente o profissional da medicina, quando tenha havido erro na avaliação da acuidade do procedimento de análise preditiva por equívoco no dimensionamento e/ou no experimento dos resultados do ponto de vista médico, mas não erro

lificação e os conhecimentos necessários para ser o responsável pela decodificação em linguagem de programação dos resultados dos experimentos médicos levados a efeito para dar a capacidade de análise do sistema de IA e AM, hipótese em que suportaria a imputação penal do resultado danoso advindo do erro de diagnóstico, fosse ele causado pela má condução dos experimentos-modelo, fosse ele causado por eventual erro de programação e decodificação dos resultados destes experimentos.

V. Conclusões

O acelerado desenvolvimento científico das ciências médicas e de sua prática cotidiana vem impondo necessidades cada vez maiores de novas e urgentes reflexões às ciências jurídicas, notadamente no âmbito da dogmática jurídico-penal, em que os déficits de atribuição de responsabilidade podem gerar indesejada sensação de anomia social.

17. HILGENDORF, Eric. Op. cit., p. 199-201.

O empresariamento da atividade médica já é uma realidade atual. Buscam-se soluções para permitir o acesso, de maneira facilitada, de cada vez mais pessoas ao atendimento de saúde, aumentando o público atendido e, por consequência, as possibilidades de auferimento de receitas. A adoção de algoritmos de inteligência artificial para realização de diagnósticos mostra-se como tendência irreversível, pois permite expandir sensivelmente o número de exames realizados e a velocidade de sua conclusão, mantendo o padrão de acurácia dos especialistas humanos na predição dos resultados, ou mesmo o superando.

Os sistemas de diagnósticos médicos mais modernos funcionam por meio da chamada aprendizagem de máquina, uma subespécie de inteligência artificial, no qual dados, resultados e estatísticas são constantemente imputados ao algoritmo (*inputs*), com a finalidade de calibrar melhor suas respostas futuras (*outputs*), por meio do constante aperfeiçoamento do processo de análise proporcionado pelos novos aportes de conhecimento. Para que tal procedimento seja realizado de forma exitosa, não basta a correta tabulação dos dados clínicos e sua respectiva exata interpretação. Faz-se, também, necessária a contribuição de profissionais da área da engenharia e da ciência da computação, para decodificar os dados médicos para a linguagem da máquina, programando-a.

Os algoritmos de inteligência artificial que trabalham com aprendizagem de máquina usualmente têm altos índices de opacidade de seu funcionamento, o que não é aceito quando se está a tratar de aplicações no âmbito da saúde humana, nos quais os bens jurídicos tutelados – integridade física e a própria vida – são de

extrema importância social, não permitindo o desconhecimento a respeito dos procedimentos informáticos utilizados, inclusive como forma de evitar possível “vazio” na atribuição da responsabilidade penal (*responsability gap*).

Além disso, os pacientes, quando tratam a realização de um exame diagnóstico de um laboratório ou de uma rede de laboratórios, contratam uma espécie de pacote de serviços que lhe são prestados por muitos e indistintos profissionais, cujo resultado final – o laudo – deve lhe ser confiável. Toda a gama de profissionais que interagiram até a publicação daquele resultado é-lhe desconhecido, muito embora deva haver um profissional da medicina responsável por assinar o diagnóstico.

Contudo, tratando-se de atividade empresarial, a imensa quantidade de exames que podem ser realizados por sistemas de inteligência artificial não permite, na prática, a revisão do profissional médico em cada um dos diagnósticos realizados, mesmo porque isso seria um contrassenso do ponto de vista lógico e econômico à velocidade e à quantidade de análises que se pretende obter com a adoção de algoritmos especializados em diagnósticos médicos.

Daí porque os profissionais da área médica e da área computacional que assumam contratualmente os deveres de dar manutenção e calibragem nos sistemas de diagnósticos médicos que funcionam por inteligência artificial podem acabar assumindo conjuntamente a posição de garantidores perante a legislação penal (artigo 13, § 2º, alínea b, do Código Penal) por eventuais consequências de erros cometidos na predição de doenças. Em outras palavras, sinteticamente, um engenheiro de computação que foi negligente na manutenção de um sistema de diagnóstico por

inteligência artificial, pode, em tese, responder por eventual homicídio culposo decorrente do tratamento médico erroneamente aplicado ao caso.

Essa possibilidade, ainda pouco explorada no âmbito do direito penal da medicina, tem como consequência imediata a necessidade de que os laboratórios que exploram empresarialmente a área diagnóstica adotem medidas claras de governança corporativa e de *compliance*, com

a finalidade de evitar opacidades no funcionamento de seus sistemas de inteligência artificial, colocando em evidência as medidas cotidianamente adotadas no sentido de dar correta manutenção e calibragem dessas máquinas e programas, não só com finalidade de prevenir possíveis atribuições de responsabilidade penal, mas também – e principalmente – com a finalidade de buscar evitar danos aos pacientes.

VI. Bibliografia

BOTALLO, Ana. Inteligência artificial analisa exames em até 15 minutos. Especialistas ainda são céticos sobre troca total do home pela máquina. *Folha de São Paulo*, 16 de abril de 2022, p. B6.

DIVINO, Sthéfano Bruno Santos. Responsabilidade penal de inteligência artificial: uma análise sob a ótica do naturalismo biológico de John Searle. In: *Revista Brasileira de Ciências Criminais*, São Paulo: Editora RT, v. 171, ano 28, p. 153-183, 2020.

FACELI, Katti [et al.]. *Inteligência artificial: uma abordagem de aprendizado de máquina*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

HILGENDORF, Eric. *Introdução ao direito penal da medicina*. Trad. Orlandino Gleizer. São Paulo: Marcial Pons, 2019.

RODRIGUES, Anabela Miranda (Coord.). *Inteligência artificial no direito penal*. (E-book.) Coimbra: Almedina, 2020.

SOUZA, Luciano Anderson de. *Direito penal: Parte Geral*. 3. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2022. v. I.

TAVARES, Juarez. Alguns aspectos da estrutura dos crimes omissivos. In: *Revista Brasileira de Ciências Criminais*, São Paulo: Editora RT, ano 4, n. 15, p. 125-157, jul.-set. 1996.